

strategy&

Part of the PwC network

Leem - Agir pour se décarboner

Rapport complet
avril 2024



Résumé exécutif de l'étude

LEEM – Agir pour se décarboner

Dans le contexte du dérèglement climatique, l'amélioration de la performance énergétique et la décarbonation représentent des enjeux clés pour le secteur du médicament français.

En 2024, le LEEM a mandaté le cabinet PwC Strategy& pour réaliser une étude sur les leviers de décarbonation des **scopes 1 et 2** pour l'outil industriel pharmaceutique français. L'état des lieux révèle que les industriels privilégient actuellement les leviers d'**efficacité énergétique**, ainsi que la production et l'achat d'**énergies vertes** pour la décarbonation. Cependant, selon l'enquête, le manque de **ressources**, de moyens de **financement** et la **rentabilité des actions** demeurent les principaux freins perçus.

69 actions techniques ont été sélectionnées pour décarboner les usines de fabrication de médicament, en mettant l'accent sur cinq principaux consommateurs d'énergie : les **systèmes de chaleur**, les **groupes froid**, les systèmes **moteur**, les **CTA** et les systèmes de **purification d'eau**. Ces actions ont été regroupées en trois catégories en fonction de leur impact sur la décarbonation et de leur faisabilité (technique, économique, réglementaire et opérationnelle): les mesures incontournables (**Must Have**) et les grands mouvements (**Big Move**) permettent d'atteindre d'importantes réductions des émissions de CO2 pour atteindre les objectifs fixés, tandis que les succès rapides (**Quickwin**) offrent un démarrage rapide pour obtenir le premier succès et embarquer et **renforcer les compétences** de l'équipe en matière de décarbonation.

26 fiches techniques ont été élaborées pour fournir des **détails approfondis** sur les aspects techniques, financiers et les impacts, avec des cas d'utilisation et des liens utiles pour aider les sites à trouver des solutions adaptées à leurs défis; ces fiches permettront de franchir les barrières de connaissances, afin **d'accélérer la mise en œuvre**.

Sur le plan financier, l'industrie pharmaceutique doit être en veille pour bénéficier des **aides publiques** disponibles pour réduire les dépenses en capital (Capex), améliorer le retour sur investissement (ROI) et faciliter la prise de décision. Les **prêts publics** pourraient constituer une option en offrant un accès à des financements à des taux avantageux avec moins d'exigences en matière de garanties, notamment pour les PME et les ETI. Les différents mécanismes **de tiers financement** doivent être envisagés comme une alternative pour soulager les contraintes budgétaires liées aux investissements.

Les différentes actions permettent d'atteindre l'objectif fixé, sachant que les technologies et les défis varient d'une usine à l'autre:

- Pour l'usine « **forme sèche** », Il est essentiel de se concentrer sur l'optimisation énergétique des CTA et de remplacer la vapeur de gaz par de l'eau chaude produite à partir de sources plus durables telles que les pompes à chaleur, la géothermie et l'énergie solaire thermique. Les sites doivent anticiper l'interruption de la production et la requalification de salle blanche liée à l'optimisation, et décider de leur future technologie d'approvisionnement en chaleur, en fonction de la disponibilité des ressources géologiques, de l'infrastructure existante et des subventions disponibles.
- Pour l'usine « **stérile / biologique** », l'adoption de la technologie EPPI froide et le remplacement des chaudières à gaz par des chaudières à biomasse sont des éléments clés pour atteindre l'objectif. Le site devrait suivre de près l'acceptation du EPPI froid dans leur marché et les aides publiques sur les projets de biomasse.
- Pour l'usine « **conditionnement** », la transition vers l'électricité renouvelable est incontournable. Le site doit se positionner sur les différents mécanismes d'approvisionnement en équilibrant la valeur verte et la complexité de leur mise en œuvre.



Rapport détaillé

- 1 Synthèse de l'étude
- 2 Etats de lieux
- 3 Actions techniques de décarbonation
- 4 Action d'achats d'énergie décarbonée
- 5 Moyens de financement
- 6 Conclusion



1

Synthèse de l'étude

Dans le contexte du dérèglement climatique, l'amélioration de la performance énergétique et la décarbonation représentent des enjeux clés pour le secteur du médicament français

Contexte et objectifs

Objectif visé à travers ce présent document :

Identifier et activer les leviers et technologies adaptés pour améliorer la performance énergétique et décarboner les sites de production

- L'amélioration de la **performance énergétique** et la **décarbonation des sites industriels** joueront un rôle essentiel dans **la compétitivité et pérennité du secteur** du médicament français
- Pour cela, le Leem a souhaité être accompagné dans **l'évaluation du parc français** puis dans **l'identification, l'analyse et la priorisation d'actions et technologies** permettant d'améliorer la performance énergétique et de décarboner les sites industriels (création d'un **catalogue de solutions**)
- Chez PwC, nous portons aujourd'hui les convictions suivantes :
 - **Le développement durable doit être au cœur des investissements dans l'outil de production** (notamment sur les sujets de décarbonation, de rejets industriels, etc.)
 - La décarbonation est devenue rentable dans un **contexte politique favorable** (réglementations, aides et subventions) et un **marché énergétique en pleine mutation**
 - L'amélioration de la performance énergétique et la décarbonation se réaliseront à travers **l'activation d'un large panel de leviers et d'actions adaptés au process de l'industrie du médicament**

La démarche en 3 étapes a permis de réaliser un état des lieux, d'identifier des solutions techniques de décarbonation et de converger sur leur formalisation

Démarche

I. Etat des lieux

- Alignement sur le périmètre du projet
- Analyse des travaux et études réalisées
- Comparaison des données issues des entretiens avec les résultats de l'enquête menée avec l'Usine Nouvelle (étude réalisée en partenariat avec le magazine L'Usine Nouvelle auprès de 346 décideurs de l'industrie française en décembre 2023)
- Entretiens avec ~10 membres du Leem et visite de sites industriels
- Evaluation du niveau de maturité actuel, gap par rapport aux objectifs
- Identification des besoins et définition des enjeux clés du secteur du médicament

Copil #1

Visites de sites

Sondage

Entretiens

II. Identification des actions

- Screening d'actions d'efficacité énergétique sur la base d'études scientifiques, de recherches de données, d'entretiens et de l'expertise PwC Strategy&
- Qualification des actions sur la base d'une matrice de sélection selon des critères d'impact et de faisabilité (ex : maturité technologique, arrêt des opérations, requalification)
- Priorisation des actions à fort retour sur investissement

Copil #2

Ateliers de travail

III. Synthèse des solutions

- Préparation de fiches techniques par process et par action (description, conditions d'application, impact, financement, faisabilité, matrice de périmètre, illustration)
- Rédaction d'un rapport final et d'une note de synthèse

Validation de l'étude

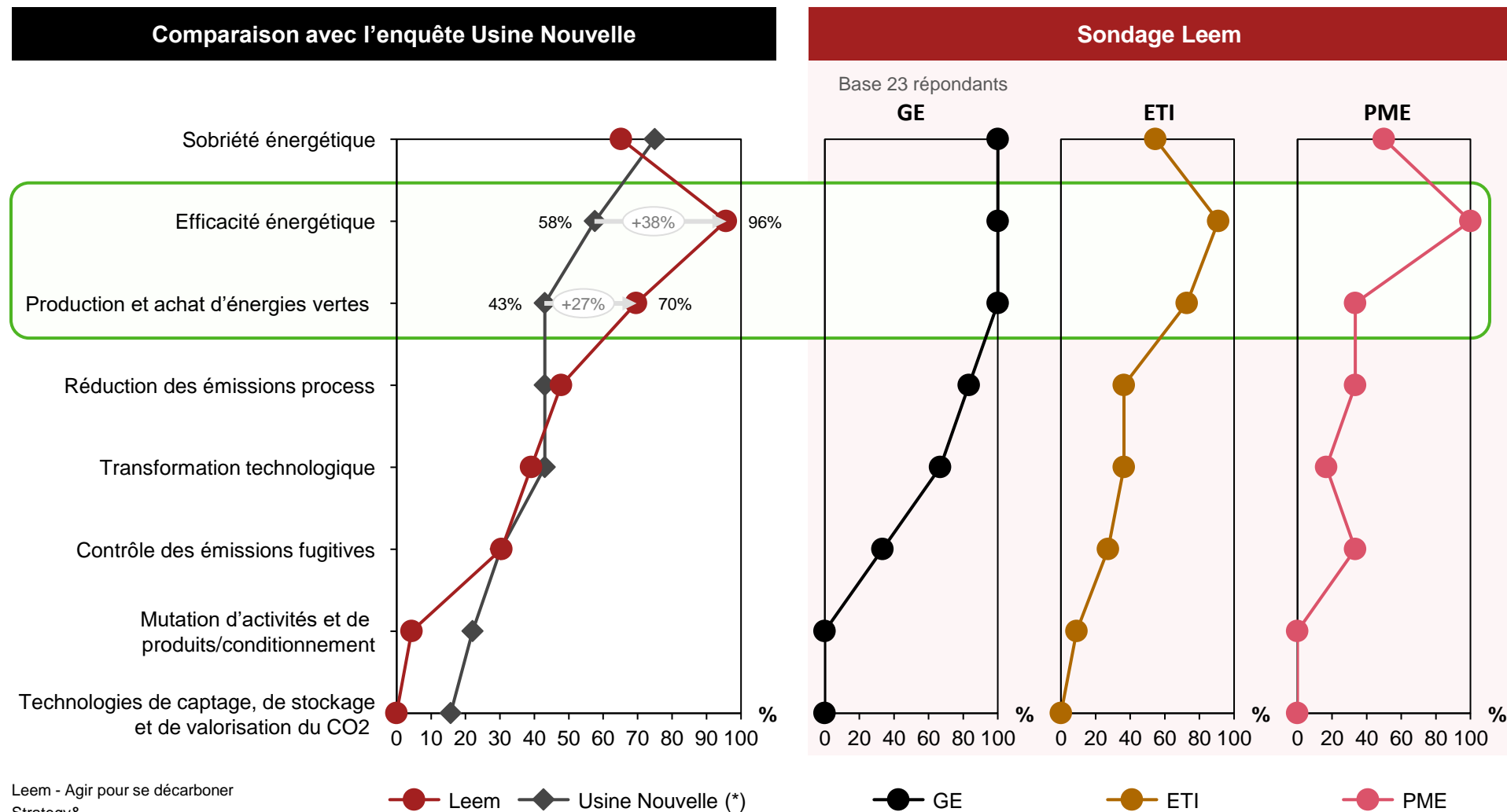
Copil #3

Etude et préparation du séquençage des actions par les membres du Leem

Mise en place des actions de décarbonation

La majorité des membres interrogés visent à se décarboner avec les leviers d'efficacité énergétique, et de production et d'achat d'énergies vertes

Sondage : Leviers en matière de transition énergétique et de décarbonation



- **L'efficacité énergétique** est estimée comme un levier très important dans le secteur du médicament, à la fois pour les GE, les ETI et les PME (96% des répondants vs. 58% Usine Nouvelle)

- **La production et achat d'énergies vertes** (70%) sont plus importants pour le secteur du médicament en comparaison avec l'enquête avec l'Usine Nouvelle

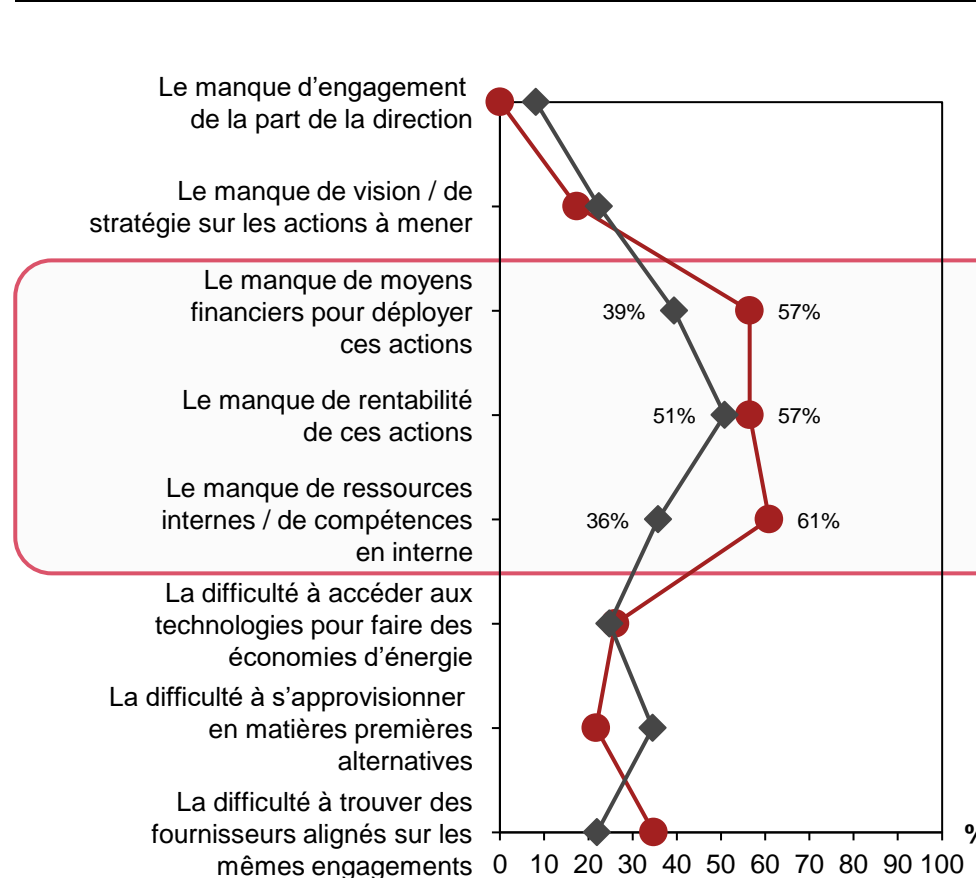
- Au-delà de ces 2 leviers, les **Grandes Entreprises (GE)** priorisent également la **sobriété énergétique** ainsi que la **réduction des émissions process**, un levier plus critique dans le secteur du médicament

Se focaliser sur les actions d'efficacité énergétique notamment pour les PME et ETI, et l'achat d'énergies vertes

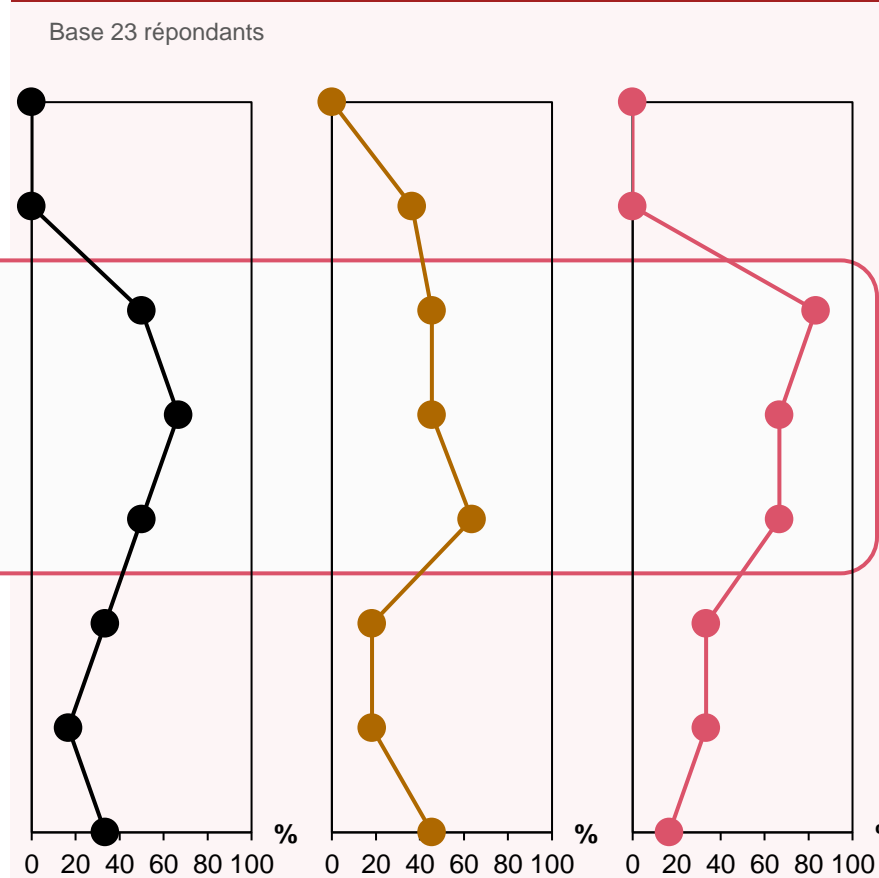
Le manque de ressources, de moyens de financement, et de rentabilité des actions restent les principaux freins estimés par les répondants du sondage

Sondage : Freins au déploiement de la transition énergétique et de la décarbonation

Comparaison avec l'enquête Usine Nouvelle



Sondage Leem



- Le manque de moyens financiers et de rentabilité des actions de transition énergétique et de décarbonation sont des freins importants notamment pour les entreprises de plus petites tailles (57% des répondants). La décarbonation est rentable grâce à l'accès à des aides et mécanismes de financement appropriés
- Le manque de ressources et de compétences dédiées en interne est considéré comme un frein majeur dans la mise en œuvre de projet de décarbonation (61% des répondants vs. 36% Usine Nouvelle)

Identifier l'éligibilité des aides et des subventions pour chaque action, et proposer des mécanismes de tiers financement

Selon les acteurs les plus matures, 5 facteurs couvrant les aspects financiers, techniques et de compétences assurent le succès de la décarbonisation

Entretiens : Facteurs clés de succès



Allocation d'une enveloppe dédiée à la décarbonation

« Nous avons mis en place une **enveloppe budgétaire dédiée à la décarbonation**, incitant les sites à s'engager dans des projets de réduction d'empreinte carbone »

« L'obtention d'un **budget dédié à la décarbonation** a permis l'**accélération de l'atteinte de nos objectifs** de réduction de notre consommation énergétique ainsi que notre empreinte carbone »



Se focaliser sur l'amélioration des utilités pour se décarboner

« Nous nous focalisons sur les projets **Capex** liés aux **utilités** qui sont **suffisant pour atteindre nos premiers objectifs** de décarbonation sans toucher aux procédés »

« Nous profitons de l'**obsolescence** pour appliquer notre approche de performance énergétique sur les **utilités** au travers le choix d'équipements plus efficaces et performants, ce qui facilite la validation de projets »



Intégration de l'éco-design pour décarboner les procédés

« **L'éco-design** est intégré dans le **processus de R&D** avec des gates pour les molécules. Les chercheurs doivent désormais suivre le processus d'éco-design avant le dossier d'enregistrement »

« L'éco-design vise à intégrer des **considérations environnementales** dès les premières étapes du développement d'un produit, permettant de **traiter le sujet de décarbonation à la source** »



Commencer par les Quick Wins pour avoir des réussites afin de motiver les équipes

« Il est crucial pour les PME d'être **convaincues** par le plan d'action de décarbonation et de se focaliser sur les **bonnes pratiques** »

« Il est important de se concentrer sur les **Quick Wins** et les **success stories** avant de s'attaquer à des projets plus complexes »



Partage d'informations entre les différents sites et benchmark des bonnes pratiques

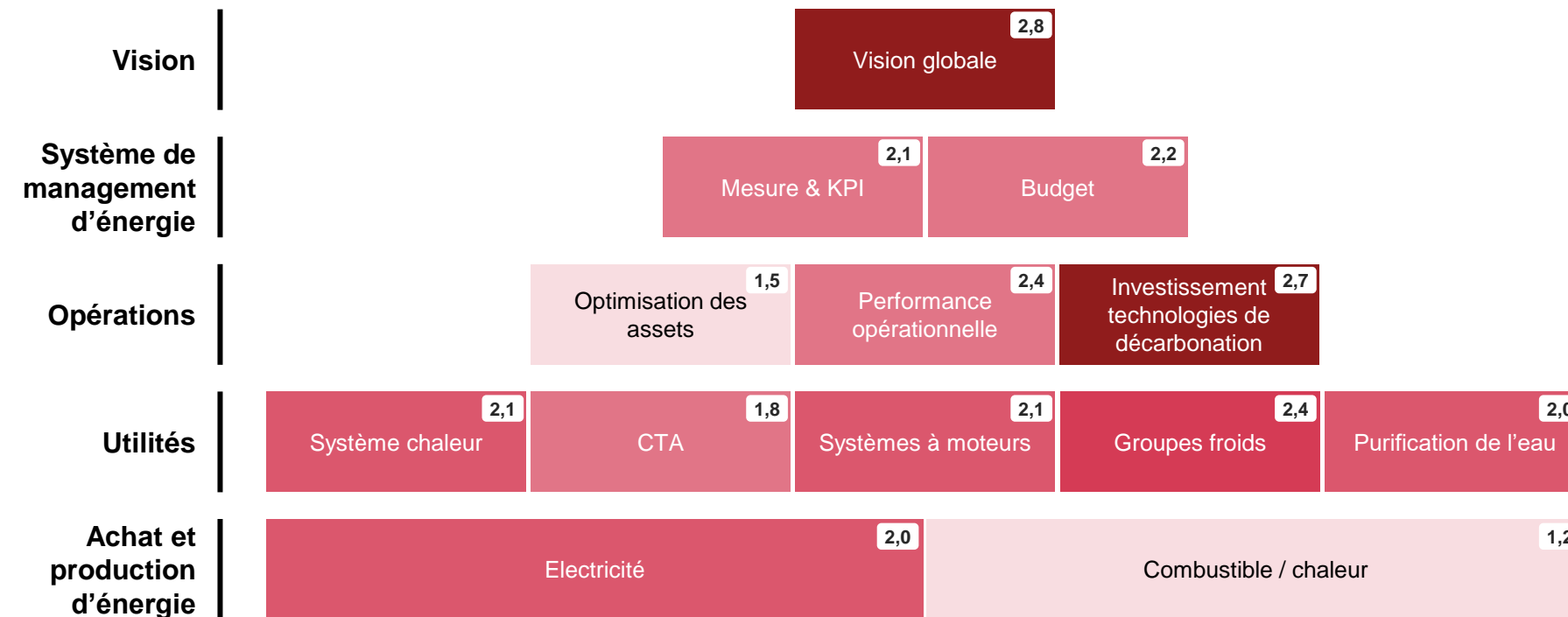
« Il est très important d'avoir la possibilité de voir les **projets effectués** sur les autres sites et de réaliser des **benchmarks**, afin de capitaliser sur les **connaissances** spécifiques des sites et sur ce qui a été déjà réalisé »

« Il est primordial de trouver des **bonnes pratiques** communes entre les sites et de **tirer des leçons** des expériences passées »

La grille d'analyse de maturité a permis d'évaluer le positionnement global du secteur dans les principaux domaines

Entretiens : Matrice de maturité

Base 11 entreprises



- La majorité des entreprises interrogées ont bien identifié leur **vision globale** avec un portefeuille d'actions définies et en place
- Plusieurs entreprises ont investi dans les **technologies de décarbonation** au travers la réalisation de projets ou d'études spécifiques
- Les **utilités** sont globalement à un **niveau de maturité moyen** avec des bonnes pratiques générales mises en place
- **L'achat et la production d'énergie** reste une catégorie moins mature, avec un manque d'alignement sur comment transitionner vers de l'énergie verte

Orientation et focus de l'étude sur la décarbonation des utilités et des sources de combustible et de chaleur



Les 5 domaines majeurs consommateurs d'énergie du secteur médical sont sélectionnés pour identifier les actions techniques



16

actions

12

avec détails

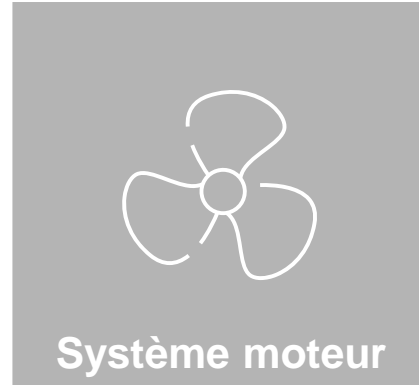


8

actions

7

avec détails



16

actions

2

avec détails



19

actions

6

avec détails



10

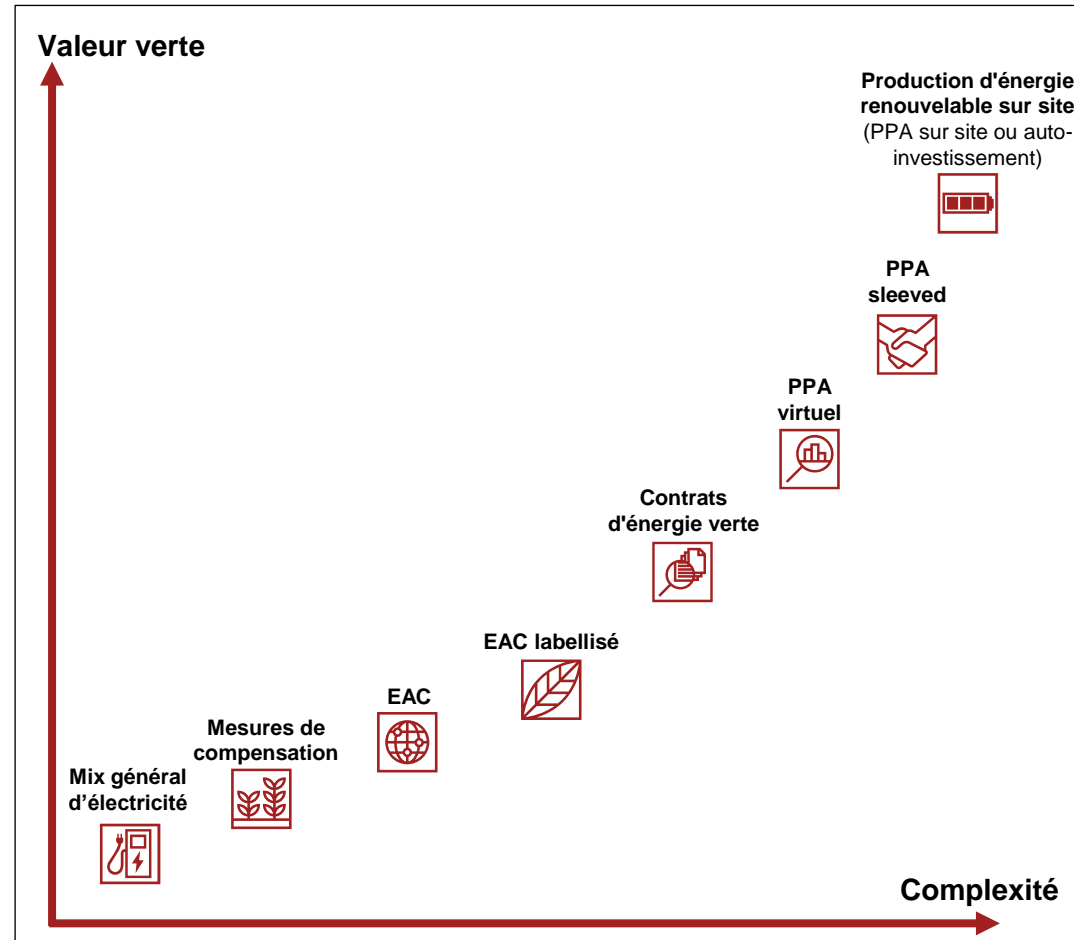
actions

3

avec détails

Un industriel doit se positionner sur les différents mécanismes d'approvisionnement d'énergie verte en équilibrant la valeur verte et la complexité de leur mise en œuvre

Proposition de « Green Value » de solutions d'approvisionnement en électricité renouvelable*



Contrôle total de l'origine, de l'additionnalité, de la production et de la consommation de l'électricité renouvelable, ainsi que de l'indépendance énergétique

(Les PPA sur site pourraient avoir la même valeur verte que la production propre)



Respect des principes d'additionnalité (la plupart du temps), mais la production et la consommation ne sont pas nécessairement synchronisées - l'origine de l'électricité n'est pas toujours « verte »

(Les contrats de paiement à la production ont donc une valeur verte plus élevée)



Au-delà des inconvénients des PPA sleeved, les PPA virtuels sont des instruments financiers, de sorte que la corrélation entre la production et la consommation est théoriquement absente.

*(Les PPA financiers d'un marché différent** ne peuvent pas être considérés dans les objectifs du SBTi)*



L'association des EAC aux contrats d'approvisionnement pourrait avoir une valeur verte relativement élevée car elle peut, dans certains cas, garantir la corrélation et l'additionnalité

(Sans corrélation ni additionnalité, les contrats verts ne sont pas beaucoup plus efficaces que les GO)



Les labels sont utilisés pour distinguer les certificats énergétiques les plus respectueux de l'environnement en certifiant le financement de nouveaux actifs, en garantissant la production locale, etc.

(Les EAC labellisés peuvent avoir une valeur verte différente en fonction des labels proposés)



Les EAC dégroupés sont le moyen le moins complexe et le moins écologique de s'approvisionner en énergie verte, mais ils n'aident en rien à la transition énergétique.

(Les normes sont plus strictes en ce qui concerne les EAC afin d'éviter les risques d'écoblanchiment)



N'aborde pas la réduction des émissions mais la compense seulement, le risque d'atteinte à la réputation, par exemple l'écoblanchiment, est relativement élevé en fonction de la qualité de la compensation.

(Le SBTi n'accepte pas les compensations carbone pour les objectifs à court terme des scopes 1 et 2)



Pas d'impact spécifique sur la transition écologique ni sur le développement des énergies renouvelables











*L'approvisionnement en gaz renouvelable n'est pas encore suffisamment mature pour évaluer la valeur verte par rapport à la complexité, mais il suivra probablement une logique similaire à celle de l'électricité.

** Le marché de l'électricité renouvelable se réfère à une zone dans laquelle les lois et le cadre réglementaire régissant le secteur de l'électricité sont cohérents, les réseaux électriques sont largement interconnectés et les services publics/fournisseurs reconnaissent les attributs énergétiques des uns et des autres.

Sources : Analyse Strategy&

Les aides publiques contribuent à réduire les investissements et à améliorer la rentabilité du projet de décarbonation

Zoom sur cinq dispositifs d'aide à l'investissement par typologie de projet

	CEE	Tremplin 40 – 50% d'aide	Fonds Chaleur 30 – 60% d'aide	DECARB IND 30 – 60% d'aide	DECARB IND+ 30% d'aide
 Récupération de chaleur fatale	TRB > 3 ans ⁽¹⁾		> 1 GWh/an ⁽²⁾	Briques non éligibles Fonds Chaleur <i>voir ci-dessous</i>	<i>voir ci-dessous</i>
 Pompes à chaleur		PAC solaire < 25 m ² ⁽²⁾	PAC solaire > 25 m ² ⁽²⁾ et < 250 m ²		
 Réseaux de chaleur		> 65% nouveau EnR	Associé à géothermie ou chaleur fatale		
 Géothermie		< 25 MWh/an ⁽²⁾	> 25 MWh/an ⁽²⁾		
 Solaire thermique		< 25 m ² ⁽²⁾	> 25 m ² ⁽²⁾ et < 500 m ²	Solaire thermique à concentration <i>voir ci-dessous</i>	
 Chaudières biomasse		< 1,2 GWh/an ⁽²⁾	> 1,2 GWh/an ⁽²⁾ et < 12 GWh/an		
 Electrification					Aide > 30 m€ - 40% CO ₂ ou 20% EE
 Autres évolutions de mix énergétique				Capex > 3 m€ Aide < 30m€ > 1 ktCO ₂ évité	
 Efficacité énergétique	TRB > 3 ans ⁽¹⁾				<i>voir ci-dessus</i>
 Captage du CO ₂					

⁽¹⁾ Pour les CEE spécifiques

⁽²⁾ Hors Contrats Chaleur Renouvelable

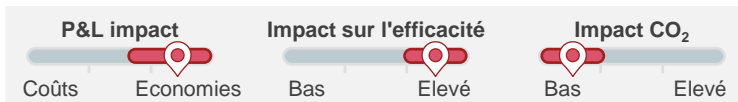
Notes :

- Le redémarrage de DECARB IND et DECARB IND+ n'a pas encore été annoncé ; les cahiers des charges pourront évoluer.
- TRB = Temps de Retour Brut
- EE = Efficacité Énergétique

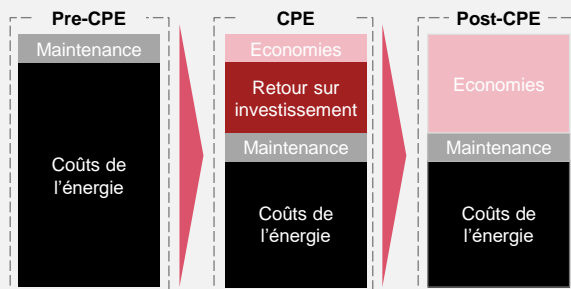
Le financement par un tiers permet d'améliorer l'efficacité énergétique et l'approvisionnement vert sans avoir à investir avec son propre capital

Tiers-financement

Contrats de performance énergétique (CPE)



- L'ESCO garantit au client un niveau de performance énergétique pour ses installations/bâtiments.
- L'ESCO met en œuvre le projet et utilise le flux de revenus provenant des économies de coûts pour rembourser les coûts du projet.

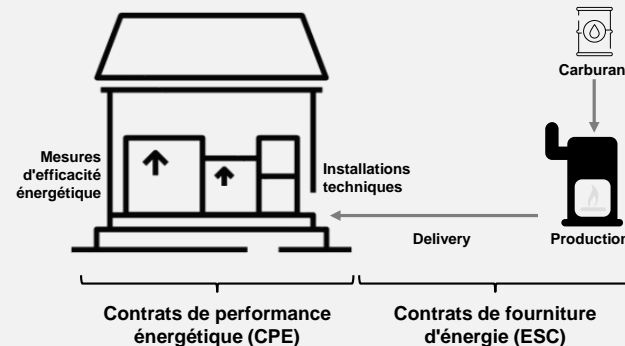


Efficacité énergétique

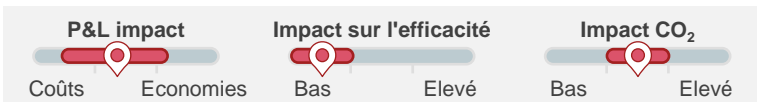
Contrats énergétiques intégrés (IEC)



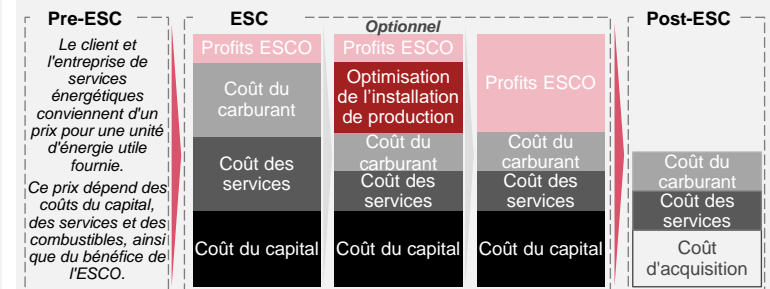
- Combine les éléments de l'ESC et du CPE.
- Permet un approvisionnement en énergie efficace grâce à la mise en œuvre de mesures d'efficacité énergétique axées sur la demande.



Contrats de fourniture d'énergie (ESC)



- L'ESCO fournit de l'énergie utile (par exemple, chauffage, refroidissement, vapeur, air comprimé).
- L'ESCO gère l'ensemble du processus, en veillant à ce que le client reçoive l'énergie nécessaire (planification, construction, exploitation, maintenance et combustible).



Approvisionnement en énergie verte


Le bon séquençement des actions de décarbonation est primordial afin d'assurer une bonne implication des équipes et de garantir le succès de leur mise en place

Guidelines pour la mise en place des actions

2024

2030

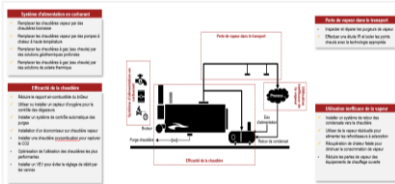
- Réaliser un **bilan énergétique** de l'usine et identifier les **principaux postes d'émissions**
- Etudier les listes d'actions, et **sélectionner et classer les actions pertinentes** (ex : Quick Win, Must have, Big move)
- Déterminer le **séquençement des actions** à mettre en place sur les prochaines années



Quick Win

1 an

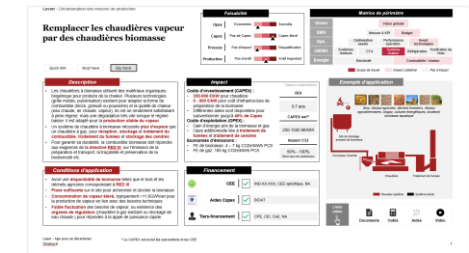
- Vérifier et sélectionner les **fiches techniques process** pertinentes
- Déléguer à l'équipe opérationnelle** le déploiement des actions « Quick Wins » pour les impliquer dans les actions de décarbonation



Must have

2 ans

- Impliquer les équipes techniques** dans la définition et le déploiement des actions « Must have »
- Faire appel à des **fournisseurs** selon le besoin pour évaluer les **solutions techniques** adaptées aux besoins du site



Big move

1-2 ans

>2 ans



- Réaliser une **étude** du besoin réel de l'usine et faire appel à plusieurs fournisseurs afin d'obtenir la **proposition technique et financière** (subventions, options tiers-financement...)
- Validation** de la direction et **prise de décision** sur la solution et l'approche financière la plus adaptée
- Coordination avec le prestataire** afin de mitiger les contraintes d'interruption de la production et de requalification de process

Intégration des actions dans le planning de l'usine pour profiter des arrêts opérationnels planifiés

Suivi continu de la mise à jour des subventions tous les ans

En segmentant les activités en trois types d'usines, nous pouvons identifier des actions et défis clés spécifiques

Actions clés et principaux défis par type d'usine

	 Usine « Forme sèche »	 Usine « Stérile / biologique »	 Usine « Conditionnement »
<i>Spécificités de consommation</i>	Consommations importantes de CTA avec un besoin de chaleur modéré (~50°C)	Consommations importantes de vapeur pour la production EPPI et la stérilisation de procédés	Consommations importantes en électricité
Actions clés¹⁾	<ul style="list-style-type: none">✓ <u>Augmenter le taux de recyclage de l'air rejeté dans les salles blanches</u>✓ <u>Réduire le taux de renouvellement de l'air (TRA)</u>✓ <u>Remplacer les chaudières à gaz (eau chaude) par des solutions de géothermie profonde / de solaire thermique</u>✓ <u>Installer des pompes à chaleur pour substituer l'usage de vapeur et d'eau chaude</u>	<ul style="list-style-type: none">✓ <u>Remplacer les chaudières à gaz (vapeur) par des chaudières biomasse</u>✓ <u>Remplacer les installations de distillation par des procédés EPPI froide</u>	<ul style="list-style-type: none">✓ <u>Produire de l'énergie verte sur site</u>✓ <u>S'approvisionner en énergie verte au travers de PPA</u>✓ <u>Signer des contrats d'électricité verte avec les fournisseurs d'énergie</u>
Principaux défis	<ul style="list-style-type: none">• Arrêt de production et requalification pour modifier les configurations et les paramètres des CTA• Accessibilité et disponibilité suffisantes de ressources naturelles et de terrains à proximité• Développement de réseau d'eau chaude usine ou chauffage urbain• Faible visibilité sur le renouvellement des aides publiques à la géothermie / solaire thermique de petite et grande taille	<ul style="list-style-type: none">• Disponibilité et pérennité de l'usage de la biomasse conformément à la directive RED III• Pérennité des aides publiques aux chaudières biomasse dépendante du gisement disponible• Financement conséquent (ex : biomasse)• Réglementation EPPI froide non acceptée pour certains clients et pays (ex : Chine / Inde)	<ul style="list-style-type: none">• Réduction d'émission insuffisante au travers de la production sur site (~30% de la consommation d'énergie)• Approvisionnement de PPA difficile pour les PME en raison de leur faible consommation énergétique (regroupement de PME pour la négociation de contrats)• Perception de Greenwashing en raison de l'approvisionnement de garanties d'origine (GO)

La majorité des attentes exprimées par les membres du Leem lors des entretiens ont été pris en compte et traitées dans le cadre de l'étude

Attentes de l'étude

 Benchmark de bonnes pratiques	 Leviers opérationnels et modèles opératoires	 Retour d'expérience sur les technologies	 Financement des actions de décarbonation	 Achat optimal d'énergie verte
<p>« ... obtenir un benchmark de bonnes pratiques et les actions de décarbonation recommandées (notamment pour les PME) afin de gagner du temps »</p>	<p>« ... avoir accès à un catalogue de différentes actions applicables au secteur du médicament avec des informations sur les gains et les coûts »</p>	<p>« ... obtenir un retour d'expérience sur certaines nouvelles technologies de réduction de consommation d'énergie (ex : pyrogazéification, risque sourcing de biomasse) »</p>	<p>« ... évaluer les coûts associés aux différents projets de décarbonation, la rentabilité ainsi que le retour sur investissement »</p>	<p>« ... comprendre quelle est la meilleure approche pour investir dans l'énergie verte (contrats avec Garantie D'origine, PPA...) »</p>
<p>« ... obtenir des mises à jour sur la veille réglementaire et technologique du secteur du médicament afin de pouvoir avoir un benchmark et adapter les consignes »</p>	<p>« ... obtenir des informations sur le management de projet, notamment l'approche et la méthodologie opérationnelle à suivre pour chaque action »</p>	<p>« ... comprendre quelles seraient les meilleures alternatives pour remplacer les chaudières à vapeur et quel serait le seuil de rentabilité »</p>	<p>« ... comprendre les subventions et les aides associées à chaque technologie ainsi que l'impact financier et opérationnel de chacune »</p>	<p>« ... obtenir un consensus sur l'approche d'approvisionnement d'énergie verte dans le secteur du médicament afin d'éviter le Greenwashing (Energy Efficiency first) »</p>

D'autres sujets pourraient être mis en œuvre pour permettre aux industriels du secteur d'améliorer leur décarbonation

Ouverture sur des sujets transverses en prochaines étapes



Partager les benchmarks de paramètres opérationnels et le retour d'expérience sur de nouvelles technologies
(ex : consignes CTA et purification de l'eau, pyrogazéification, oxy-combustion...)



Suivre et alerter les adhérents du Leem sur les changements réglementaires et technologiques liée aux décarbonations
(ex : acceptation du EPPI froide en Chine, température d'assainissement de l'eau, paramètres des salles blanches...)



Se positionner sur le mécanisme d'approvisionnement d'énergie verte recommandé en s'alignant avec l'évolution des standards internationaux (ex : mise-à-jour du GHG Protocol mi-2024)



Mettre en place des évaluations de prestataires de décarbonation afin de faciliter l'accès à des fournisseurs de confiance
(ex : système vapeur, CTA, purification de l'eau)



Négocier des tarifs préférentiels filières pour les CEE avec les fournisseurs d'énergie

2

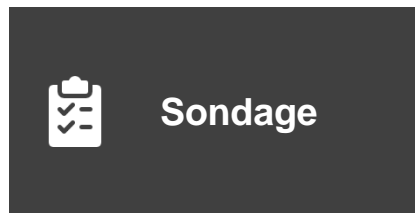
Etat des lieux

Nous avons réalisé 10 entretiens et 2 visites de site en complément des 25 réponses au sondage obtenues

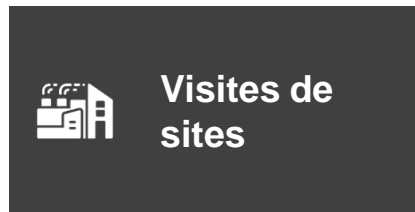
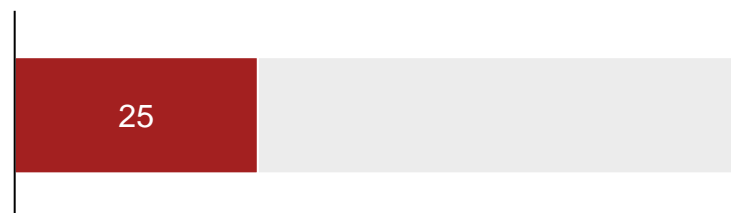
Aperçu de l'état d'avancement



Entretiens



Sondage



Visites de sites



10 entretiens réalisés

25 réponses obtenues

2 visites réalisées

Diversité des entreprises et personnes interrogées

Taille d'entreprise

- PME
- ETI
- GE

Type de structure

- Fabricants
- CDMO

Type de produit

- Chimie non stérile
- Chimie stérile
- Biologique

Niveau de produit fini

- Excipient
- API
- Médicament

Type de profil

- Direction générale
- Direction HSE / RSE
- Direction industrielle

2.1 Sondages



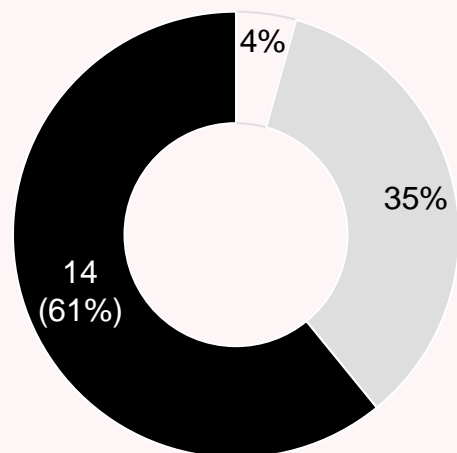
Les ambitions des membres du Leem interrogés sont en phase avec celles de l'industrie française sondée par l'Usine Nouvelle

Sondage : Ambitions en matière de transition énergétique et de décarbonation

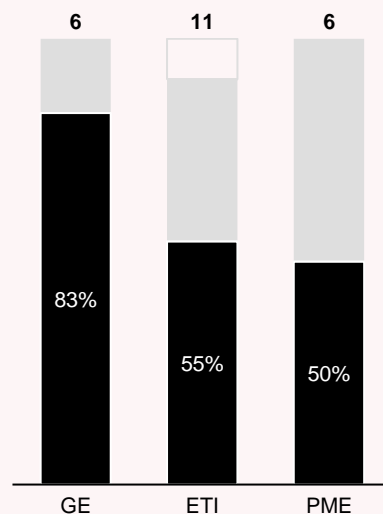
Sondage Leem

Base 23 répondants – réalisé en mars 2024

Répartition par type de réponse



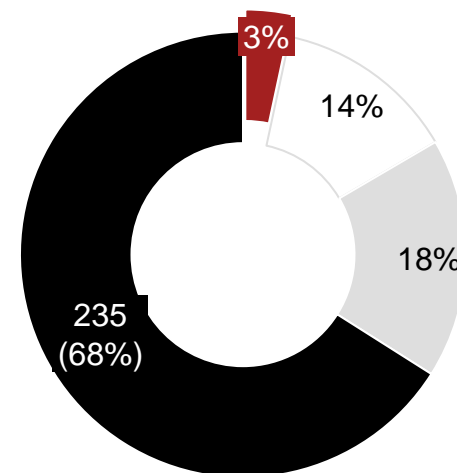
Répartition par type de réponse et taille



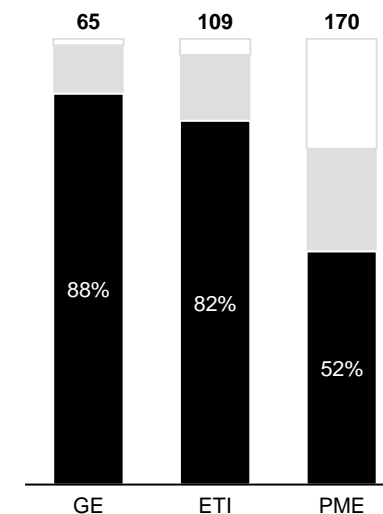
Enquête Usine Nouvelle

Base 344 répondants – réalisé en décembre 2023

Répartition par type de réponse



Répartition par type de réponse et taille

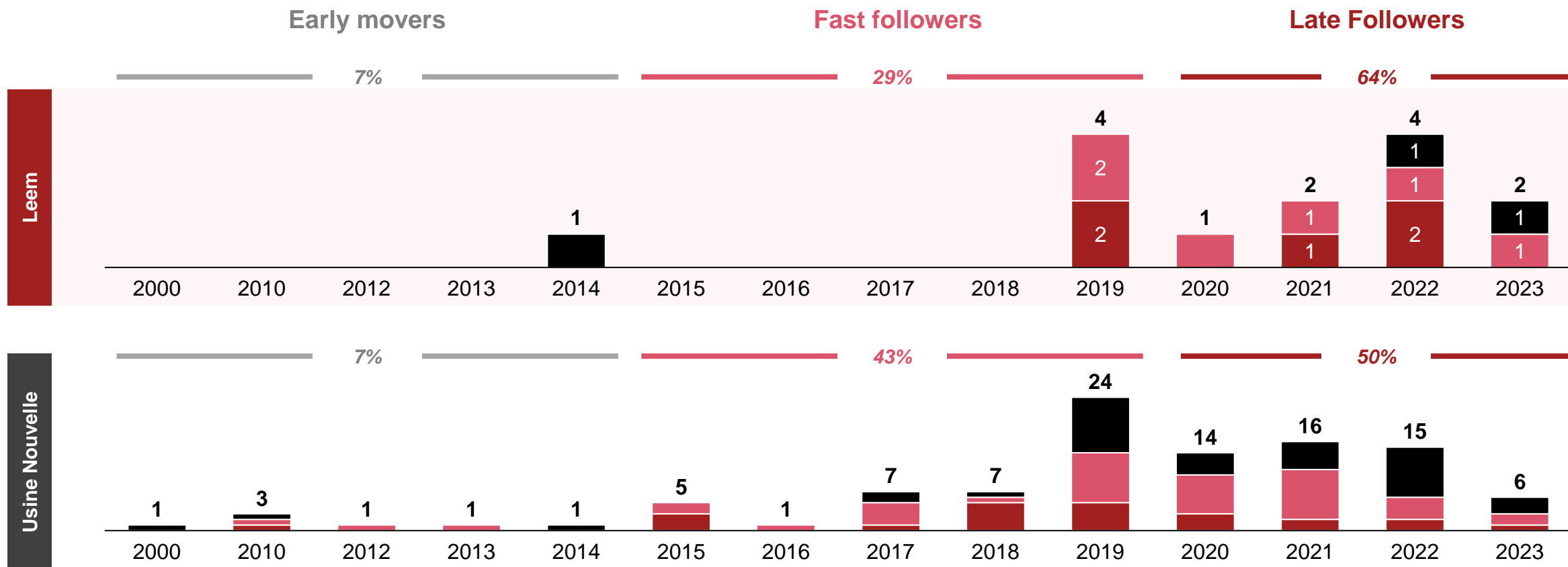


Oui, c'est déjà le cas
 Non, mais c'est prévu
 Non, et ce n'est pas prévu
 Ne sait pas

~64% des membres du Leem interrogés ont défini l'année de référence de leurs objectifs entre 2020 et 2023

Année de référence des objectifs de transition énergétique et de décarbonation

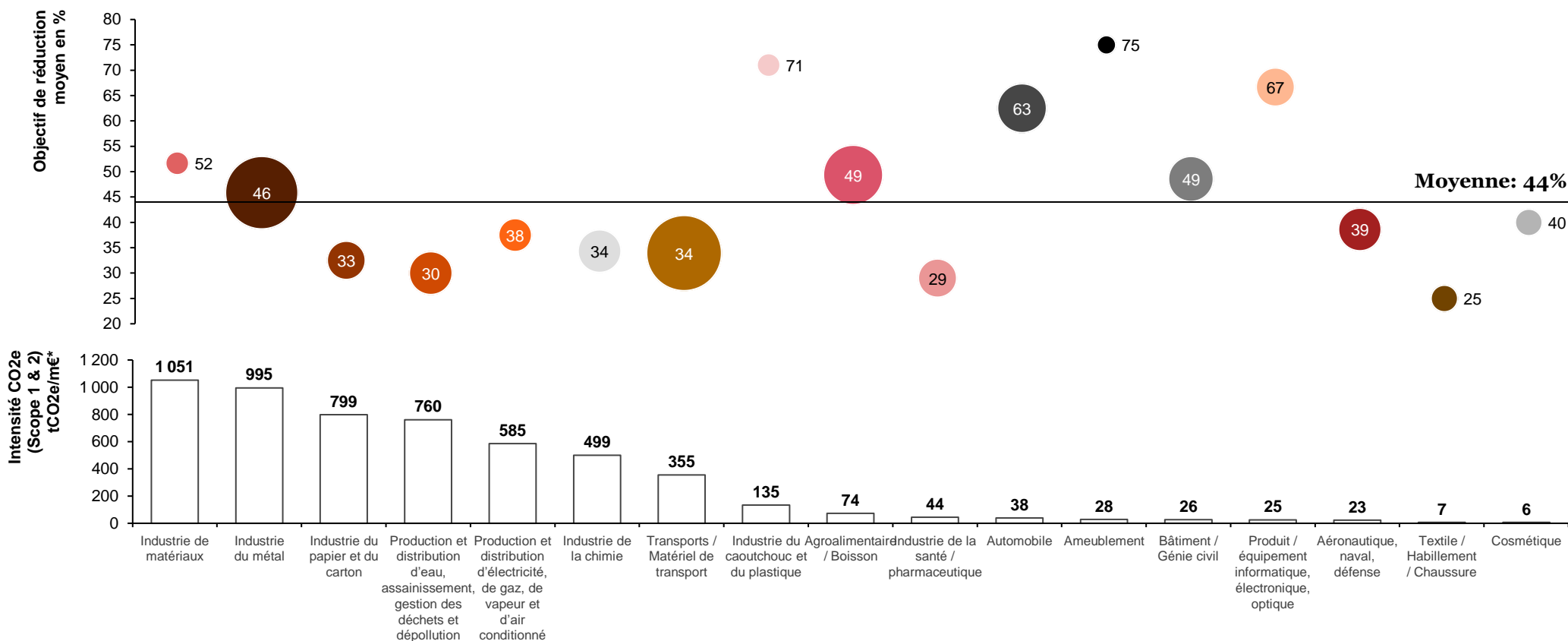
Base 14 répondants (Leem), 102 répondants (Usine Nouvelle)



L'objectif moyen de réduction de 37% des entreprises pharmaceutiques interrogées se rapproche de la moyenne de l'industrie

Objectif de réduction de la consommation énergétique

Enquête Usine Nouvelle



Sondage Leem

Base 12 répondants

Moyenne: 37%

37

Objective de réduction X

Nombre de répondants

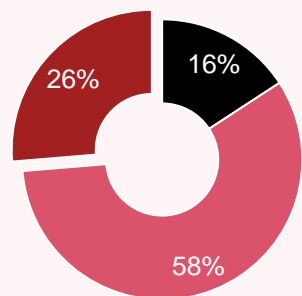
Un quart des entreprises interrogées se situent en retard par rapport à leurs objectifs de transition énergétique et de décarbonation

Performance par rapport aux objectifs fixés

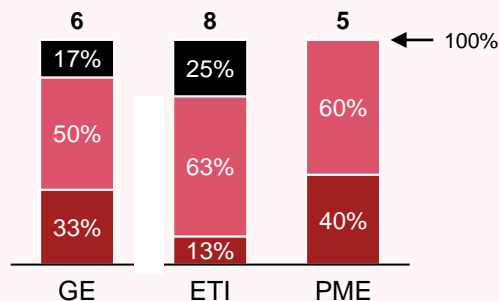
Sondage Leem

Base 19 répondants

Répartition par type de réponse



Répartition par type de réponse et taille

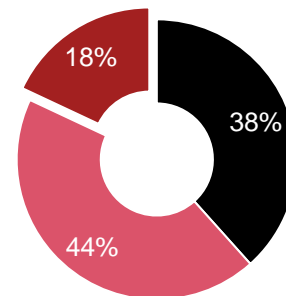


- Seulement **16%** des entreprises estiment avoir dépassé leurs attentes initiales, un pourcentage inférieur aux **38%** obtenus de l'enquête Usine Nouvelle et représentant ainsi la moyenne des différents secteurs
- La majorité des membres du Leem interrogés, soit **58%** (vs. 44% Usine Nouvelle), estiment être à niveau par rapport aux objectifs fixés, alors que **26%** (vs. 18% Usine Nouvelle) estiment être en retard

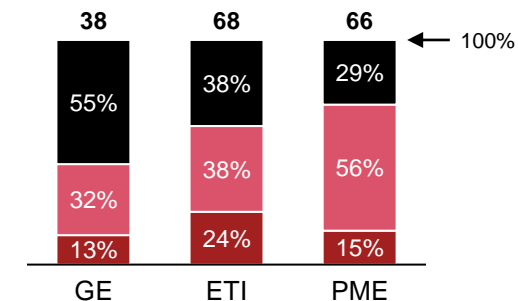
Enquête Usine Nouvelle

Base 172 répondants

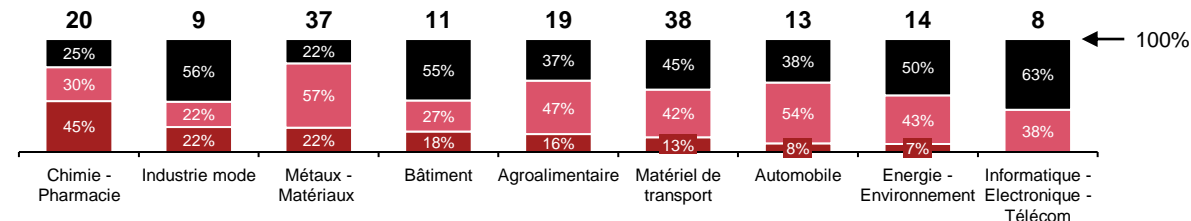
Répartition par type de réponse



Répartition par type de réponse et taille



Répartition par type de réponse et par secteur



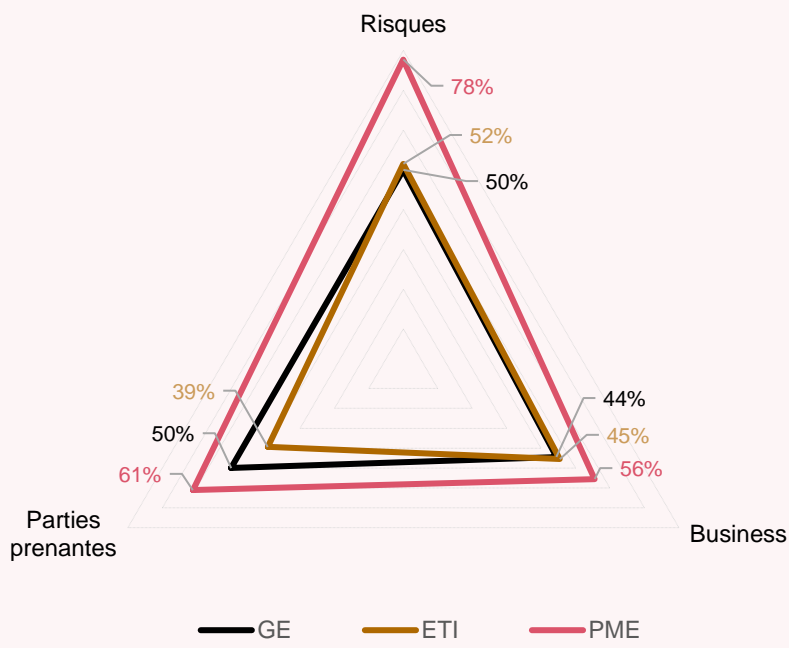
Les membres du Leem interrogés montrent une motivation plus élevée par rapport à l'industrie française, notamment grâce à la forte volonté des PME à se décarboner

Sondage : Motivations au déploiement de la transition énergétique et de la décarbonation

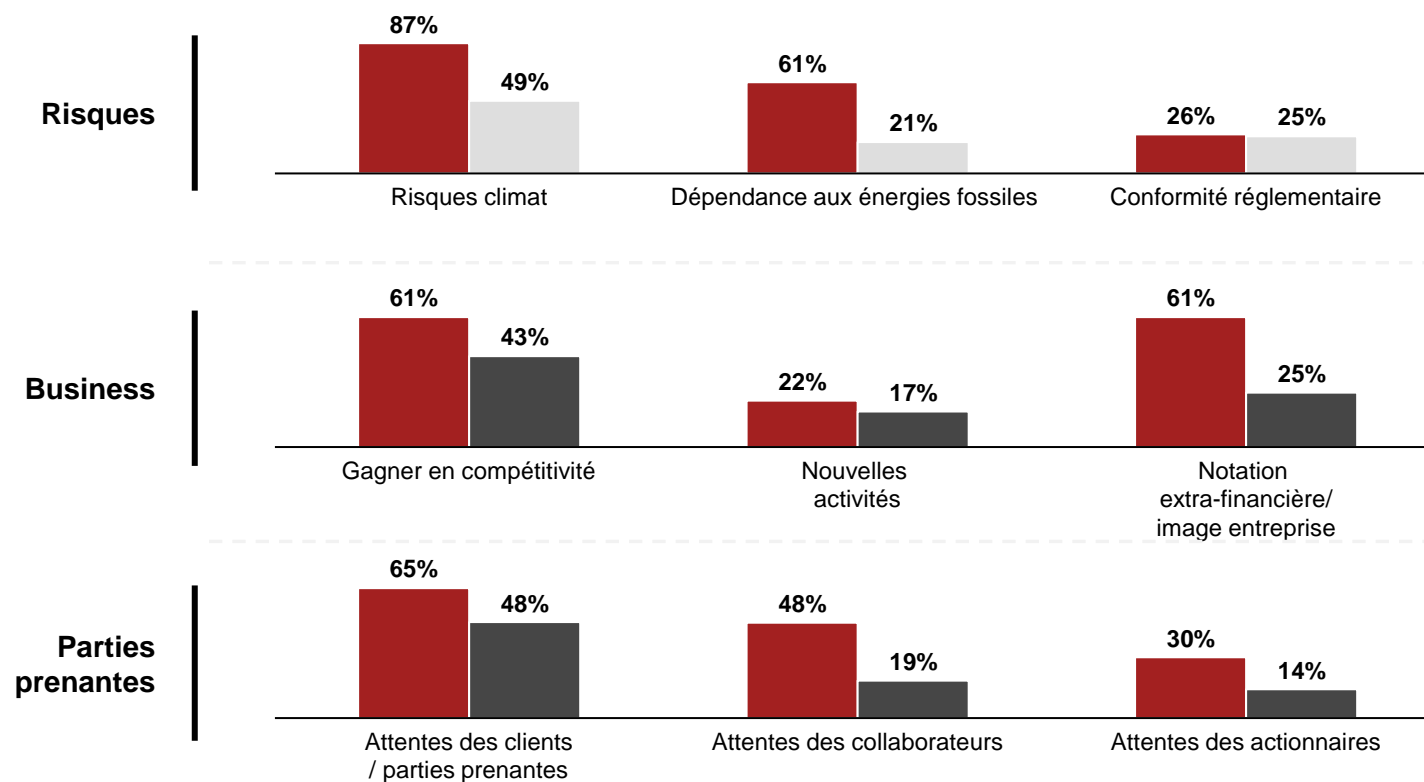
Sondage Leem

Base 23 répondants

Répartition des réponses par type de motivations et par taille d'entreprise



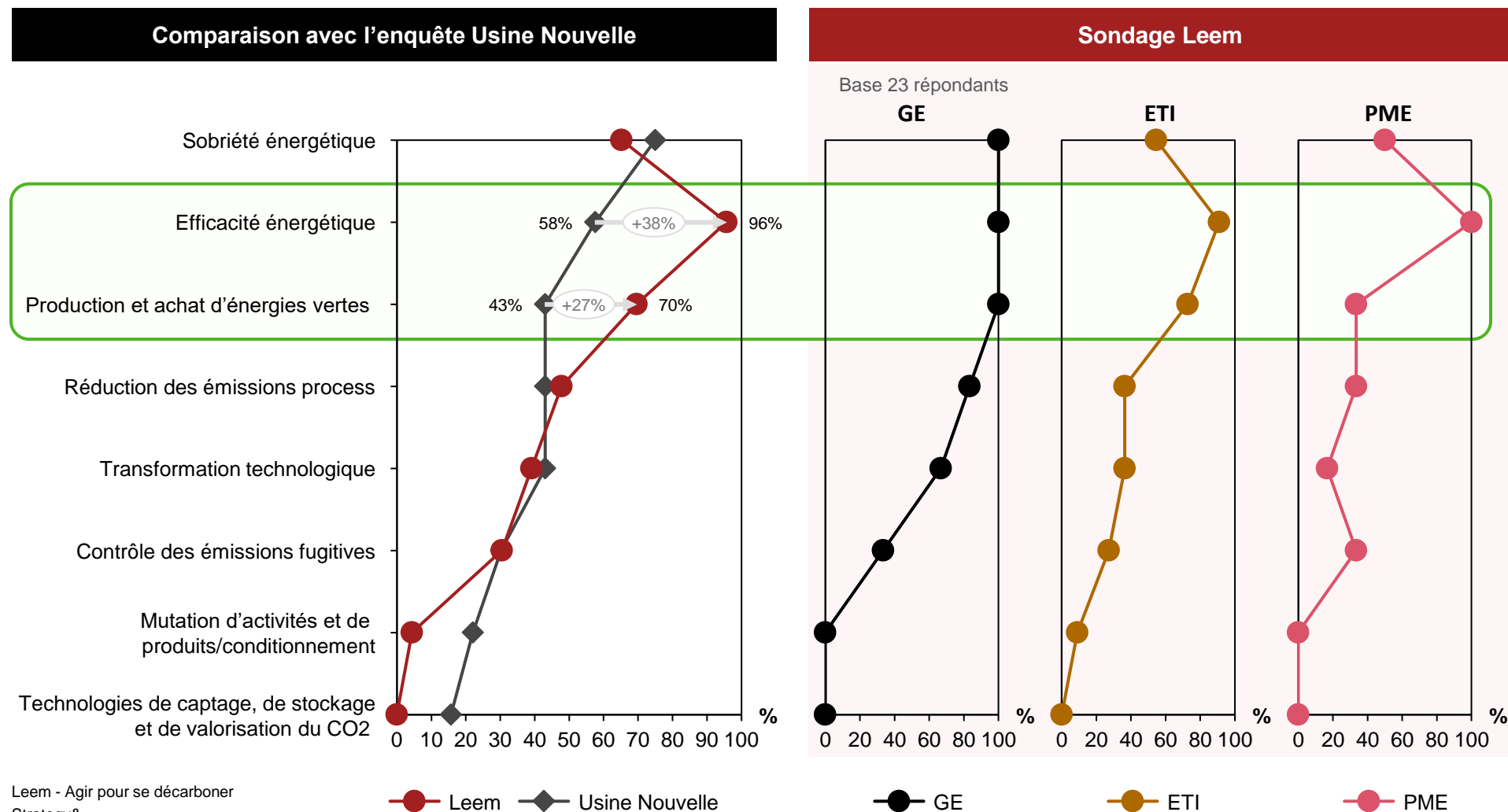
Comparaison avec l'enquête Usine Nouvelle



■ Leem ■ Usine Nouvelle

La majorité des membres du Leem interrogés ont une forte conviction par rapport au levier d'efficacité énergétique dans leur décarbonation

Sondage : Leviers en matière de transition énergétique et de décarbonation



- **L'efficacité énergétique** est estimée comme un levier très important dans le secteur du médicament, à la fois pour les GE, les ETI et les PME (96% des répondants vs. 58% Usine Nouvelle)

- **La production et achat d'énergies vertes** (70%) sont plus importants pour le secteur du médicament en comparaison avec l'enquête avec l'Usine Nouvelle

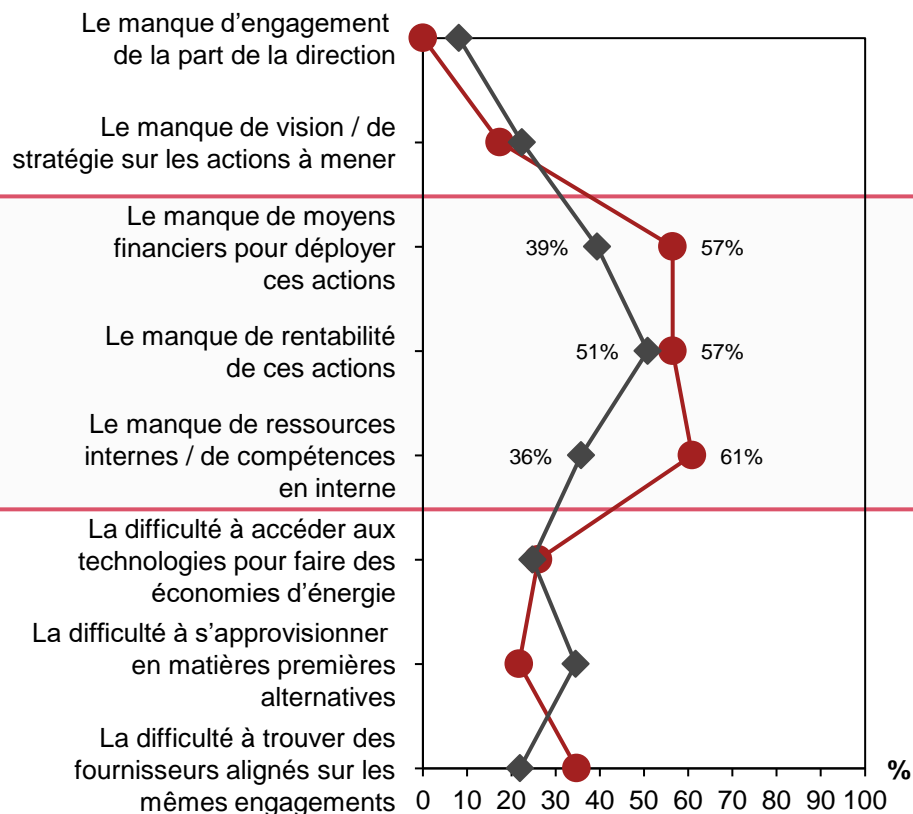
- Au-delà de ces 2 leviers, les **Grandes Entreprises (GE)** priorisent également la **sobriété énergétique** ainsi que la **réduction des émissions process**, un levier plus critique dans le secteur du médicament

Se focaliser sur les actions d'efficacité énergétique notamment pour les PME et ETI, et l'achat d'énergies vertes

Le manque de ressources, de moyens de financement, et de rentabilité des actions restent les principaux freins estimés par les répondants

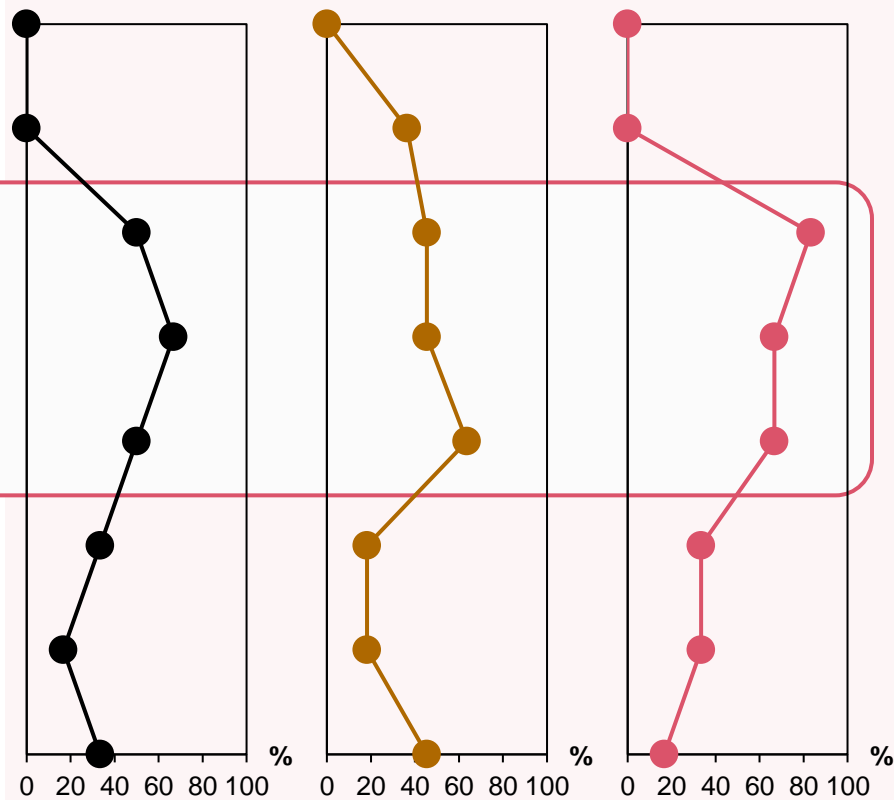
Sondage : Freins au déploiement de la transition énergétique et de la décarbonation

Comparaison avec l'enquête Usine Nouvelle



Sondage Leem

Base 23 répondants



- Le manque de moyens financiers et de rentabilité des actions de transition énergétique et de décarbonation sont des freins importants notamment pour les entreprises de plus petites tailles (57% des répondants). La décarbonation est rentable grâce à l'accès à des aides et mécanismes de financement appropriés

- Le manque de ressources et de compétences dédiées en interne est considéré comme un frein majeur dans la mise en œuvre de projet de décarbonation (61% des répondants vs. 36% Usine Nouvelle)

Identifier l'éligibilité des aides et des subventions pour chaque action, et proposer des mécanismes de tiers financement

2.2 Entretiens



La réalisation des entretiens nous a permis de comprendre les principales clés de réussite des entreprises interrogées dans leurs projets de décarbonation

Entretiens : Facteurs clés de succès



Allocation d'une enveloppe dédiée à la décarbonation

« Nous avons mis en place une **enveloppe budgétaire dédiée à la décarbonation**, incitant les sites à s'engager dans des projets de réduction d'empreinte carbone »

« L'obtention d'un **budget dédié à la décarbonation** a permis l'**accélération de l'atteinte de nos objectifs** de réduction de notre consommation énergétique ainsi que notre empreinte carbone »



Se focaliser sur l'amélioration des utilités pour se décarboner

« Nous nous focalisons sur les projets **Capex** liés aux **utilités** qui sont suffisant pour atteindre nos premiers objectifs de décarbonation sans toucher aux procédés »

« Nous profitons de l'**obsolescence** pour appliquer notre approche de performance énergétique sur les **utilités** au travers le choix d'équipements plus efficaces et performants, ce qui facilite la validation de projets »



Intégration de l'éco-design pour décarboner les procédés

« **L'éco-design** est intégré dans le **processus de R&D** avec des gates pour les molécules. Les chercheurs doivent désormais suivre le processus d'éco-design avant le dossier d'enregistrement »

« L'éco-design vise à intégrer des **considérations environnementales** dès les premières étapes du développement d'un produit, permettant de **traiter le sujet de décarbonation à la source** »



Commencer par les Quick Wins pour avoir des réussites afin de motiver les équipes

« Il est crucial pour les PME d'être **convaincues** par le plan d'action de décarbonation et de se focaliser sur les **bonnes pratiques** »

« Il est important de se concentrer sur les **Quick Wins** et les **success stories** avant de s'attaquer à des projets plus complexes »



Partage d'informations entre les différents sites et benchmark des bonnes pratiques

« Il est très important d'avoir la possibilité de voir les **projets effectués** sur les autres sites et de réaliser des **benchmarks**, afin de capitaliser sur les **connaissances** spécifiques des sites et sur ce qui a été déjà réalisé »

« Il est primordial de trouver des **bonnes pratiques** communes entre les sites et de **tirer des leçons** des expériences passées »

La réalisation des entretiens nous ont permis d'identifier les principaux freins auxquels les entreprises interrogées font face dans leur décarbonation

Freins



Financement de projets de décarbonation

« Le **coût** des actions de décarbonation reste un frein important lors de la prise de décision et les **subventions** sont souvent complexes à identifier »

« Pour les fournisseurs, le **budget** dépend beaucoup de l'**acheteur** et de ses ambitions de décarbonation et de financement »



Manque de contrôle sur le prix de vente

« Il est difficile d'augmenter le **prix de vente** en raison des contraintes réglementaires entourant nos médicaments, ce qui limite considérablement notre marge de manœuvre pour investir dans des initiatives de décarbonation »

« En tant que **CDMO**, nous faisons face à un défi majeur dans notre plan de décarbonation et il est difficile pour nous d'augmenter nos **marges** pour financer des projets qui ne sont pas liés à la performance »



Complexité de la requalification des procédés et surqualité au niveau des consignes

« Le changement des procédés est compliqué en raison des **réglementations** et peut durer jusqu'à 10 ans. Des **optimisations** peuvent être réalisées, notamment en termes d'optimisation des standards et des consignes »

« Nous avons un historique de **surqualité** en 2010 sans une vision de développement durable. Actuellement, nous avons **changé de mentalité** suite à la prise de conscience des enjeux financiers liés à l'énergie en 2022 »



Compétitivité des ressources déployées sur d'autres sujets prioritaires

« **L'accès aux ressources** est souvent un sujet important auquel nous faisons face, que ce soit en interne ou en externe »

« Nous avons des difficultés à trouver des **prestataires externes** disponibles rapidement pour lancer les différents chantiers »



Manque de visibilité dans l'organisation de la production

« **L'arrêt de la production** pour effectuer des actions de décarbonation est un challenge pour nous, notamment pour le stérile »

« Il est difficile pour nous d'organiser la production afin de minimiser l'impact de l'arrêt de certaines machines et **maintenir les flux** »

Les entretiens nous ont permis d'identifier et d'obtenir un retour d'expérience sur une liste de ~70 initiatives lancées par les membres du Leem

Actions et initiatives

Recueil d'actions et d'initiatives des entretiens

Nous avons collecté plus de ~70 initiatives lors des entretiens, notamment des actions sur les :

- Centrales de traitement d'air (CTA)
- Chaudières
- Pompes à chaleur
- Groupes froids
- Compresseurs
- Ventilateurs
- Achat d'énergie vertes
- Purification de l'eau
- ...

Nous avons défini une grille d'évaluation pour définir une matrice selon 4 niveaux de maturité

Entretiens : Grille d'évaluation de la maturité

Illustratif

Définition globale des niveaux de maturité

Niveau de maturité 4	La décarbonation est atteinte et réalisée
Niveau de maturité 3	La décarbonation est systématiquement prise en compte dans les projets
Niveau de maturité 2	Les actions de décarbonation sont réalisées occasionnellement
Niveau de maturité 1	La décarbonation n'est pas considérée dans la prise de décision

Illustration de la grille d'évaluation

Catégories	Niveau de maturité			
	1	2	3	4
Environ	1	2	3	4
Vision globale	Objectif défini	Faible de coupe dédiée	Budget alloué et grille de actions définies et mes en place	Actions implémentées par les équipes au quotidien
Energy	2	3	4	5
Monitoring & KPI	Compteur d'énergie et KPI au niveau du site KPI énergie clés, annualement	Compteur d'énergie et KPI au niveau des principaux utilités / équipements énergétiques Objectif cible d'énergie défini mensuellement Exam par rapport à l'objectif comparé et analysé	Compteur d'énergie et paramètres process au niveau des principaux utilités et machines énergétiques KPI assignables et adaptés aux équipes ("Distance excellence") Plans d'action suivis régulièrement	Une stratégie de monitoring pour suivre la performance des utilités et des ateliers de production au niveau du site avec un benchmark et de suivi avec des alertes des dérives (KPI indic)
Budget	Decarbonation project are made on opportunistic basis Lack of visibility on the decarbonation projects	Decarbonation projects benefit from lower WACC or internal CO2 price	Dedicated Capex envelope for decarbonation roadmap roll out	Dedicated Capex envelope with a clear rule of allocation for Capex, and Capex project to order to optimize the decarbonation cost
Operations	1	2	3	4
Optimisation des assets	Performance énergétique connue Gaspillage et consommation indépendante du besoin	Consommation énergétique considérée dans la planification de la production Régulation et définition des setting points sur certains process (Demande et sans suivi)	Consommation énergétique considérée comme un principal levier dans la production Régulation et définition des setting points (automatique avec suivi)	Mitigation d'assets les plus efficaces en énergie à 100% (DTE) Etude globale pour considérer les régulations automatisées et les interactions entre les process en considérant la qualité en premier et l'énergie, consommation d'énergie comme le 2ème levier
Performance opérationnelle	Performance des équipements non connue Fiabilité des équipements et des réseaux pour assurer la production	Performance des équipements connue mais les leviers d'amélioration de la performance ne sont pas identifiés Politique préventive de maintenance	Performance des équipements suivie et quelques leviers actifs manuellement par l'opérateur (log process control) Politique prédictive de maintenance Réallocation d'assets spécifiques et globales au le sujet Intégration chaleur en place dans le procédé et entre d'assets opérationnels	Optimisation sur la base de charge et la variabilité des process automatisés (log, Advanced Process Control, APC) Politique de maintenance rattachée au suivi énergétique De quelle manière sur les nouvelles technologies... Déploiement de levier les plus puissants sur l'intégration chaleur (e.g. HX, pompe à chaleur, ORC, Groupes froids adiabatiques...)
Investissement technologies de décarbonation	Energy par kilo is not made and energy consumer is not identified	Plan thermique réalisé Intégration de chaleur au sein du même procédé	1	2
Unités	1	2	3	4
Systèmes à moteurs	Efficacité énergétique inconnue (pompes, moteurs, compresseurs, ventilateurs) et absence d'actions d'amélioration	Bonnes pratiques de moteurs réalisées (remplacement de moteur par IE3/IE4, maintenance optimisée, réglage avec analyse TCO) Fuites d'air comprimé, de pompe et de ventilateurs chassées et réparées	Variateurs de fréquences (VFD) sont en place pour le contrôle de débit sur le besoin fluctuant Le besoin d'utilités est adapté à la production (pression du réseau, air comprimé, débit de l'air recyclé, ...)	Systèmes de pompe / ventilateur / compresseur bien dimensionnés avec les bons rendements Contrôle de groupe de compresseur réalisé par un système intelligent
Salles blanches	Efficacité énergétique non prise en compte dans la conception/qualification de salles blanches	Conditions de fonctionnement de CTA (débit, taux de renouvellement, taux de recyclage, température, RH, pression...) revue pour minimiser la consommation énergétique de la salle blanche	Différents régimes de fonctionnement de CTA qualifiés et adaptés selon les différentes activités des salles blanches (production, non-production, week-end...) afin de minimiser la consommation énergétique	Contrôle centralisé et automatisé des CTA avec les sondes pour monitorer la condition de l'air en temps réel (e.g. salles blanches intelligentes...) Source de chaleur et froid est produite avec un système efficace et décarboné (e.g. pompe à chaleur, groupe froid adiabatique, système ventilation équipé d'un échangeur de chaleur pour récupérer de l'énergie)
Réfrigération	Absence de mesures ou d'actions d'efficacité énergétique Système de rendement inférieur au benchmark	Monitorer l'efficacité du groupe froid (e.g. frigorifuge maintenu en bon état)	Camigne de température adaptée en fonction du besoin (réduction de température de condensation, adaptation de la température de l'évaporateur en fonction du besoin des process) Régulièrement contrôlés en cascade pour réduire la charge frigorifique du système	Production de froid efficace avec des technologies haut rendement même en faible régime (e.g. système de contrôle intelligent, moteur VFD, compresseur haut rendement) Régulation de chaleur sur le groupe froid en fonction de la charge Récupération de frigorie est considérée dans le process (échangeur de chaleur...)
Systèmes à vapeur	Absence de mesures ou d'actions d'efficacité énergétique Système de rendement inférieur au benchmark	Fuite de vapeur chassées et réparées (calorifuge en bon état)	Chaudière maintenue à très haut rendement quel que soit le besoin de vapeur (procédure de condensation, réglage du brûleur pour avoir un faible oxygène en fumée, présence d'un économiseur)	Vapeur produite par des ressources renouvelables (géothermie, biomasse, pompe à chaleur, récupération de chaleur de procédés)
Purification de l'eau	Pas de process de purification de l'eau	Réduction du gaspillage de l'eau purifiée Paramètres de purification de l'eau revus pour améliorer l'efficacité énergétique	Benchmark sur utilisation de la meilleure technologie dans la production d'eau purifiée selon le procédé	Process de purification et traitement de l'eau optimisé
Subst et production d'énergie	1	2	3	4
Electricité	Contrats d'énergie conventionnels	Contrats d'électricité avec garantie d'origine renouvelable	>50% d'électricité sourcé en PPA	>50% d'électricité sourcé en provenance de production de renouvelable on site
Combustible / chaleur	Contrats énergie fossile	Contrats avec garantie d'origine biogaz / Géothermie	50-60% de chaleur en provenance de Biogaz / Biomasse / Géothermie	>50% de chaleur en provenance de Biogaz / Biomasse / Géothermie

Exemples de niveaux de maturité

Système moteur

- Niveau de maturité 4** : Systèmes de pompe / ventilateur / compresseur bien dimensionnés avec les bons rendements ; contrôle de groupe de compresseur réalisé par un système intelligent
- Niveau de maturité 3** : Variateurs de fréquences (VFD) sont utilisés pour le contrôle de débit sur le besoin fluctuant ; le besoin d'utilités est adapté à la production (pression du réseau, air comprimé, débit de l'air recyclé, ...)
- Niveau de maturité 2** : Bonnes pratiques de moteur réalisées (remplacement de moteur par IE3/IE4, transmission optimisée, rebobinage avec analyse TCO) ; fuites d'air comprimé, de pompe et de ventilateurs chassées et réparées
- Niveau de maturité 1** : Efficacité énergétique inconnue (pompes, moteurs, compresseurs, ventilateurs) et absence d'actions d'amélioration

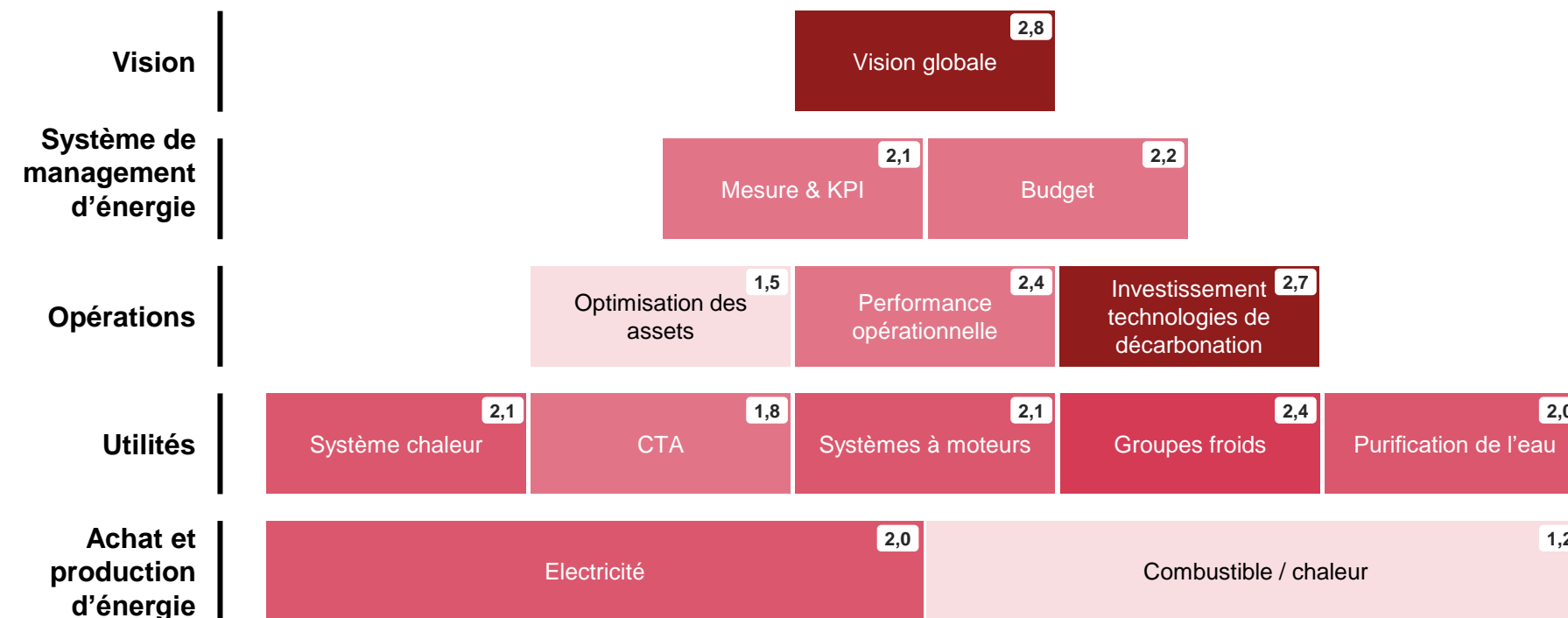
Chaudières

- Niveau de maturité 4** : Vapeur produite par des ressources renouvelables (géothermie, biomasse, pompe à chaleur haute température, récupération de chaleur de procédés)
- Niveau de maturité 3** : Chaudière maintenue à très haut rendement quel que soit le besoin de vapeur (récupération du condensat, réglage du brûleur pour avoir un faible oxygène en fumée, présence d'un économiseur)
- Niveau de maturité 2** : Fuite de vapeur chassées et réparées ; calorifuge en bon état
- Niveau de maturité 1** : Absence de mesures ou d'actions d'efficacité énergétique ; Système de rendement inférieur au benchmark

Nous avons évalué la maturité moyenne des entreprises du médicament sur la base des entretiens réalisés

Entretiens : Matrice de maturité

Base 11 entreprises



- La majorité des entreprises interrogées ont bien identifié leur **vision globale** avec un pipeline d'actions définies et en place
- Plusieurs entreprises ont investi dans les **technologies de décarbonation** au travers la réalisation de projets ou d'études spécifiques
- Les **utilités** sont globalement à un **niveau de maturité moyen** avec des bonnes pratiques générales mises en place
- **L'achat et la production d'énergie** reste une catégorie moins mature, avec un manque d'alignement sur l'approche de transitionner sur de l'énergie verte

Orientation et focus de l'étude sur la décarbonation des utilités et des sources de combustible et de chaleur

Grille d'évaluation de la maturité du site industriel d'adhérents du Leem (1/4)

Matrice de maturité – « Vision » et « EMS »

Vision	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
Vision globale	<ul style="list-style-type: none"> Objectif défini 	<ul style="list-style-type: none"> Feuille de route définie 	<ul style="list-style-type: none"> Budget alloué et pipeline d'actions définis et mis en en place 	<ul style="list-style-type: none"> Actions implémentées par les équipes au quotidien
Systeme de management d'énergie	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
KPI	<ul style="list-style-type: none"> Compteur d'énergie et KPI au niveau du site KPI énergie discutés annuellement 	<ul style="list-style-type: none"> Compteur d'énergie et KPI au niveau des principaux utilités / équipements énergivores Objectif cible d'énergie défini mensuellement Ecart par rapport à l'objectif compris et analysé 	<ul style="list-style-type: none"> Compteur d'énergie et paramètres process au niveau des principales utilités et machines énergivores KPI cascades et adaptés aux équipes ("distance excellence") Plans d'action suivis régulièrement 	<ul style="list-style-type: none"> Une stratégie de monitoring pour suivre la performance des utilités et des ateliers de production au niveau du site avec un historien et de suivi avec des alertes des dérive (EPI inclus) Suivi continu adapté à la hiérarchie et calcul automatique des KPI. KAI suivis par les opérateurs et maintenus dans les temps
Budget	<ul style="list-style-type: none"> Les projets de décarbonisation sont réalisés de manière opportuniste Manque de visibilité sur les projets de décarbonisation 	<ul style="list-style-type: none"> Les projets de décarbonisation bénéficient d'un WACC plus bas ou d'un prix interne du CO2 	<ul style="list-style-type: none"> Enveloppe Capex dédiée au déploiement de la feuille de route pour la décarbonisation 	<ul style="list-style-type: none"> Enveloppe Capex dédiée avec une règle d'arbitrage claire pour les projets Capex et Opex afin d'optimiser le coût de la décarbonisation

Niveau de maturité 4
Niveau de maturité 3
Niveau de maturité 2
Niveau de maturité 1
Non applicable

Grille d'évaluation de la maturité du site industriel d'adhérents du Leem (2/4)

Matrice de maturité – « Opérations »

Opérations	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
Optimisation des assets	<ul style="list-style-type: none"> Performance énergétique des installations inconnue 	<ul style="list-style-type: none"> Consommation énergétique considérée dans la planification de la production 	<ul style="list-style-type: none"> Consommation énergétique considérée comme un principal levier dans la planification production entre différent ligne parallèle 	<ul style="list-style-type: none"> Utilisation d'assets les plus efficaces en énergie à 100% (OEE) La planification de la production en tenant compte de la performance énergétique, des prix du marché et de la production renouvelable.
Performance opérationnelle	<ul style="list-style-type: none"> Performance des équipements non connue Fiabilité des équipements et des réseaux pour assurer la production 	<ul style="list-style-type: none"> Performance des équipements connue mais les leviers d'amélioration de la performance ne sont pas identifiés Régulation et définition des setting points sur certain process (manuel et sans suivi) Politique préventive de maintenance 	<ul style="list-style-type: none"> Performance des équipements suivie et quelques leviers activés manuellement par l'opérateur (e.g. process control) Régulation et définition des setting points (automatique avec suivi) Politique prédictive de maintenance pour assurer la meilleure performance énergétique 	<ul style="list-style-type: none"> Optimisation sur le taux de charge et la variabilité des process automatisés (e.g. Advance Process Control - APC) Politique de maintenance rattachée au suivi énergétique
Investissement technologies de décarbonation	<ul style="list-style-type: none"> Le pareto énergétique n'est pas réalisé et le consommateur d'énergie n'est pas identifié 	<ul style="list-style-type: none"> Bilan thermique réalisé Intégration de chaleur au sein du même procédé 	<ul style="list-style-type: none"> Réalisation d'études spécifiques et globales sur le sujet Intégration chaleur en place dans le procédé et entre différents procédés 	<ul style="list-style-type: none"> En veille continu sur les nouvelles technologies Déploiement de levier les plus poussés sur l'intégration chaleur (e.g. RMV, pompe à chaleur, ORC, Group froid adsorption...)

Niveau de maturité 4
Niveau de maturité 3
Niveau de maturité 2
Niveau de maturité 1
Non applicable

Grille d'évaluation de la maturité du site industriel d'adhérents du Leem (3/4)

Matrice de maturité – « Utilités »

Utilités	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
<ul style="list-style-type: none"> • Systèmes à moteurs 	<ul style="list-style-type: none"> • Efficacité énergétique inconnue (pompes, moteurs, compresseurs, ventilateurs) et absence d'actions d'amélioration 	<ul style="list-style-type: none"> • Bonnes pratiques de moteur réalisées (remplacement de moteur par IE3/IE4, transmission optimisée, rebobinage avec analyse TCO) Fuites d'air comprimé, de pompe et de ventilateurs chassées et réparées 	<ul style="list-style-type: none"> • Variateurs de fréquences (VFD) sont utilisés pour le contrôle de débit sur le besoin fluctuant Le besoin d'utilités est adapté à la production (pression du réseau, air comprimé, débit de l'air recyclé, ...) 	<ul style="list-style-type: none"> • Systèmes de pompe / ventilateur / compresseur bien dimensionnés avec les bons rendements • Contrôle de groupe de compresseur réalisé par un système intelligent
<ul style="list-style-type: none"> • Salles blanches 	<ul style="list-style-type: none"> • Efficacité énergétique non prise en compte dans la conception/qualification de salles blanches 	<ul style="list-style-type: none"> • Conditions de fonctionnement de CTA (débit, taux de renouvellement, taux de recyclage, température, HR, pression...) revues pour minimiser la consommation énergétique de la salle blanche 	<ul style="list-style-type: none"> • Différents régimes de fonctionnement de CTA qualifiés et adaptés selon les différentes activités des salles blanches (production, hors-production, week-end...) afin de minimiser la consommation énergétique 	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle centralisé et automatisé des CTA avec les sondes pour monitorer la condition de l'air en temps réel (« salles blanches intelligentes ») • Source de chaleur et froid est produite avec un système efficace et décarbonisé (e.g. pompe à chaleur, groupe froid adsorption, système ventilation équipé d'un échangeur de chaleur pour récupérer de l'énergie)
<ul style="list-style-type: none"> • Réfrigération 	<ul style="list-style-type: none"> • Absence de mesures ou d'actions d'efficacité énergétique • Système de rendement inférieur au benchmark 	<ul style="list-style-type: none"> • Maintenir l'efficacité du groupe froid (e.g. Frigorifuge maintenu en bon état) 	<ul style="list-style-type: none"> • Consigne de température adaptée en fonction du besoin (réduction de température de condensation, adaptation de la température de l'évaporateur en fonction du besoin des process) • Refroidissements procédés en cascade pour réduire la charge frigorifique du système 	<ul style="list-style-type: none"> • Production de froid efficace avec des technologies haut rendement même en faible régime (e.g. système de control intelligent, moteur VFD, compresseur haut rendement) • Récupération de chaleur sur le groupe froid est prise en compte • Récupération de frigorie est considérée dans le process (évaporateur d'azote...)
<ul style="list-style-type: none"> • Systèmes à vapeur 	<ul style="list-style-type: none"> • Absence de mesures ou d'actions d'efficacité énergétique • Système de rendement inférieur au benchmark 	<ul style="list-style-type: none"> • Fuite de vapeur chassées et réparées • Calorifuge en bon état 	<ul style="list-style-type: none"> • Chaudière maintenue à très haut rendement quel que soit le besoin de vapeur: récupération du condensat, réglage du brûleur pour avoir un faible oxygène en fumée, présence d'un économiseur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vapeur produite par des ressources renouvelables (géothermie, biomasse, pompe à chaleur haute température, récupération de chaleur de procédés)
<ul style="list-style-type: none"> • Purification de l'eau 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de process de purification de l'eau 	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction du gaspillage de l'eau purifiée pour lavage • Paramètres de purification et assagissements de l'eau revus pour améliorer l'efficacité énergétique 	<ul style="list-style-type: none"> • Qualité et quantité d'eau adapté aux besoin client / CIP • La meilleure technologie de production telle que distillation multi-effet, EPPI froide sont utilisés 	<ul style="list-style-type: none"> • Production l'eau purifié et EPPI décarbonisé • Conception de CIP, le procédé de assainissement et stérilisation d'installation optimisé pour énergie et d'eau

Niveau de maturité 4
Niveau de maturité 3
Niveau de maturité 2
Niveau de maturité 1
Non applicable

Grille d'évaluation de la maturité du site industriel d'adhérents du Leem (4/4)

Matrice de maturité – « Achat et production d'énergie »

Achat et production d'énergie	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
Electricité	<ul style="list-style-type: none"> Contrats d'énergie conventionnels 	<ul style="list-style-type: none"> Contrat d'électricité avec garantie d'origine renouvelable 	<ul style="list-style-type: none"> >30% d'électricité sourcé en PPA 	<ul style="list-style-type: none"> >30% d'électricité sourcé en provenance de production de renouvelable on-site
Combustible / chaleur	<ul style="list-style-type: none"> Contrats énergie fossile 	<ul style="list-style-type: none"> Contrat avec garantie d'origine biogaz <30% de chaleur en provenance de Biogaz / Biomasse / Géothermal 	<ul style="list-style-type: none"> 30-60% de chaleur en provenance de Biogaz / Biomasse / Géothermal 	<ul style="list-style-type: none"> >60% de chaleur en provenance de Biogaz / Biomasse / Géothermal / Solaire thermie.

Niveau de maturité 4
Niveau de maturité 3
Niveau de maturité 2
Niveau de maturité 1
Non applicable

Sur la base des échanges avec les membres du Leem interrogés, nous avons identifié les postes énergivores les plus importants à investiguer

Entretiens : Postes énergivores du secteur du médicament

Consommation énergétique ¹⁾



Gaz

Electricité

Emissions de CO2 Scope 1 & 2



Gaz

Electricité

Postes énergivores de gaz

- Chaudière
- CTA
- Purification de l'eau (distillation)
- Séchage
- Chauffage bureaux
- Mise-en-culture
- Stérilisation
- Synthèse chimique
- ...

Postes énergivores d'électricité

- Groupes froids
- CTA
- Compresseur d'air
- Moteurs
- Ventilateurs
- Pompes
- Purification de l'eau (RO)
- Conditionnement
- Lyophilisation
- Eclairage
- ...

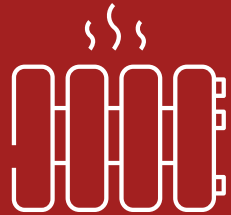
Postes de consommation énergétique estimés par les répondants au sondage ²⁾



3

Actions techniques de décarbonation

Le 5 domaines majeur consommateurs d'énergie du secteur médical sont sélectionnés pour élaborer les fiches techniques



Système de chaleur

16

actions

12

avec détails



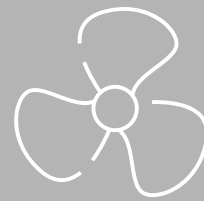
Groupe froid

8

actions

7

avec détails



Système moteur

16

actions

2

avec détails



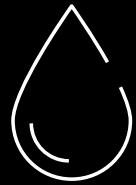
CTA

19

actions

6

avec détails



Purification d'eau

10

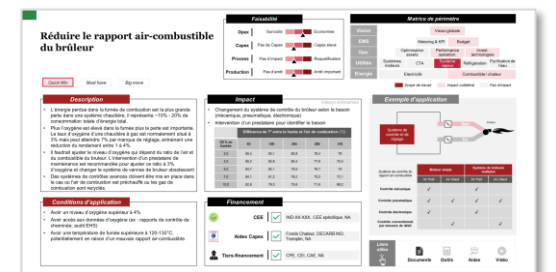
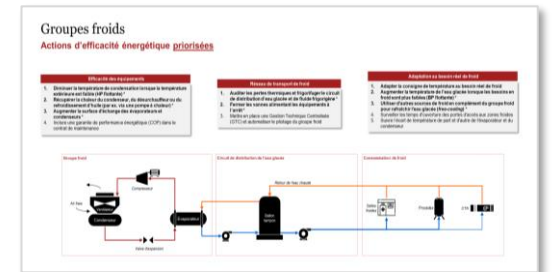
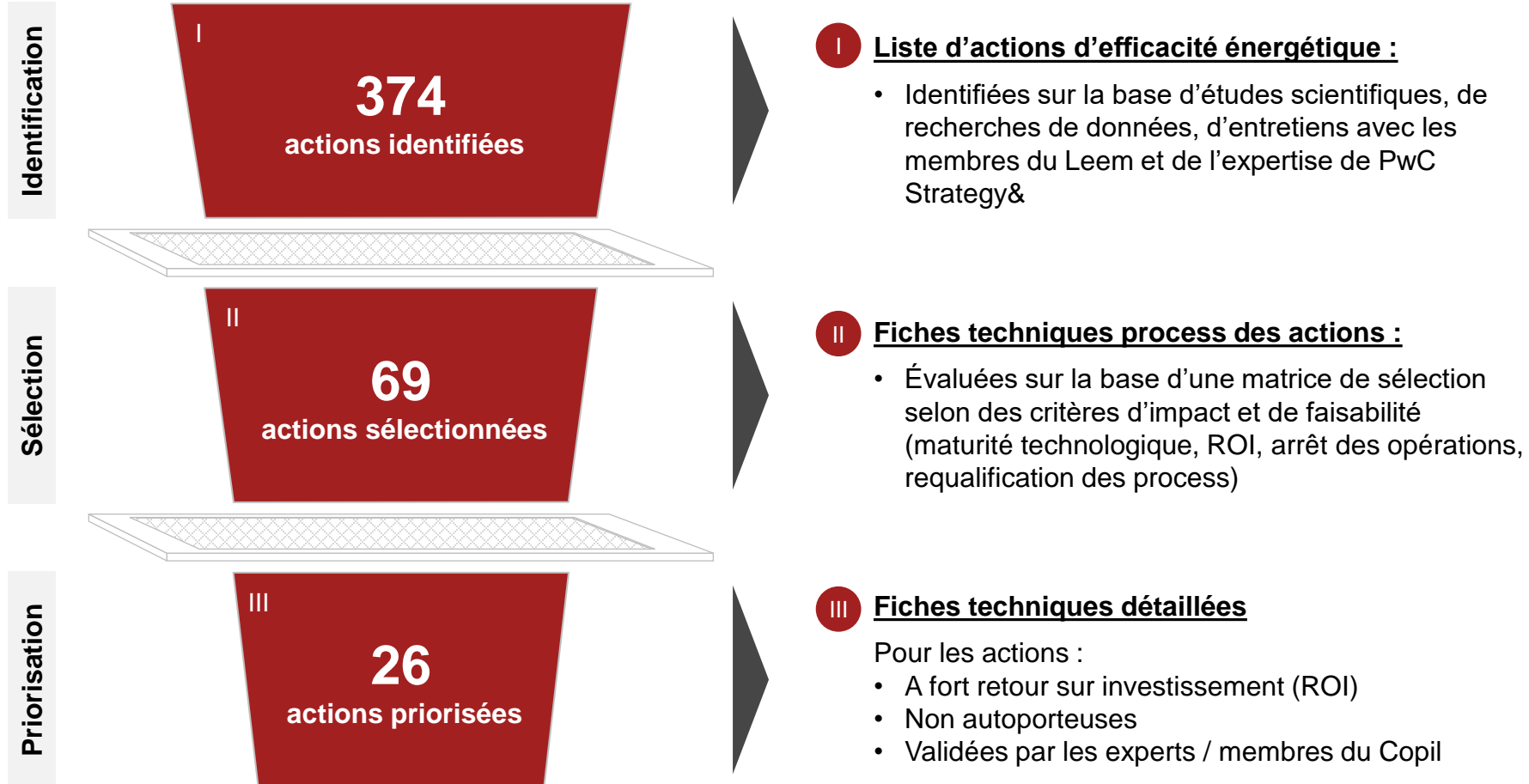
actions

3

avec détails

Les actions d'efficacité énergétique les plus pertinentes ont été sélectionnées et priorisées sur la base de facteurs d'impact, de faisabilité et de ROI

Approche d'identification, de sélection et de priorisation des actions



Nous avons défini une approche pour rassembler et sélectionner les 374 actions d'efficacité énergétique sur la base de critères adaptés à vos contraintes

Résultats de la matrice de sélection

Recherche et bibliographie (non-exhaustif)



Entretiens



~70 initiatives collectées au travers des entretiens avec les membres du Leem

Matrice de sélection des actions

Impact	Faisabilité		
	L	M	H
H	2	9	2
M	24	19	8
L	3	64	31

Parmi les **374** actions identifiées :

- **162** évaluées, dont **69** sélectionnées :
 - 29 Big move
 - 10 Must Have
 - 31 Quick Win
- 115 actions redondantes
- 97 actions non pertinentes

(1) Maturité technologique
 (2) Retour sur investissement (ROI), subvention incluse
 (3) Arrêt des opérations
 (4) Requalification des process

- Big move
- Must have
- Quick win
- Hors scope

Le bon séquençement des actions de décarbonation est primordial afin d'assurer une bonne implication des équipes et de garantir le succès de leur mise en place

Guidelines pour la mise en place des actions

2024

2030

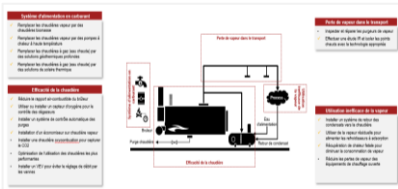
- Réaliser un **bilan énergétique** de l'usine et identifier les **principaux postes d'émissions**
- Etudier les listes d'actions, et **sélectionner et classifier les actions pertinentes** (ex : Quick Win, Must have, Big move)
- Déterminer le **séquençement des actions** à mettre en place sur les prochaines années

Poste	CO2	CO2/MWh
Chaudières à vapeur	10000	10000
Autres postes

Quick Win

1 an

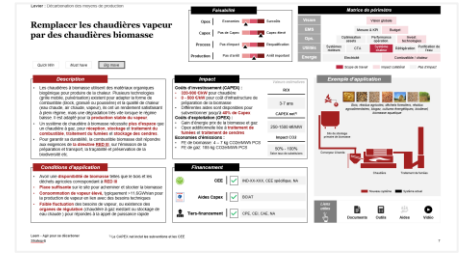
- Vérifier et sélectionner les **fiches techniques process** pertinentes
- **Déléguer à l'équipe opérationnelle** le déploiement des actions « Quick Wins » pour les impliquer dans les actions de décarbonation



Must have

2 ans

- **Impliquer les équipes techniques** dans la définition et le déploiement des actions « Must have »
- Faire appel à des **fournisseurs** selon le besoin pour évaluer les **solutions techniques** adaptées aux besoins du site



Big move

1-2 ans

>2 ans

- Réaliser une **étude** du besoin réel de l'usine et faire appel à plusieurs fournisseurs afin d'obtenir la **proposition technique et financière** (subventions, options tiers-financement...)
- **Validation** de la direction et **prise de décision** sur la solution et l'approche financière la plus adaptée
- **Coordination avec le prestataire** afin de mitiger les contraintes d'interruption de la production et de requalification de process

Intégration des actions dans le planning de l'usine pour profiter des arrêts opérationnels planifiés

Suivi continu de la mise à jour des subventions tous les ans

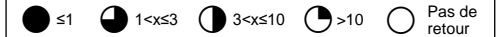
3.1 Système chaleur







Système chaleur

Actions d'efficacité énergétique sélectionnées et priorisées

Retour sur investissement (en années)

Valeur estimative¹⁾

	Action	Impact CO2	ROI	ROI avec aides
 Source de chaleur	B Remplacer les chaudières vapeur par des chaudières biomasse	jusqu'à 100%		
	B Installer des pompes à chaleur pour remplacer l'usage de vapeur et d'eau chaude	jusqu'à 100%		
	B Remplacer les chaudières eau chaude par géothermiques profondes	jusqu'à 100%		
	B Produire l'eau chaude par solaire thermique à la place de chaudière à gaz	10 – 30%		
 Efficacité de conversion	B Installation d'un économiseur sur chaudière vapeur	3 – 7%		
	Q Réduire le rapport air-combustible du brûleur	1 – 3%		
	Q Utiliser ou installer un capteur d'oxygène pour le contrôle des dégazeurs	~1%		
	Q Installer un système de contrôle automatique des purges chaudière	~1%		
	Q Optimisation de l'utilisation des chaudières les plus performantes	1 – 5%		
	Q Installer un VEV sur les pompes chaudière pour éviter le réglage de débit par les vannes	-		
 Distribution de chaleur	M Inspecter et réparer les purgeurs de vapeur	2 – 10%		
	Q Effectuer une étude IR et isoler les points chauds avec la technologie appropriée	1 – 5%		
 Besoin de chaleur	B Récupération de chaleur fatale pour diminuer la consommation de vapeur	-		
	M Installer un système de retour des condensats vers la chaudière	2 – 10%		
	M Utiliser de la chaleur fatale pour alimenter les refroidisseurs à adsorption	-		
	Q Réduire les pertes de vapeur des équipements de chauffage	-		

B Big Move **M** Must Have **Q** Quick Win

1) Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.

Système chaleur

Fiche technique process

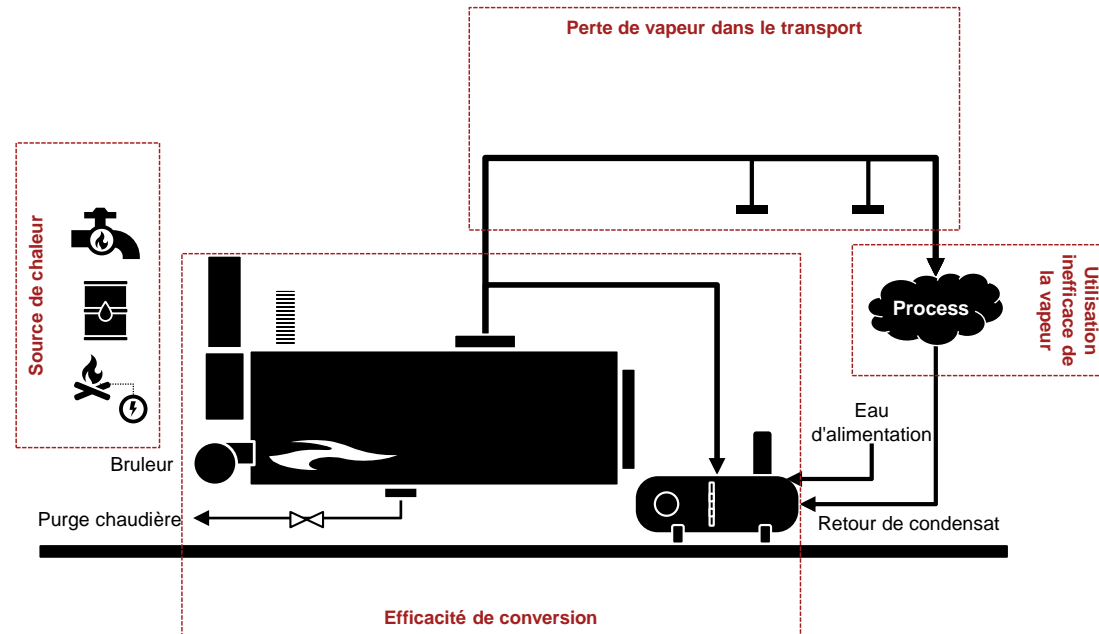
Source de chaleur

- ★ 1. Remplacer les chaudières vapeur par des chaudières biomasse
- ★ 2. Installer des pompes à chaleur pour substituer l'usage de vapeur et d'eau chaude
- ★ 3. Remplacer les chaudières à gaz (eau chaude) par des solutions géothermiques profondes
- ★ 4. Produire l'eau chaude par solaire thermique à la place de chaudière à gaz

Efficacité de conversion

- ★ 1. Réduire le rapport air-combustible du brûleur
- ★ 2. Utiliser ou installer un capteur d'oxygène pour le contrôle des dégazeurs
- ★ 3. Installer un système de contrôle automatique des purges
- ★ 4. Vérifier la conductivité de la purge et minimiser la purge de la chaudière
- ★ 5. Installation d'un économiseur sur chaudière vapeur
- ★ 6. Optimisation de l'utilisation des chaudières les plus performantes
- ★ 7. Installer un VEV pour éviter le réglage de débit par les vannes

★ Actions prioritées faisant l'objet de fiches techniques détaillées



Perte de vapeur dans le transport

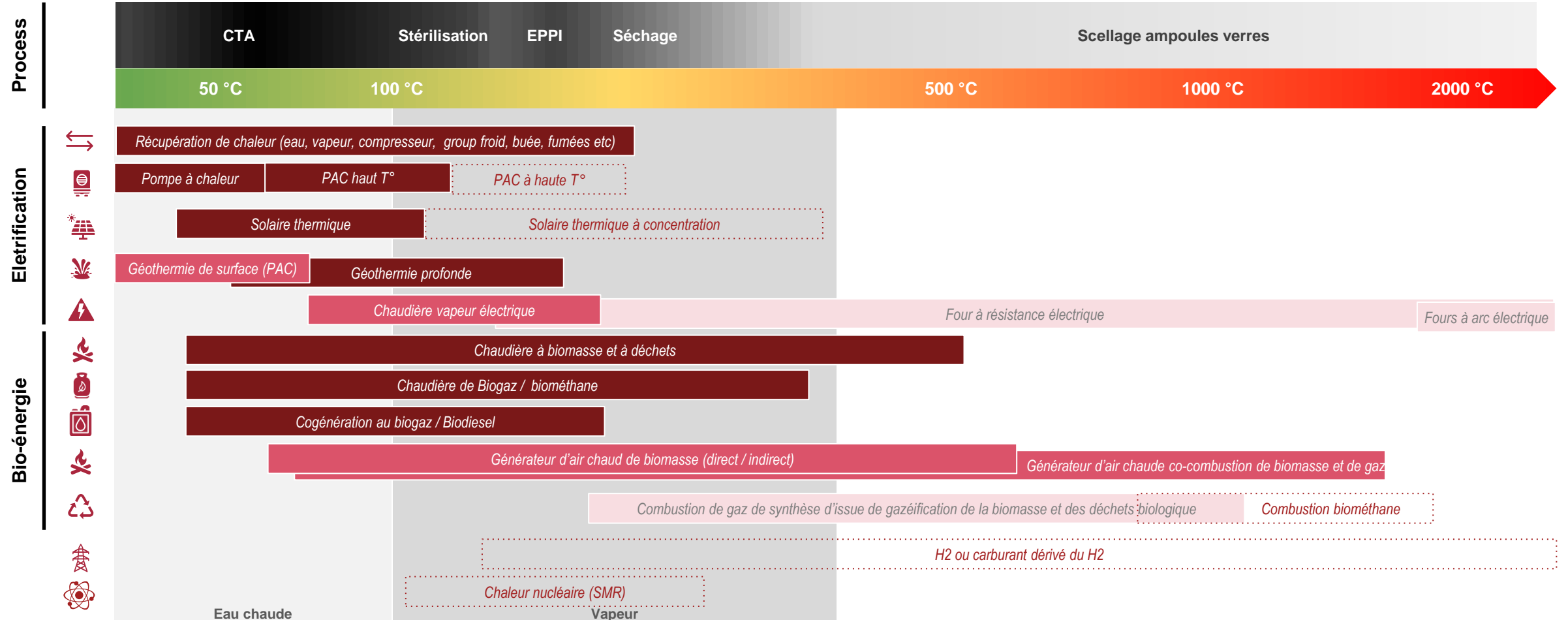
- ★ 1. Inspecter et réparer les purgeurs de vapeur
- 2. Effectuer une étude IR et isoler les points chauds avec la technologie appropriée

Utilisation inefficace de la vapeur

- ★ 1. Installer un système de retour des condensats vers la chaudière
- ★ 2. Utiliser de la chaleur fatale pour alimenter les refroidisseurs à adsorption
- ★ 3. Récupération de chaleur fatale pour diminuer la consommation de vapeur
- ★ 4. Réduire les pertes de vapeur des équipements de chauffage

Un grand nombre de technologies bas carbone sont matures et efficaces pour répondre aux exigences de température de chaleur des adhérents du Leem

Production de chaleur

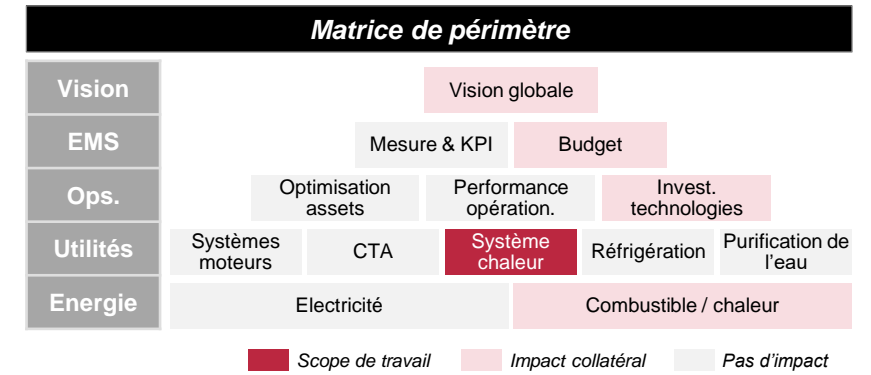
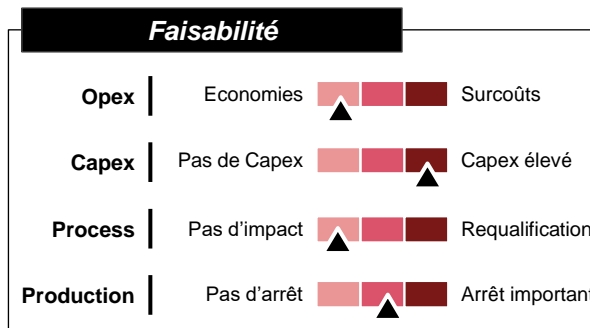


Remplacer les chaudières vapeur par des chaudières biomasse

Quick Win

Must have

Big move



Description

- Les chaudières à biomasse utilisent des matériaux organiques biogéniques pour produire de la chaleur. Plusieurs technologies (grille mobile, pulvérisation) existent selon la forme du combustible (block, granulé ou poussière) et la qualité de chaleur (eau chaude, air chaud, vapeur). Elles ciblent une **production stable de vapeur** car leur rendement se dégrade vite lorsque le régime baisse.
- Un système de chaudière à biomasse nécessite **plus d'espace** qu'une chaudière à gaz, pour les **réception, stockage** et **traitement du combustible**, le **traitement des fumées** et le **stockage des cendres**.
- Le combustible biomasse doit répondre aux exigences de durabilité de la **directive RED III**, notamment quant aux émissions liées à sa préparation et son transport, à sa traçabilité et à la préservation de la biodiversité.

Conditions d'application

- Avoir une **disponibilité de biomasses** telles que le bois et les déchets agricoles correspondant aux exigences **RED III**
- Place suffisante** sur le site pour acheminer et stocker la biomasse
- Consommation de vapeur élevée** – typiquement >11,6GWh/an pour la production de vapeur en lien avec des besoins techniques
- Faible fluctuation** des besoins de vapeur, ou existence d'**organes de régulation** (chaudière à gaz existante ou stockage d'eau chaude) pour répondre à des appels de puissance rapides

Sources : ADEME, Analyse Strategy&

Leem - Agir pour se décarboner
Strategy&

Impact

Valeurs estimatives ¹⁾

Coûts d'investissement (CAPEX) :

- 320-900 €/kW** pour une chaudière
- 0 - 500 €/kW** pour les infrastructures de préparation de la biomasse
- Des aides sont disponibles (ex. : Fonds Chaleur) pour subventionner jusqu'à **40% des Capex**

Coûts d'exploitation (OPEX) :




- Gain d'énergie prix de la biomasse et gaz
- Opex additionnels liés au **traitement des fumées** et des **cendres**

Réductions d'émissions :

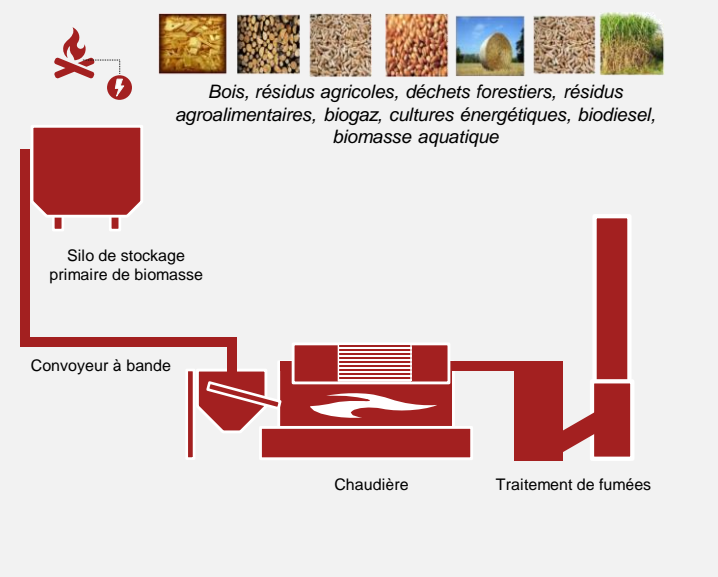
- FE biomasse: 4 – 7 kg CO₂e/MWh PCS
- FE gaz: 185 kg CO₂e/MWh PCS

ROI	3-7 ans
CAPEX net ²⁾	250-1500 k€/MW
Impact CO2	jusqu'à 100% Selon taux de substitutions

Financement

	CEE	<input type="checkbox"/>	
	Aides Capex	<input checked="" type="checkbox"/>	Tremplin, Fonds Chaleur
	Tiers-financement	<input checked="" type="checkbox"/>	CAE, CEI

Exemple d'application



Bois, résidus agricoles, déchets forestiers, résidus agroalimentaires, biogaz, cultures énergétiques, biodiesel, biomasse aquatique

Silo de stockage primaire de biomasse

Convoyeur à bande

Chaudière

Traitement de fumées

■ Nouveau système
 ■ Système actuel

Liens utiles

- Documents
- Outils
- Aides
- Vidéo

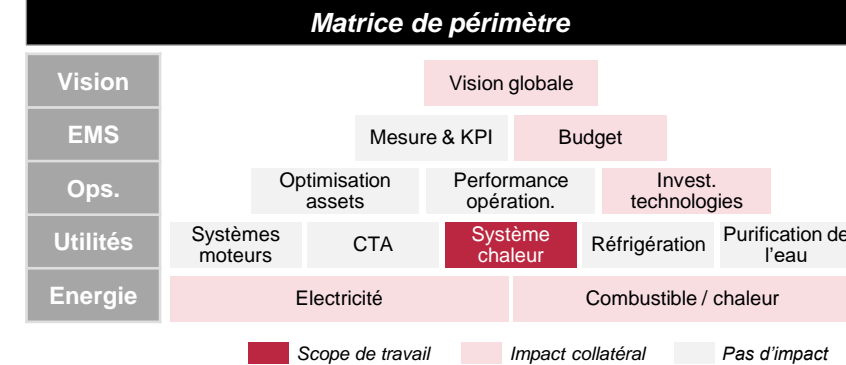
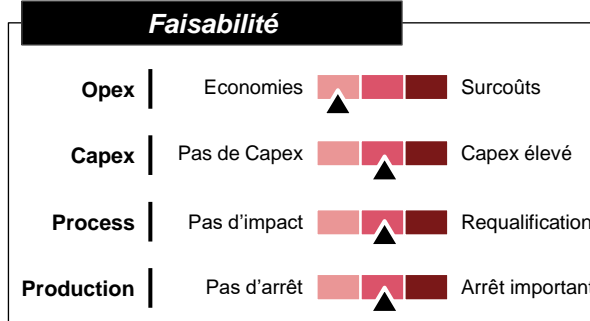
1) Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.
2) Le CAPEX net inclut les subventions et les CEE.

Installer des pompes à chaleur pour remplacer l'usage de vapeur et d'eau chaude

Quick Win

Must have

Big move



Description

- Dans les industries françaises, >50 % de l'énergie perdue se situe en-dessous de 100°C, et >25 % se situe en-dessous de 40°C, rendant la récupération directe de cette chaleur très difficile.
- La pompe à chaleur (PAC) est une technologie qui permet d'**élever le niveau thermique** de la chaleur fatale / naturelle, et de satisfaire des besoins en chaleur de température plus élevée. Les PAC **classiques** permettent de monter à **120°C**, et les technologies émergentes (cycle Stirling) en phase de démonstration industrielle peuvent même atteindre les **200°C** à partir d'une source à **30 °C** ²⁾.
- Le **Coefficient de Performance (COP)** mesure l'efficacité énergétique d'une PAC, en comparant la quantité de chaleur produite à l'énergie consommée. Le COP varie entre **2 et 6**, selon la **montée en température**, le type de **fluide frigorigène** utilisé, le **type d'échangeurs** et la **conception du cycle**.

Conditions d'application

- Besoin de chaleur à une température inférieure à **120°C**
- Puissance** similaire entre source de chaleur et besoin de chaleur
- Ratio « prix de l'électricité / prix actuel de la chaleur » inférieur au COP du système (NB : COP = puissance électrique / puissance du besoin en chaleur).
- Capacité électrique suffisante** pour supporter la puissance additionnelle nécessaire au fonctionnement de la pompe à chaleur

Impact

- 900 – 4000 k€/MW puissance de chaleur**
 - Gain en Opex énergétique : $\frac{\text{Prix chaleur (€/MWh)} - \text{Prix électricité (€/MWh)}}{\text{COP}}$
 - Réduction d'émissions de CO₂ : $\frac{\text{FE gaz (kgCO}_2\text{/MWh)} - \text{rendement chaudière} \times \text{FE électricité (kgCO}_2\text{/MWh)}}{\text{COP}}$
- Informations utiles**
- FE de l'électricité (2023) : **32 kg CO2e/MWh**
 - FE du gaz (EU) : **185 kg CO2e/MWh PCS**
 - Rendement chaudière : **80% - 85% PCS**
 - COP : **2 – 6**, consulter la courbe fournisseur comme **celle-ci** pour confirmer

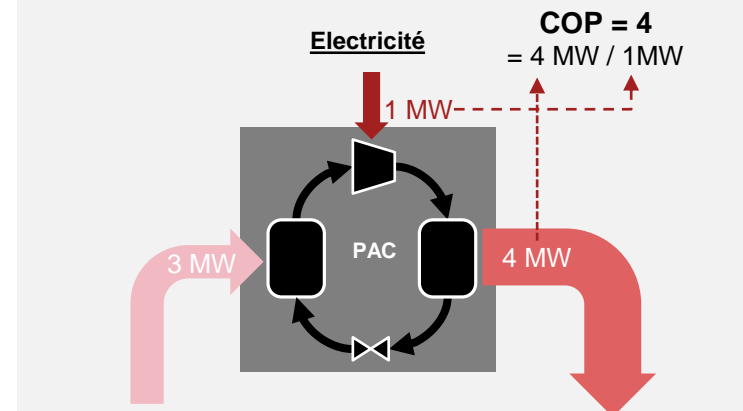
Valeurs estimatives ¹⁾

ROI	2 - 6 ans
CAPEX net ²⁾	500-2500 k€/MW chaleur
Impact CO2	jusqu'à 100% Selon taux de substitutions

Financement

- CEE** | **BAT-TH-113** (locaux tertiaire)
- Aides Capex** | Tremplin, Fonds Chaleur, DECARB IND
- Tiers-financement** | **CPE**

Exemple d'application



Sources de chaleur :

- Air ambiant (0 – 30°C)
- Air rejeté (~20°C)
- Effluents (30-90°C)
- Condenseur groupe froid (40-60°C)
- Refroidissement du compresseur d'air (50-90)
- Buée de séchoir (60 – 90°C)

Besoins de chaleur :

- Eau d'appoint chaudière (25°C)
- Eau de chauffage CTA (50 – 80°C)
- Air neuf de CTA (0 – 30°C)
- Eau sanitaire (60 – 90 °C)
- Chauffage bâtiments (60 – 90°C)
- Air de séchage (0 – 400 °C)

Liens utiles



Documents



Outils



Aides



Vidéo

Sources : Zühlsdorf, B., et al. "IEA HPT Annex 58 about HTHPs – State of the art review, demonstration cases and development perspectives

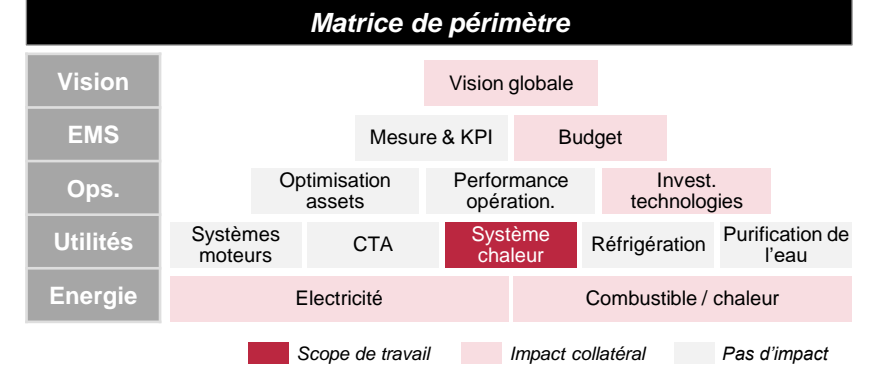
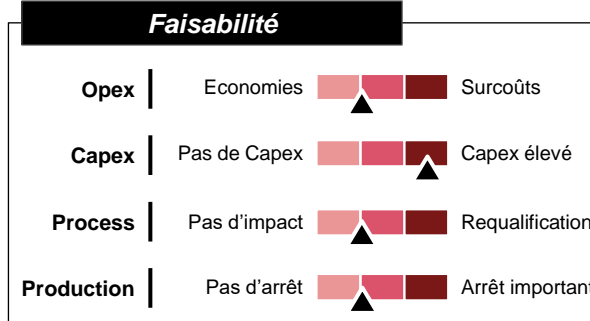
1) Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.
2) Le CAPEX net inclut les subventions et les CEE.

Remplacer les chaudières à gaz (eau chaude) par des solutions géothermiques profondes

Quick Win

Must have

Big move



Description

- La géothermie profonde valorise l'énergie du sous-sol profond (allant de 200m à plus de 10km) pour produire directement de la chaleur et/ou de l'électricité. Ces ressources sont concentrées dans les **aquifères profonds (25-90°C)** et les **fossés d'effondrement (jusqu'à 200°C)** en France métropolitaine.
- La géothermie profonde est exploitée via des doublets de forages atteignant des **profondeurs de 600 à 5000 mètres**. Le forage de production extrait le fluide géothermal chaud et le délivre à la centrale géothermique. Grâce à un échangeur thermique, l'énergie du fluide géothermal est transférée au réseau de chaleur, qui la distribue en surface, puis le fluide retourne à l'aquifère via un forage de réinjection. Si la température de la ressource n'est pas adaptée à l'usage prévu, on peut avoir recours à une pompe à chaleur ou un appoint.

Conditions d'application

- Le site devrait être situé dans une **zone avec un aquifère profond ou des fossés d'effondrement à proximité** (ex : Bassin parisien, Bassin aquitain / sud-est, fossé rhénan et le couloir rhodanien et bressan, dans la Limagne et le Hainaut)
- Présence d'un **réseau d'eau chaude** et de **chauffage urbain** à proximité
- L'eau chaude** est le **besoin principal de chaleur en continu**
- Le site devrait avoir une disponibilité suffisante de terrain avec une emprise au sol de **5000-8000 m²** pour la plateforme de forage




Sources : ADEME, Analyse Strategy&

Impact

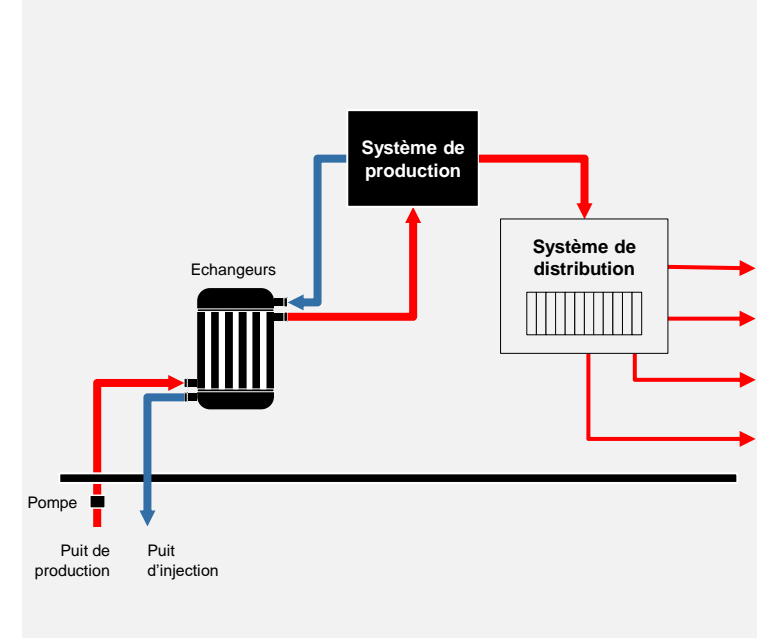
Valeurs estimatives ¹⁾

Coûts d'investissement (CAPEX) :	ROI
<ul style="list-style-type: none"> ~1100-1600 k€/MW Prévoir des coûts additionnels pour l'infrastructure du réseau 	5-8 ans
Coûts d'exploitation (OPEX) :	CAPEX net ²⁾
<ul style="list-style-type: none"> ~5-7 €/MW (exploitation) ~7-32 €/MWh (électricité) 	800-1600 k€/MW
Economies d'émissions :	Impact CO2
<ul style="list-style-type: none"> ~230 kg CO2/MWh Pour produire 1 MWh de chaleur, il faut consommer de l'énergie électrique avec un COP aux alentours de 20 	jusqu'à 100% Selon taux de substitutions

Financement

	CEE	<input type="checkbox"/>	
	Aides Capex	<input checked="" type="checkbox"/>	Tremplin, Fonds Chaleur
	Tiers-financement	<input checked="" type="checkbox"/>	CPE , CAE , CEI

Exemple d'application



Liens utiles



Documents

Outils

Aides

Vidéo

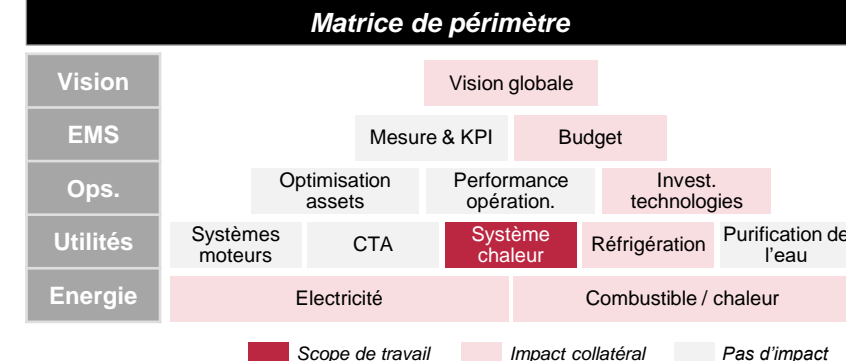
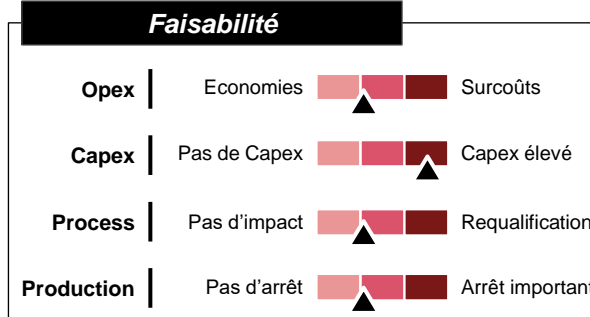
1) Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.
2) Le CAPEX net inclut les subventions et les CEE.

Produire l'eau chaude par solaire thermique à la place de chaudière à gaz

Quick Win

Must have

Big move



Description

- L'installation d'équipements solaires thermiques est une solution intéressante de production de chaleur sur site sans émissions de GES visant à utiliser l'énergie solaire pour chauffer l'eau ou l'air.
- Le système solaire thermique est typiquement adapté aux sites ayant un **besoin de température de l'eau peu élevé** (ex : réglage de température de réacteur, CTA, chauffage de bâtiment, mise en culture, chauffage de l'air de séchage).
- Le système inclue des composants tels que des systèmes de **récupération de chaleur**, des **champs solaires thermiques**, des systèmes de **stockage et de valorisation** de l'énergie, ainsi que des **pompes à chaleur**.
- Pour pallier la saisonnalité du taux d'irradiation, le système peut être associé à un groupe d'adsorption pour produire du froid et à une pompe à chaleur pour générer de la vapeur.

Impact

Valeurs estimatives 1)

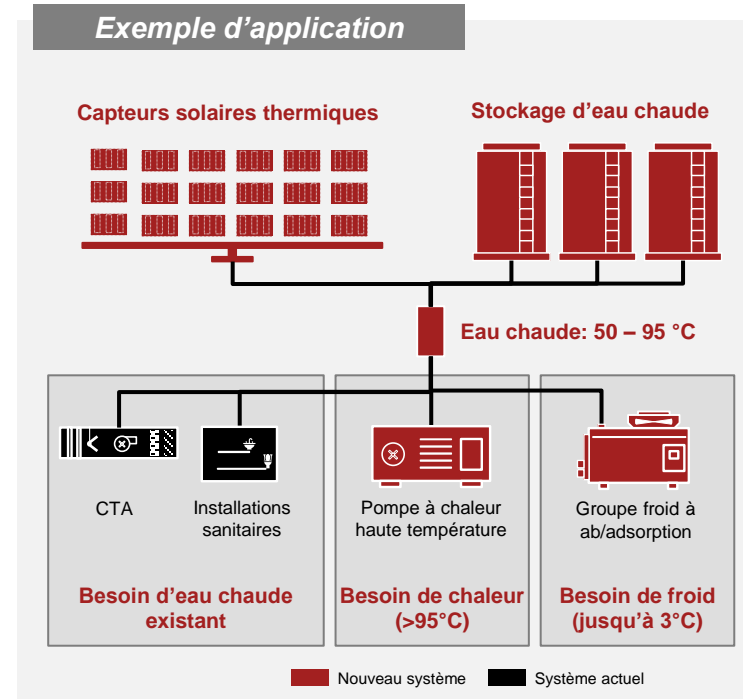
Coûts d'investissement (CAPEX) :	ROI
• ~50-200 €/MWh (LCOE)	~12 ans
• Prévoir des coûts d'investissement additionnels pour le réseau d'eau chaude	
Coûts d'exploitation (OPEX) :	CAPEX net 2)
• 2,5-7 €/m ² /an	~300-600 €/m ²
• ~400-800 kWh/m ² /an (production utile)	
• Des économies sont générées du fait d'une consommation d'eau chaude à un prix inférieur à un système consommant du gaz	Impact CO2
	10-30% du système vapeur

Conditions d'application

- Il est nécessaire d'avoir des **terrains disponibles à proximité** du site pour installer les capteurs solaires thermiques
- Le site devrait idéalement être situé dans une **zone d'ensoleillement** pendant une grande partie de l'année, i.e. supérieur à ~1200 kWh (voir [Global Solar Atlas](#) et [SHC](#)).
- L'eau chaude** est le **besoin principal de chaleur même en été**
- En l'absence de consommation d'eau chaude en été, il y aurait un besoin de consommation de froid à plus de 5°C (à l'aide du groupe froid adsorption)

Financement

	CEE	<input type="checkbox"/>
	Aides Capex	<input checked="" type="checkbox"/> Tremplin, Fonds Chaleur, DECARB IND
	Tiers-financement	<input checked="" type="checkbox"/> CAE, CEI



Liens utiles

- Documents
- Outils
- Aides
- Vidéo

Sources : ADEME, Analyse Strategy&

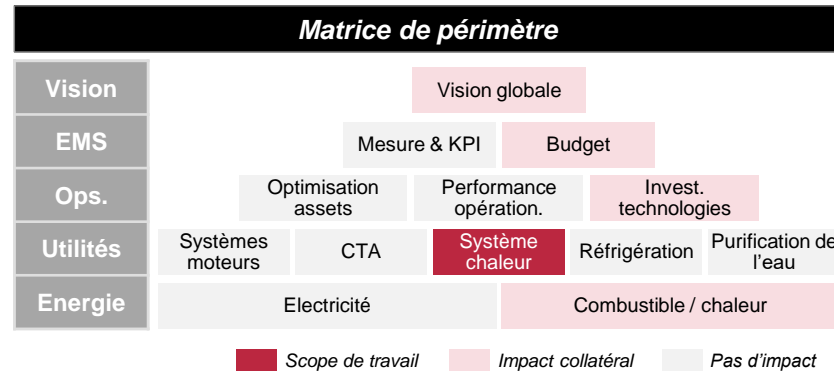
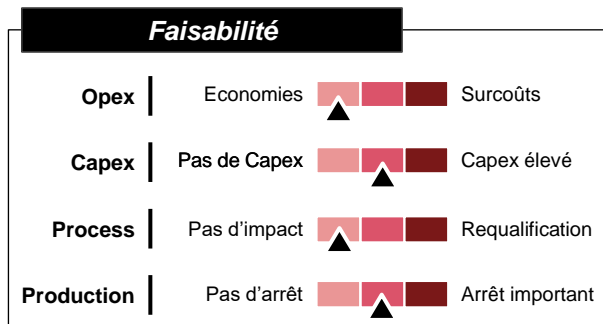
1) Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.
 2) Le CAPEX net inclut les subventions et les CEE.

Installation d'un économiseur sur chaudière vapeur

Quick Win

Must have

Big move



Description

- L'énergie perdue dans la fumée de combustion représente la plus grande perte dans un système de chaudière, à hauteur de **~10% à 20% de la consommation totale d'énergie**.
- L'installation d'un économiseur (échangeur de chaleur fumée / eau dans la cheminée) est une **stratégie de récupération de la chaleur perdue dans les fumées** qui permet d'utiliser la chaleur sensible, voire latente, pour réchauffer un fluide liquide comme l'eau d'alimentation de chaudière ou l'eau de chauffage bâtiment.
- Il existe 2 types d'économiseurs, en fonction de la condensation de l'eau de combustion. **L'économiseur sans condensation** permet de réduire la température de fumée **jusqu'à 90°C**, et **l'économiseur avec condensation** peut la réduire au-dessous de **50°C** et récupérer plus de chaleur (en incluant la chaleur latente).

Conditions d'application

- Température de fumée supérieure à 130°C** pour un économiseur sans condensation
- Température de fumée supérieure à 60°C** pour un économiseur à condensation
- Température de l'eau d'alimentation supérieure à 60°C**
- Existence d'une **boucle d'eau chaude à proximité** qui pourrait être chauffée par la fumée de la chaudière

Sources : DOE, Ademe, Analyse Strategy&

Impact

Valeurs estimatives ¹⁾

Coûts d'investissement (CAPEX) :	ROI
<ul style="list-style-type: none"> 200 - 500 €/m² pour échangeur de chaleur Frais d'accordement de tuyauterie 	2-3 ans
Gains énergétiques et CO₂:	CAPEX net ²⁾
<ul style="list-style-type: none"> 3 - 7% sur la consommation de gaz en fonction de différence température de fumés 	170 €/kW
	Impact CO₂
	3 - 7% du consommation gaz

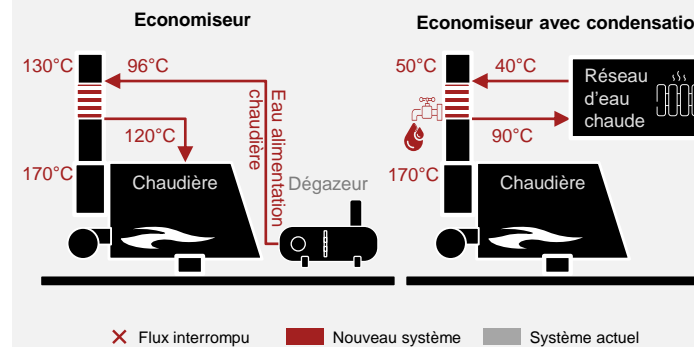
Financement

	CEE	✓	IND-UT-104
	Aides Capex	✓	Fonds Chaleur, DECARB IND, DECARB IND+
	Tiers-financement	✓	CPE

Exemple d'application

Perte d'énergie des fumées (% PCS, chaleur latent inclus)

% O ₂ (% v sec)	Température de fumées			
	40°C	50°C	130°C	170°C
3%	5,5%	9,3%	15,3%	17,0%
5%	6,2%	10,4%	15,9%	17,7%
7%	7,1%	11,8%	16,6%	18,7%
9%	8,2%	12,6%	17,5%	20,0%



Liens utiles



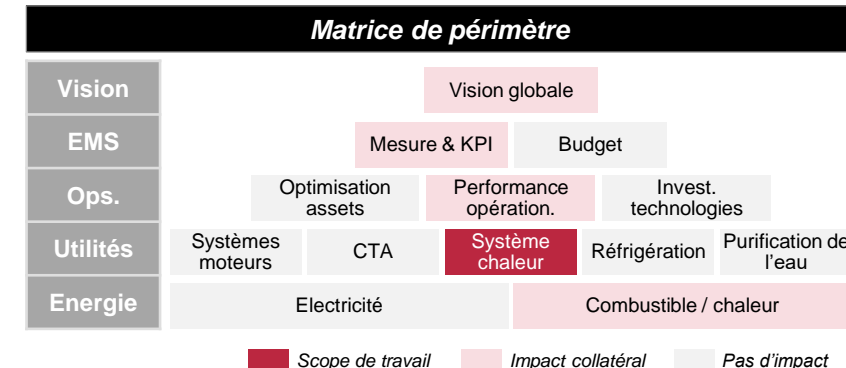
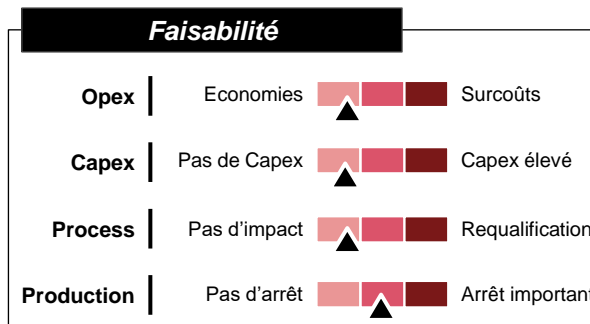
1) Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.
2) Le CAPEX net inclut les subventions et les CEE.

Réduire le rapport air-combustible du brûleur

Quick Win

Must have

Big move



Description

- L'énergie perdue dans la fumée de combustion représente la plus grande perte dans un système de chaudière, à hauteur de **~10% à 20% de la consommation totale d'énergie**.
- Plus la teneur en oxygène est élevée dans la fumée, plus la perte est importante. Le taux d'oxygène d'une chaudière à gaz est normalement situé à **3%** mais peut atteindre **7%** par manque de réglage, entraînant une réduction du rendement entre **1 à 4%**.
- Il est alors nécessaire d'**ajuster le niveau d'oxygène**, qui dépend du ratio air-combustible du brûleur. L'intervention d'un **prestataire de maintenance** est recommandée pour ajuster ce ratio à 3% d'oxygène et changer le système de vannes du brûleur obsolète.
- Des **systèmes de contrôles avancés** doivent être mis en place dans le cas où l'air de combustion est préchauffé ou recyclé.

Conditions d'application

- Avoir un **taux d'oxygène** supérieur à **4%**. Cette information peut se trouver dans le rapport de contrôle de cheminée ou l'audit HSE
- Niveau d'émission de **NOx** et **CO** conforme aux seuils en vigueur
- Avoir une **température de fumée supérieure à 120-130°C**, ce qui peut être le signe d'un mauvais rapport air-combustible

Impact

Valeurs estimatives ¹⁾

Coûts d'opération (OPEX) :

- Intervention d'un prestataire pour réglage

Gains énergétiques et CO₂

- Utiliser les rendements chaudière en PCS présentés dans le tableau ci-dessous pour estimer les gains en énergie et CO₂

% O ₂ (% v sec)	Température de fumées		
	130 °C	150 °C	170 °C
3%	15,3%	16,1%	17,0%
5%	15,9%	16,8%	17,7%
7%	16,6%	17,6%	18,7%
9%	17,5%	18,7%	20,0%

ROI

<1 an

CAPEX net ²⁾

-

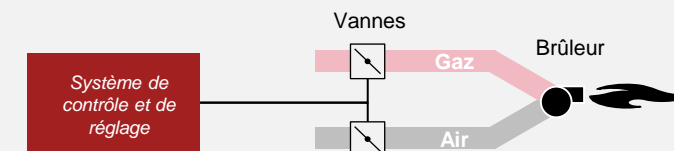
Impact CO₂

0,3 – 3% du système vapeur

Financement

	CEE	<input checked="" type="checkbox"/>	IND-UT-105
	Aides Capex	<input type="checkbox"/>	
	Tiers-financement	<input type="checkbox"/>	NA

Exemple d'application



Système de contrôle adapté

Système de contrôle du rapport air-combustible	Brûleur simple		Brûleurs multiples	
	Air froid	Air chaud	Air froid	Air chaud
Contrôle mécanique	✓		✓	
Contrôle pneumatique	✓	✓	✓	✓
Contrôle électronique	✓		✓	
Contrôle par débit		✓		✓

Liens utiles



Sources : DOE, Analyse Strategy&

Leem - Agir pour se décarboner
Strategy&

1) Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.
2) Le CAPEX net inclut les subventions et les CEE.

Utiliser ou installer un capteur d'oxygène pour le contrôle des dégazeurs

Quick Win

Must have

Big move

Description

- Les systèmes industriels de vapeur rencontrent des problèmes de **corrosion** causés par la présence de gaz dissous dans l'eau d'alimentation des chaudières.
- L'oxygène cause des dommages majeurs dans les systèmes à vapeur pour deux raisons principales : il se fixe aux surfaces internes, formant rouille et tartre, et réagit avec le dioxyde de carbone pour former de l'acide carbonique, accélérant la corrosion.
- La majeure partie de la vapeur se condense, mais une petite fraction (généralement de **5 à 14%**) doit être évacuée.
- L'utilisation de **dispositifs de surveillance continue de l'oxygène dissous** pour le contrôle des dégazeurs est recommandée afin de mesurer la consommation de vapeur et identifier les besoins de maintenance ou de remplacement d'équipements.

Conditions d'application

- Consommation importante de vapeur** par le dégazeur (beaucoup de fumée dans la cheminée du dégazeur)
- Problèmes de corrosion** par l'oxygène de la chaudière (lié à un pilotage inadéquat du dégazeur)
- Un **niveau de dioxygène dissous de 5 µg/L** ou moins est nécessaire pour prévenir la corrosion dans la plupart des chaudières à une **pression supérieure à ~13 bar**

Sources : DOE, Analyse Strategy&

Leem - Agir pour se décarboner
Strategy&

- Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.
- Le CAPEX net inclut les subventions et les CEE.

Faisabilité

Opex	Economies		Surcoûts
Capex	Pas de Capex		Capex élevé
Process	Pas d'impact		Requalification
Production	Pas d'arrêt		Arrêt important

Impact

Coûts d'investissement (CAPEX) :

- ~8-20 k€** (équipements : analyseur, armoire de protection, programmation, installation)

Gains énergétiques :

- 250-500 MWh/an**
- Les besoins en vapeur du dégazeur devraient être réévalués après la modernisation du système
- L'installation de dispositifs de surveillance continue de l'oxygène dissous est recommandée pour aider à identifier les pratiques opérationnelles entraînant une mauvaise élimination de l'oxygène

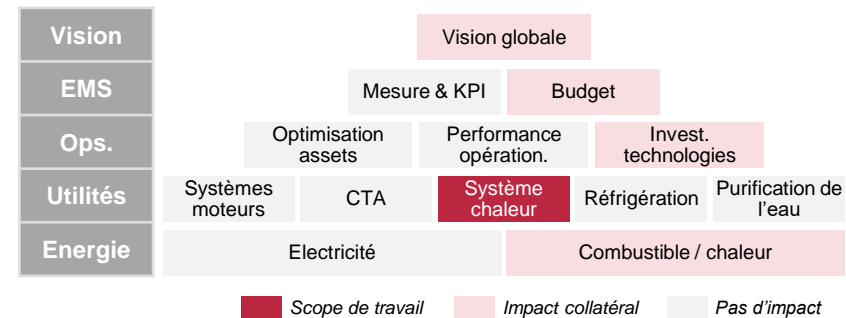
Valeurs estimatives ¹⁾

ROI	<1,5 ans
CAPEX net ²⁾	~8-20 k€
Impact CO2	~1% du système vapeur

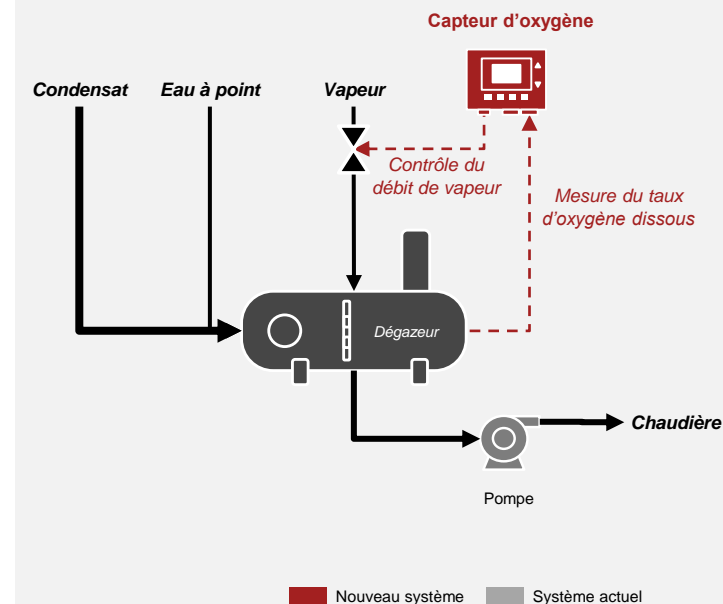
Financement

	CEE	<input checked="" type="checkbox"/>	CEE spécifiques
	Aides Capex	<input type="checkbox"/>	
	Tiers-financement	<input type="checkbox"/>	NA

Matrice de périmètre



Exemple d'application



Liens utiles



Documents



Outils



Aides



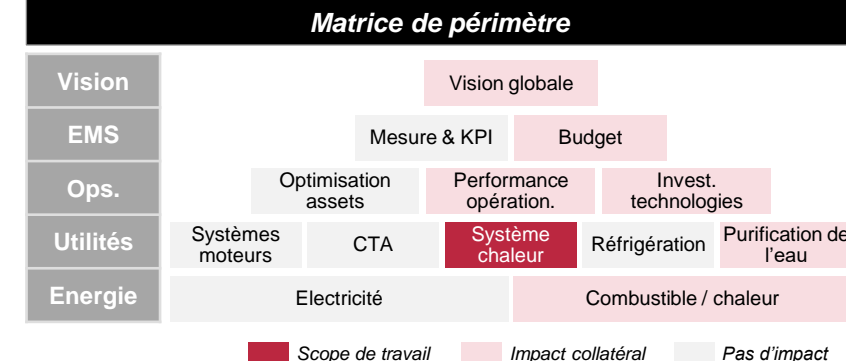
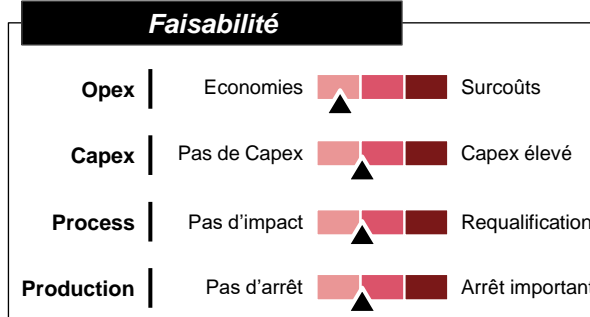
Vidéo

Installer un système de contrôle automatique des purges chaudière

Quick Win

Must have

Big move



Description

- Pour réduire la quantité de solides en suspension et dissous dans une chaudière, l'eau est périodiquement évacuée ou purgée.
- Cela entraîne des conséquences indésirables telles que la **perte d'eau et d'énergie thermique**, ainsi que des risques de **contamination de la vapeur** et de **dommages aux équipements**.
- Avec un système de contrôle automatique des purges, des sondes mesurent la conductivité de l'eau, fournissant des données à un contrôleur qui ajuste la purge en fonction des niveaux de conductivité. Cela permet de **réguler efficacement les niveaux de solides dissous** dans l'eau de la chaudière.
- Les chaudières sans système de récupération de la chaleur de purge et avec des taux de purge élevés offrent le plus grand potentiel d'économies d'énergie.

Impact

Valeurs estimatives ¹⁾

Coûts d'investissement (CAPEX) :

- **~5 k€**

Gains énergétiques :

- **0 – 1%** en fonction de la conductivité d'eau alimentation, quantité de retour de condensat et la seuil fabricant chaudière. Click l'outil pour estimer les gains

ROI	<1,5 ans
CAPEX net ²⁾	~5k€
Impact CO2	0 - 1% du système vapeur

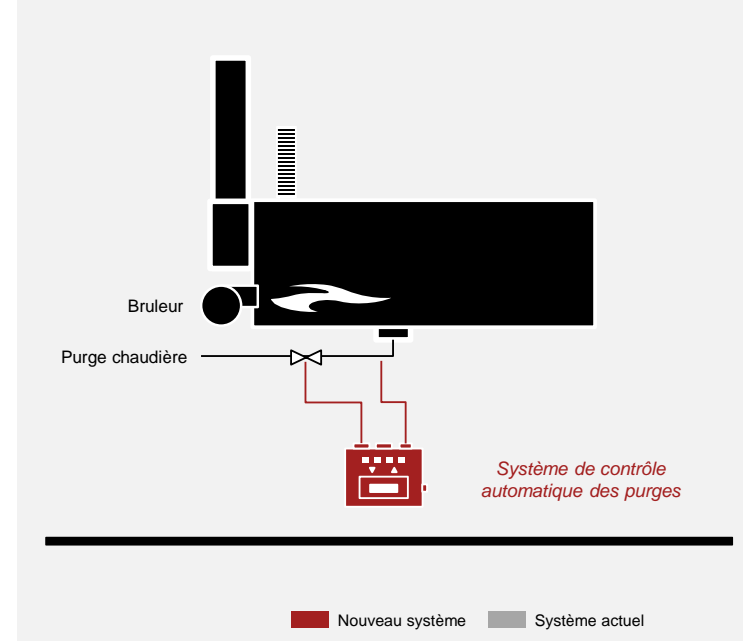
Conditions d'application

- **Grande fluctuation de la qualité d'eau d'alimentation de chaudière** (ex : retour de condensat variable)
- Le TDS (total de solide dissous) de purge est inférieur au taux admissible par rapport au standard
- Taux de purge moyens à élevés (**supérieur à 4%**)

Financement

	CEE	<input checked="" type="checkbox"/>	CEE spécifiques
	Aides Capex	<input type="checkbox"/>	
	Tiers-financement	<input checked="" type="checkbox"/>	CPE

Exemple d'application



Liens utiles



Documents



Outils



Aides



Vidéo

Sources : DOE, Analyse Strategy&

Leem - Agir pour se décarboner
Strategy&

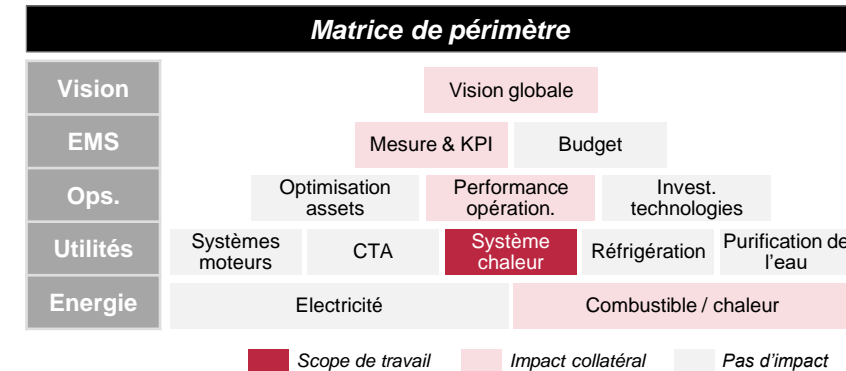
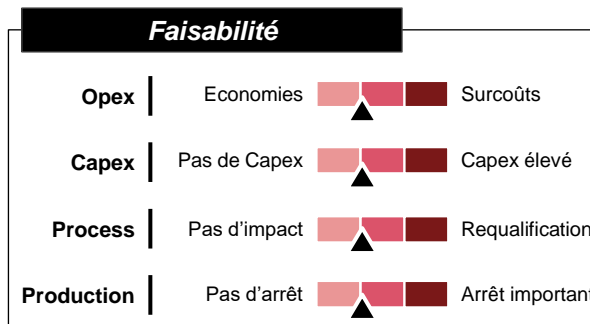
1) Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.
2) Le CAPEX net inclut les subventions et les CEE.

Effectuer une étude IR et isoler les points chauds avec la technologie appropriée

Quick Win

Must have

Big move



Description

- Les lignes de **distribution de vapeur** et de **retour de condensat non isolées** sont une source importante de **gaspillage d'énergie**.
- L'isolation peut **réduire les pertes d'énergie jusqu'à 90%**, garantissant une pression de vapeur adéquate au niveau de l'équipement de l'usine.
- Toute surface dépassant **50°C** doit être isolée, y compris les surfaces de chaudières, les tuyauteries de distribution de vapeur et de retour de condensat, ainsi que les raccords.
- Par ailleurs, lors des **maintenances**, les tuyaux, vannes et raccords perdent leur isolation thermique, augmentant ainsi les risques de sécurité et les pertes de chaleur. Pour cela, des **couvertures isolantes amovibles et réutilisables** peuvent être utilisées.
- Des **solutions d'imagerie thermique** peuvent être utilisées pour détecter les hautes températures et les pertes de chaleur

Conditions d'application

- Présence de températures élevées par rapport à la norme (> ~60°C) dans les lignes de distribution de vapeur et de retour de condensat

Impact

Coûts d'investissement (CAPEX) :

- Smartphone** ou **imagerie thermique** : 600 €
- Coût de l'ajout de l'isolant : 50 à 400 € / m
- Coût de matelas: ~120 € / point chaude




Gains énergétique et CO₂ :

- La perte de chaleur est très variable en fonction de la **température de surface**, **environnement d'installation**, état de calorifuge, click la Document pour prendre plus de connaissance, et utiliser le Outils pour faire le calcul de vos situations.

Valeurs estimatives ¹⁾

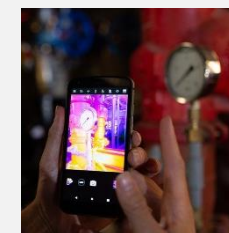
ROI	0,5 – 3 ans
CAPEX net ²⁾	50 – 400 €/m
Impact CO₂	1 - 5% du système vapeur

Financement

	CEE	<input checked="" type="checkbox"/>	IND-UT-121 , IND-UT-131
	Aides Capex	<input type="checkbox"/>	
	Tiers-financement	<input checked="" type="checkbox"/>	CPE

Exemple d'application

1. Audit par caméra IR



2. Détection de pertes thermiques



3. Remplacement de l'isolant



Liens utiles



Documents



Outils



Aides



Vidéo

Sources : Analyse Strategy&

Leem - Agir pour se décarboner
Strategy&

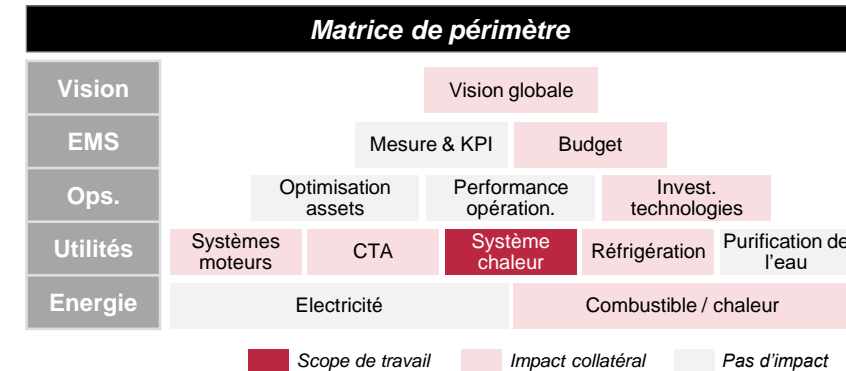
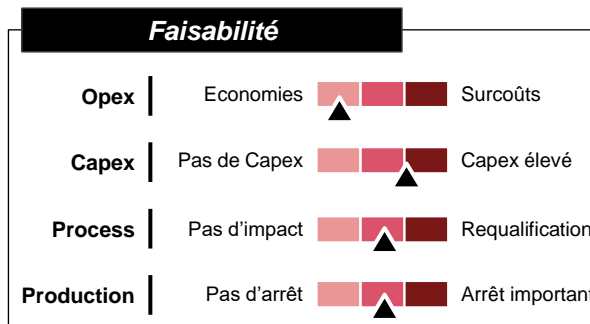
1) Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.
2) Le CAPEX net inclut les subventions et les CEE.

Récupération de chaleur fatale pour diminuer la consommation de vapeur

Quick Win

Must have

Big move



Description

- Les procédés industriels perdent une quantité importante de chaleur (>80% de chaleur perdue). Parallèlement, dans les usines pharmaceutiques, on trouve des **consommateurs à basse température** (ex : eau sanitaire à 50°C, eau d'alimentation à 30°C, air de combustion à 25°C, air frais CTA à 15-30°C).
- L'interaction de chaleur entre les procédés est rarement prise en compte dans la conception. Un procédé peut être la source de chaleur d'un autre, réduisant la consommation totale de chaleur.
- 3 solutions de **valorisation de la chaleur résiduelle des gaz d'échappement** dans les procédés secondaires à température plus basse sont possibles :
 - Récupération directe** de chaleur entre 2 procédés
 - Echange direct** avec un échangeur de chaleur
 - Echange indirect** vers un réseau d'utilités

Impact

Valeurs estimatives ¹⁾

Coûts d'investissement (CAPEX) :

- 20 – 100 €/MWh/an pour d'incinérateur
- 90 – 180 €/MWh/an pour bouée séchage
- 170 €/kW pour économiseur sur chaudière

Gains énergétique et CO₂ :

- Le gains d'énergétique dépendra la puissance récupéré, l'heure de fonctionnement et la consommation électrique liées aux pertes de charge additionnelle, pompage etc.

ROI	3 – 10 ans
CAPEX net ²⁾	20 – 180 €/MWh/an
Impact CO₂	Proportionnel à chaleur récupéré

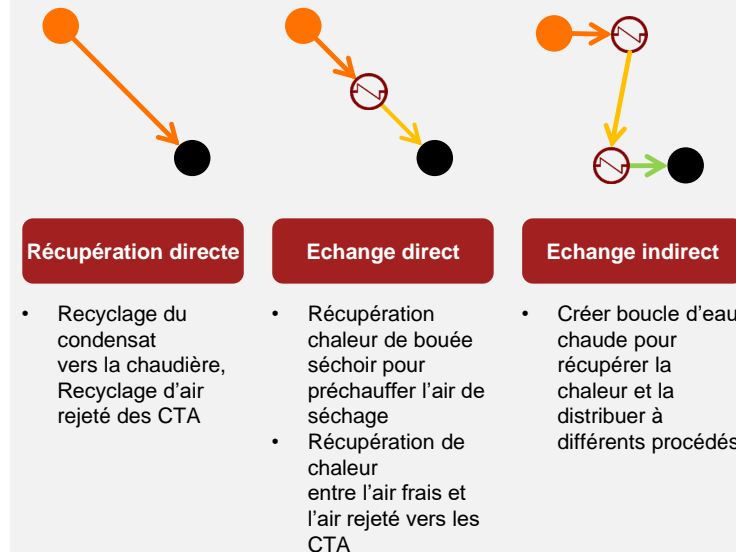
Conditions d'application

- Récupération directe** : Même type de milieu (ex : air, eau), Débit comparable, et Compatibilité des procédés
- Echange direct avec un échangeur de chaleur** : Type de milieu différent, ou Débit différent, ou Incompatibilité des procédés
- Echange indirect vers un réseau d'utilités** : Conditions de transfert de chaleur direct, ou Risque de contamination des procédés, ou Disponibilité d'un réseau d'utilités (ex : vapeur, eau chaude), ou Multiples consommateurs de chaleur

Financement

	CEE	✓	IND-UT-130
	Aides Capex	✓	Fonds Chaleur, DECARB IND, DECARB IND+
	Tiers-financement	✓	CPE

Exemple d'application



Liens utiles



Documents



Outils



Aides



Vidéo

Sources : ADEME, DOE, Analyse Strategy&

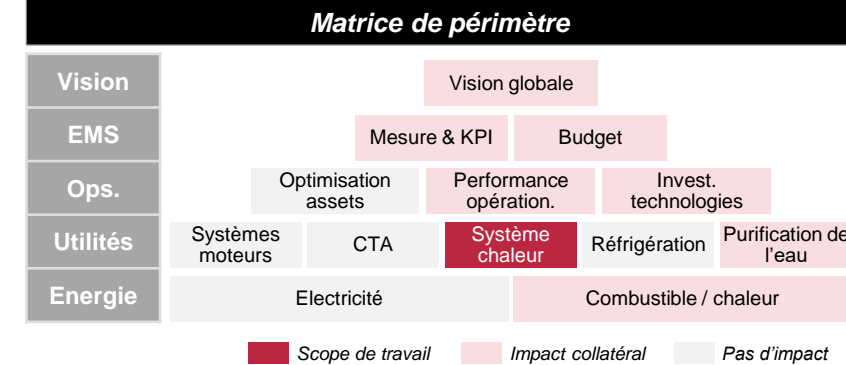
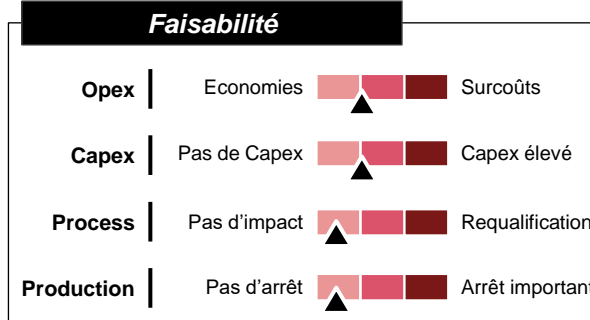
1) Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.
2) Le CAPEX net inclut les subventions et les CEE.

Installer un système de retour des condensats vers la chaudière

Quick Win

Must have

Big move



Description

- L'énergie contenue dans le condensat peut représenter plus de **10% de l'énergie totale de vapeur** d'un système typique.
- On peut alors mettre en place un retour des condensats vers la chaudière, consistant à **recupérer les condensats générés** lors du processus de chauffage et **les renvoyer à la chaudière** pour être réutilisés comme eau d'alimentation.
- Le transport et la récupération du condensat en vue de sa réutilisation nécessitent toujours une **pression différentielle positive** entre la source et la destination.
- L'**installation d'une pompe** pourrait être requise pour transférer le condensat vers la zone de récupération (ex : pompes centrifuges électriques ou à turbine, pompes mécaniques sans électricité, pompes centrifuges spécialisées sans cavitation)

Conditions d'application

- Grande consommation d'eau d'appoint** par rapport à la production de vapeur et fonctionnement normal de la purge de chaudière
- Absence de **consommateur de vapeur avec injection directe**
- Température de condensat préférablement élevée** afin de maximiser les gains (généralement entre **60°C et 80°C**, selon les conditions de fonctionnement)

Sources : DOE, DACE, Analyse Strategy&

Leem - Agir pour se décarboner
Strategy&

Impact

Valeurs estimatives ¹⁾

Coûts d'investissement (CAPEX) :

- 7 – 12 k€** pour pompes et moteur
- 25 – 50 k€** pour réservoir de collecte
- 60 – 120 €/m** pour tuyauterie et calorifuge
- Il faut ajouter génie civil, système de contrôle, et frais d'installation avec spécificité du site

Gains énergétique et CO₂ :

- Le gain d'énergie est en fonction de % de retour et température, utilisez le tableau de l'exemple pour l'estimer.
- L'autre économie inclut une réduction de la demande en eau (€0,6/m³), en effluents (€0,45/m³)

ROI

1 – 3 ans

CAPEX net ²⁾

60 - 300 k€

Impact CO₂

Jusqu'à 10% du système vapeur

Financement



CEE



[CEE spécifiques](#)



Aides Capex



Fonds Chaleur, DECARB IND, DECARB IND+



Tiers-financement



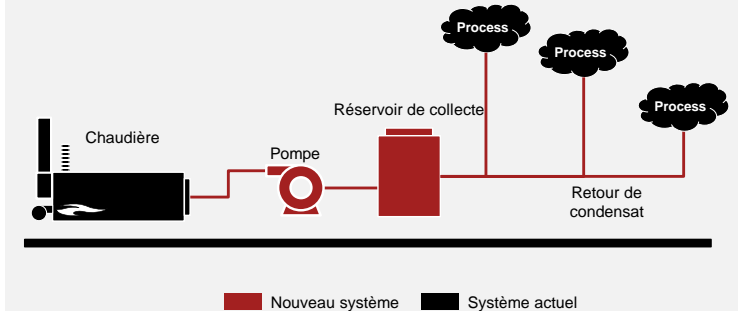
[CPE](#)

Exemple d'application

Gains d'énergie et CO₂ (% du consommation gaz chaudière*)

% retour condensat	Température du condensat			
	30 °C	50 °C	70 °C	90 °C
25%	0,2%	1,0%	1,7%	2,5%
50%	0,4%	1,9%	3,5%	5,0%
75%	0,6%	2,9%	5,2%	7,6%
100%	0,8%	3,9%	7,0%	10,1%

* Chaudière vapeur 10 bar avec 10°C de saturation



Liens utiles



Documents

Outils

Aides

Vidéo

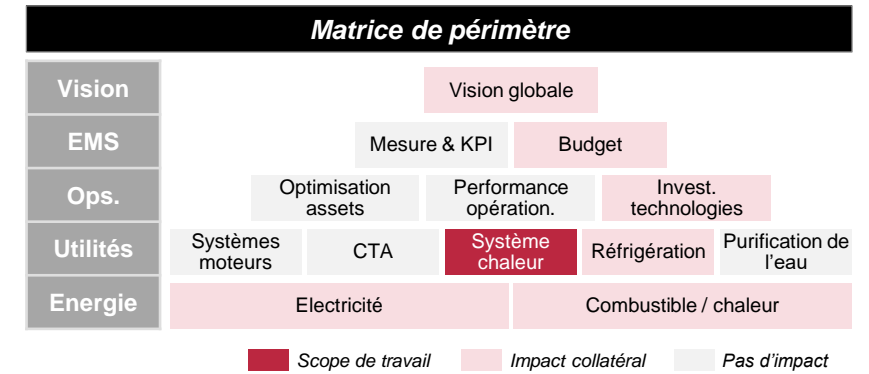
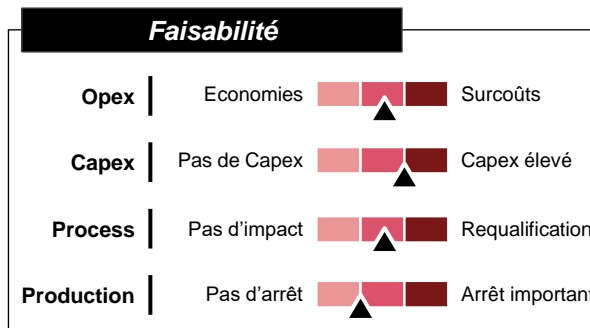
1) Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.
2) Le CAPEX net inclut les subventions et les CEE.

Utiliser de la chaleur fatale pour alimenter les refroidisseurs à adsorption

Quick Win

Must have

Big move



Description

- Les **coûts opérationnels élevés** liés à la climatisation sont un problème courant dans les usines. Pour y remédier, de **refroidisseurs à adsorption** alimentés par des **chaleur fatale** de bas grade peuvent alimenter des réseaux **d'eau froid pour CTA** ou process.
- Ces systèmes utilisent de la **chaleur (>85°C)** au lieu de l'énergie mécanique **pour fournir du froid** jusqu'à 3 °C, en utilisant des matériaux absorbants (eau/bromure de lithium et ammoniac/eau) pour extraire la chaleur de l'environnement, créant un refroidissement. Il se compose de quatre étapes : l'adsorption, la désorption, la condensation et l'évaporation.
- Les refroidisseurs à adsorption sont disponibles en deux modèles : **simple effet** avec un COP thermique de **0,7** et **double effet** avec **~40%** d'efficacité additionnelle.

Conditions d'application

- Disponibilité de **chaleur fatale à plus de 85°C** pour alimenter le groupe adsorption
- Besoin de **refroidissement supérieur à 3°C** (ex : climatisation)
- Puissance de chaleur fatale** proche de **la puissance du besoin en énergie**
- Besoin de fonctionnement **> 2500 h/an**

Impact

- Valeurs estimatives 1)*
- Coûts d'investissement (CAPEX) :**
- 200 – 500 k€/kW_f** refroidisseur d'adsorption
 - Il faut ajouter le des frais d'installation avec spécificité du site
- Gains énergétique et CO₂ :**
- L'utilisation d'un refroidisseur à adsorption ne réduire pas significative les émissions de CO₂. Néanmoins, il pourrait aider à **équilibrer le futur système de chaleur renouvelable** (solaire, géothermique) pendant l'été, puisque la production est indépendante des besoins.

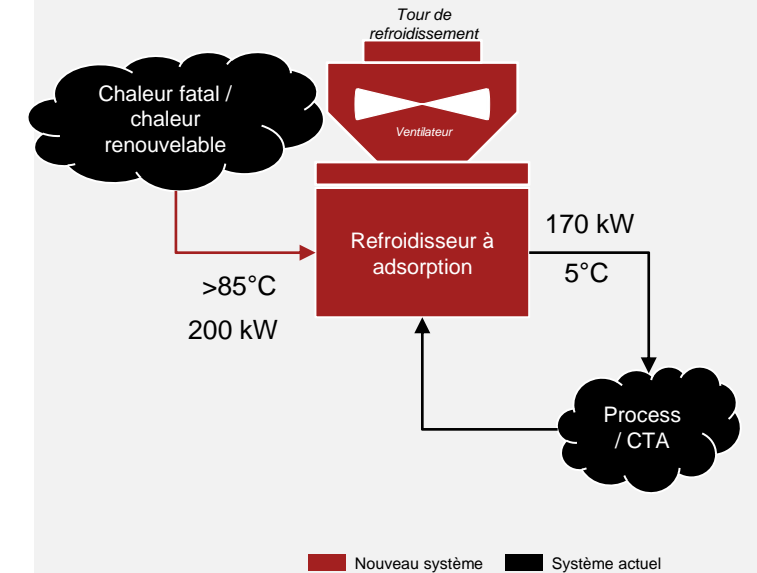
ROI	3 – 10 ans
CAPEX net 2)	700 – 1500 k€/kW
Impact CO2	Proportionnel à frigorie substitué

Financement

TBC

	CEE	✓	CEE spécifiques
	Aides Capex	✓	Fonds Chaleur, DECARB IND, DECARB IND+
	Tiers-financement	✓	CPE

Exemple d'application



Liens utiles



Documents

Outils

Aides

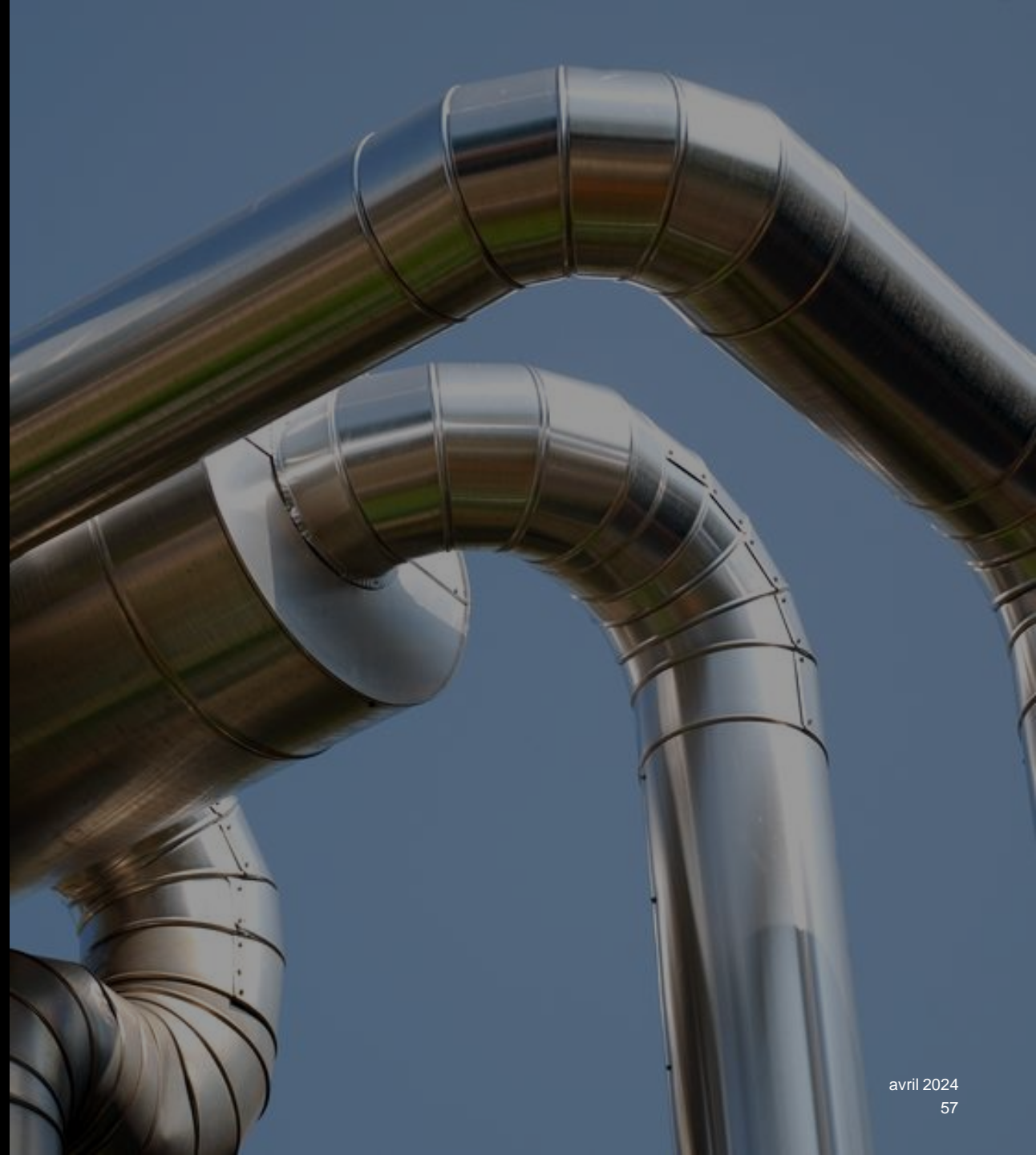
Vidéo

Sources : DOE, Broad chiller, Analyse Strategy&

Leem - Agir pour se décarboner
Strategy&

- Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.
- Le CAPEX net inclut les subventions et les CEE.

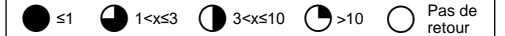
3.2 Groupes froids






















Groupes froid

Actions d'efficacité énergétique sélectionnées et priorisées

Retour sur investissement (en années)

Valeur estimative¹⁾

Action		Impact CO2	ROI	ROI avec aides
	B <u>Récupérer la chaleur du condenseur pour produire de l'eau chaude</u>	-		
	B <u>Augmenter la surface d'échange des évaporateurs et condenseurs</u>	- 30%		
	M <u>Diminuer la température de condensation lorsque la température extérieure est faible (HP flottante)</u>	15 – 20%		
	Q Inclure une garantie de performance énergétique (COP) dans le contrat de maintenance	-		
	Q <u>Auditer les pertes thermiques par caméra IR et frigorifuger les surfaces froides</u>	-		
	Q <u>Fermer les vannes alimentant les équipements à l'arrêt en ajustant le débit du circuit (VEV)</u>	20 – 40% <small>Sur pompes</small>		
	B <u>Remplacer l'usage d'eau glacée par de l'eau fraîche issue d'une tour de refroidissement pour les besoins en froid à température élevée</u>	60 – 90% <small>Sur la frigorie remplacée</small>		
	Q <u>Augmenter la température de l'eau glacée lorsque les besoins en froid sont plus faibles (BP flottante)</u>	3 – 8%		

B Big Move **M** Must Have **Q** Quick Win

1) Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.

Groupes froid

Actions d'efficacité énergétique identifiées

Efficacité des équipements

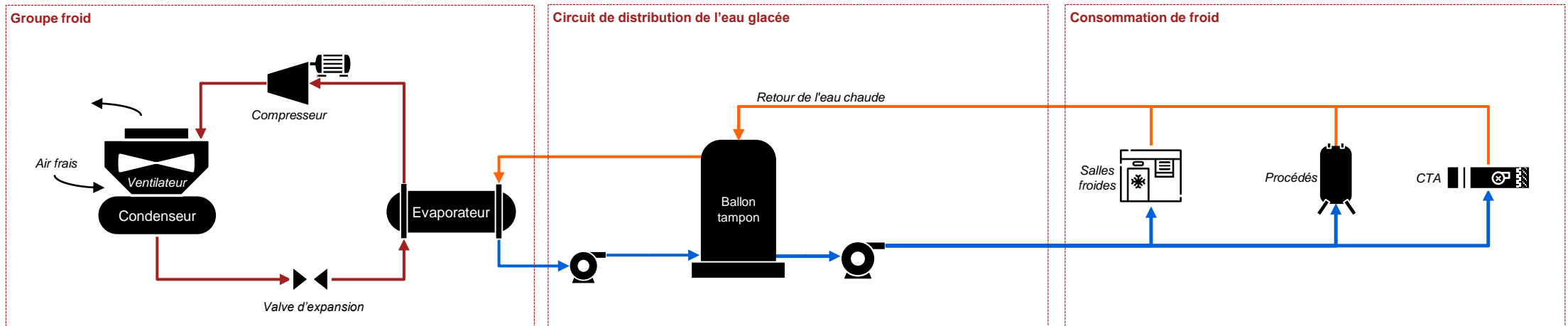
- ★ 1. Diminuer la température de condensation lorsque la température extérieure est faible (HP flottante)
- ★ 2. Récupérer la chaleur du condenseur pour produire de l'eau chaude
- ★ 3. Augmenter la surface d'échange des évaporateurs et condenseurs
- 4. Inclure une garantie de performance énergétique (COP) dans le contrat de maintenance

Réseau de transport de froid

- ★ 1. Auditer les pertes thermiques et frigorigérer le circuit de distribution d'eau glacée et de fluide frigorigène
- ★ 2. Fermer les vannes alimentant les équipements à l'arrêt en ajustant le débit du circuit (VEV)

Adaptation au besoin réel de froid

- ★ 1. Augmenter la température de l'eau glacée lorsque les besoins en froid sont plus faibles (BP flottante)
- ★ 2. Remplacer l'usage d'eau glacée par de l'eau fraîche issue d'une tour de refroidissement pour les besoins en froid à température élevée



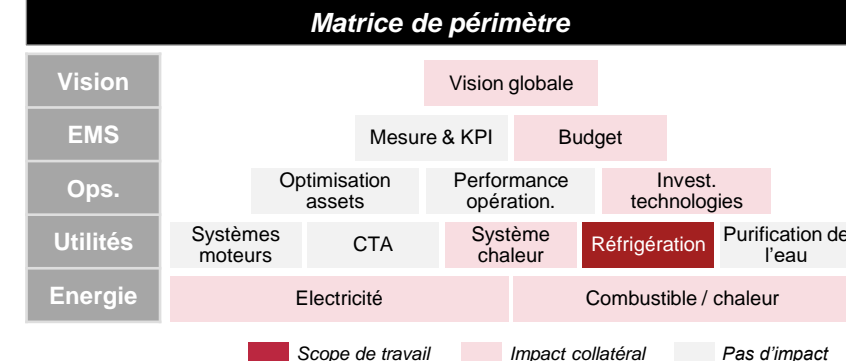
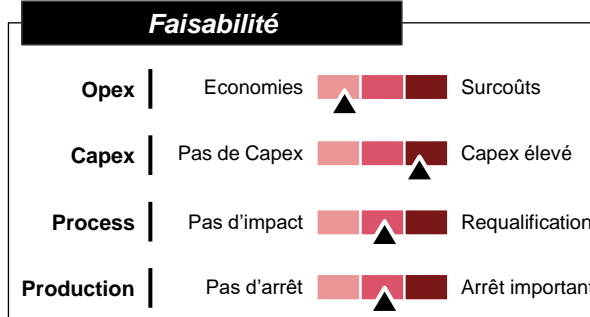
★ Actions prioritées faisant l'objet de fiches techniques détaillées

Récupérer la chaleur du condenseur pour produire de l'eau chaude

Quick Win

Must have

Big move



Description

- Dans un groupe froid, la chaleur emmagasinée via le compresseur et l'évaporateur est évacuée dans l'environnement lors de la désurchauffe et de la condensation. Cette chaleur perdue peut représenter 4 à 5 fois la puissance du compresseur. **Plutôt que de libérer cette chaleur dans l'air, il est possible de la récupérer.**
- La récupération de chaleur sur un groupe froid consiste à **ajouter un condenseur** permettant de capturer cette chaleur résiduelle pour **produire de l'eau chaude à 45 à 50°C** pour les usages tels que la CTA ou l'eau chaude sanitaire.
- La température de l'eau peut également être augmentée via l'usage d'une **pompe à chaleur**, moyennant une surconsommation électrique.

Conditions d'application

La récupération de chaleur est particulièrement indiquée lorsque :

- Le site présente des besoins en eau chaude à des températures peu élevées (45 à 50°C), tels que l'eau chaude sanitaire ou le chauffage des locaux ;
- Il y a adéquation temporelle entre les besoins de froid et de chaud (en puissance), avec des besoins de froid maintenus en hiver ou des besoins de chaud subsistant en été (ex. : déshumidification de l'air dans la CTA) ;
- Un réseau d'eau chaude est à proximité du groupe froid.

Sources : Carrier, Analyse Strategy&

Impact

Valeurs estimatives 1)

Coûts d'investissement (CAPEX) :

- 35 - 380 €/kW pour échangeurs
- 50 €/kW pour électricité et automatismes
- 2.7 €/L pour ballon de stockage d'eau
- 100 €/m pour distribution de chaleur

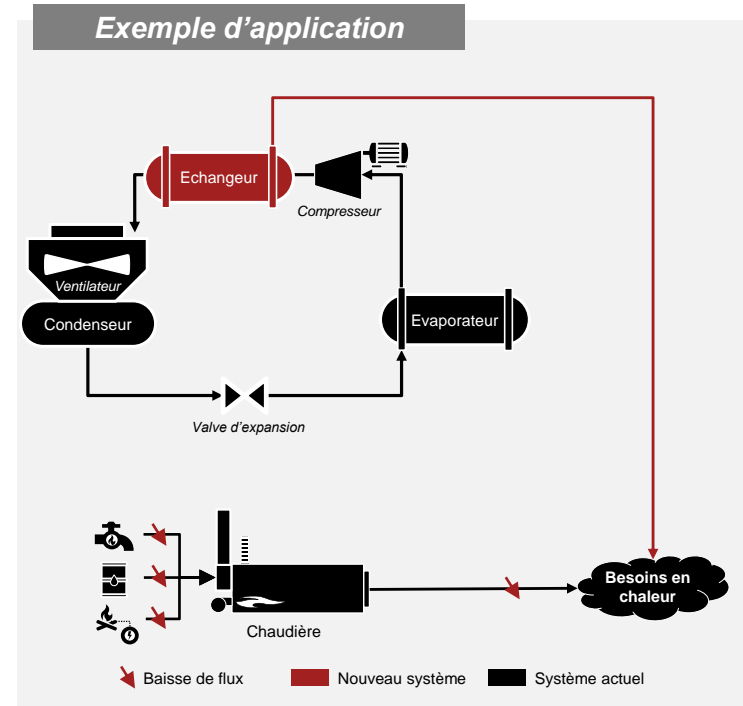
Gains énergétique et CO₂ :

- La récupération de la chaleur entraîne une surconsommation d'électricité, car la température de condensation augmente. Le COP marginal pourrait varier de **3 à 7** pour la chaleur produite, ce qui pourrait être utilisé pour calculer l'impact économique et l'impact CO₂.

ROI	1 - 10 ans
CAPEX net 2)	70 - 400 k€/kW _c
Impact CO₂	0.6 - 1 tCO ₂ /kWhe

Financement

	CEE	✓	IND-UT-117 (40 à 80% de l'investissement)
	Aides Capex	✓	Fonds Chaleur, DECARB IND, DECARB IND+
	Tiers-financement	✓	CPE



Liens utiles

- Documents
- Outils
- Aides
- Vidéo

1) Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.

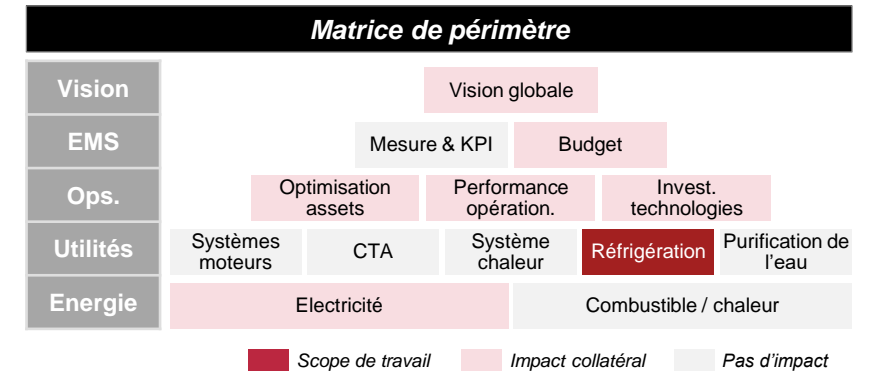
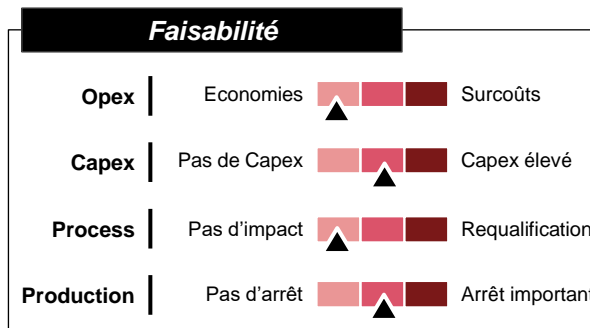
2) Le CAPEX net inclut les subventions et les CEE.

Augmenter la surface d'échange des évaporateurs et condenseurs

Quick Win

Must have

Big move

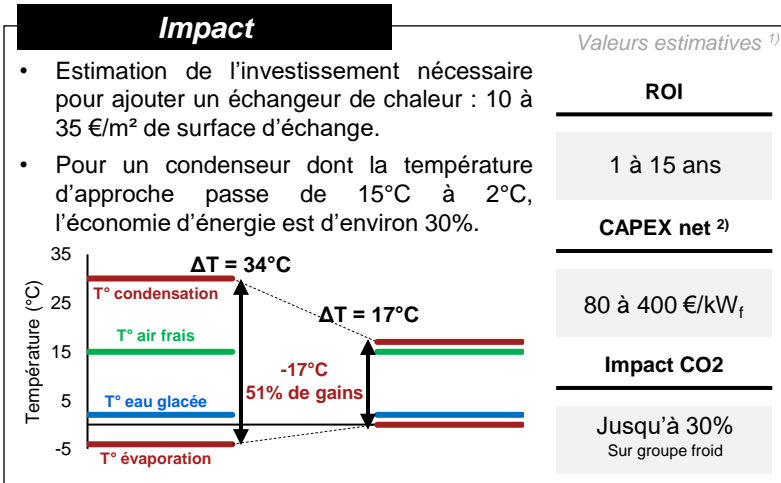


Description

- Sur les équipements anciens, **les évaporateurs et condenseurs sont souvent sous-dimensionnés**, engendrant un transfert de chaleur inefficace qui augmente la consommation d'énergie des compresseurs.
- L'augmentation de la surface d'échange des évaporateurs et des condenseurs, par l'ajout d'**échangeurs**, ou une meilleure ventilation, par l'ajout de **ventilateurs**, permet d'améliorer le transfert de chaleur et donc l'efficacité du système de refroidissement.
- Diminuer de 1°C la température d'approche**, i.e. l'écart de température entre eau fraîche ou air frais (resp. eau glacée) et condenseur (resp. évaporateur), **permet un gain énergétique de 3%**.

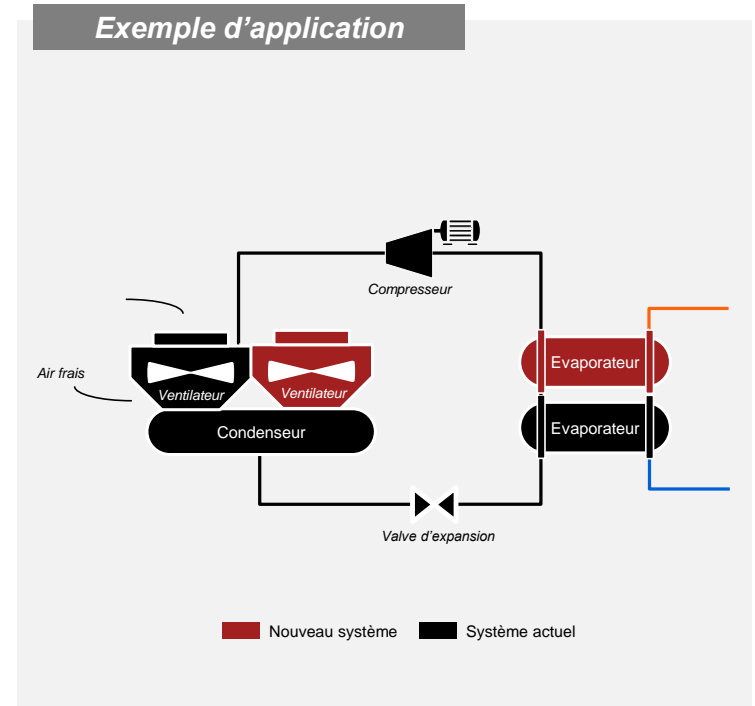
Conditions d'application

- Cette action est justifiée dans les systèmes de refroidissement industriels où l'efficacité du transfert de chaleur est limitée par la surface d'échange des évaporateurs et des condenseurs.
- C'est vraisemblablement le cas **si la température d'approche dépasse 13°C** ou si le système peine à atteindre la température de refroidissement souhaitée.



Financement

	CEE	✓	IND-UT-113
	Aides Capex	✓	DECARB IND, DECARB IND+
	Tiers-financement	✓	CPE



Liens utiles

- Documents
- Outils
- Aides
- Vidéo

Sources : Internet ressources, Analyse Strategy&

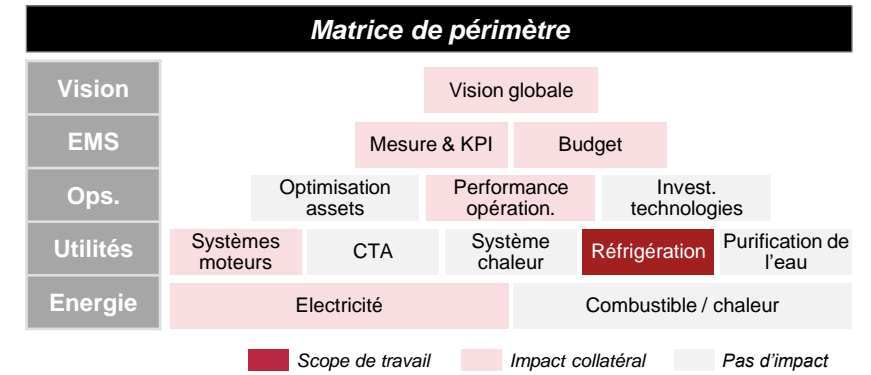
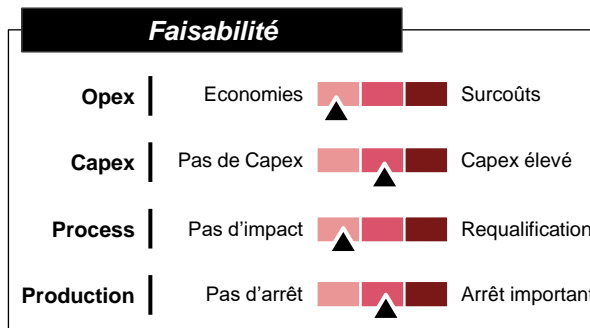
1) Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.
2) Le CAPEX net inclut les subventions et les CEE.

Diminuer la température de condensation lorsque la température extérieure est faible (HP flottante)

Quick Win

Must have

Big move



Description

- Les groupes froids fonctionnent souvent avec une température de condensation fixe en toute saison, ce qui peut entraîner une consommation d'énergie inutilement élevée lors des saisons plus froides, alors qu'une **baisse de 1°C de la température de condensation permettrait de gagner 3% d'efficacité énergétique.**
- En effet, si la température extérieure diminue, en automne-hiver, il est possible de diminuer la température (et donc la pression) de condensation du fluide frigorigène par rapport à l'été.
- Le contrôle de la température de condensation en fonction de la température extérieure (système de régulation à HP flottante) se fait en modulant la **vitesse des ventilateurs** et permet de limiter la consommation énergétique des ventilateurs et des compresseurs.

Impact

Valeurs estimatives 1)

Coûts d'investissement (CAPEX) :

- Les modifications à réaliser comprennent l'ajout d'un **moteur à vitesse variable** pour ventilateurs, le remplacement du détendeur par une **valve d'expansion électronique** et l'installation d'un **contrôleur électronique** et d'une **sonde de température.**
- Un arrêt de production de 4 à 5 jours est nécessaire.

Gains énergétique et CO₂ :

- Une baisse de **1°C** de la température de condensation permettrait de gagner **3%** d'efficacité énergétique.

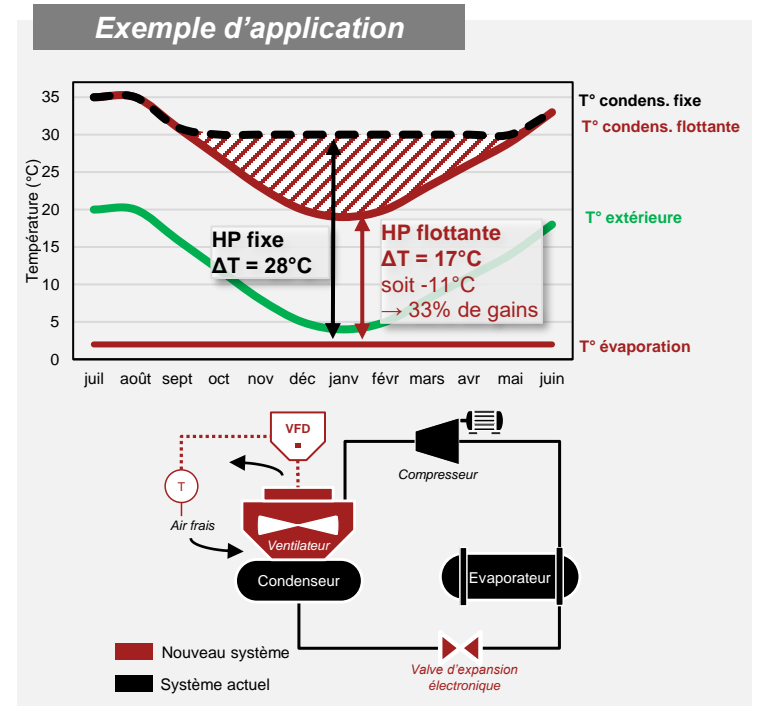
ROI	1 à 2 ans
CAPEX net 2)	0 à 20 k€
Impact CO2	15 - 20% Sur groupe froid

Conditions d'application

- L'installation d'une haute pression flottante est particulièrement utile lorsque le site industriel est en fonctionnement sur une plage comportant d'**importantes variations de température extérieure**, ce qui est généralement le cas dans les pays tempérés.
- Pour une efficacité optimale, si des détendeurs thermostatiques sont installés, ils doivent être remplacés par des détendeurs électroniques auto-adaptatifs.

Financement

	CEE	<input checked="" type="checkbox"/>	IND-UT-116
	Aides Capex	<input type="checkbox"/>	
	Tiers-financement	<input checked="" type="checkbox"/>	CPE



Liens utiles

- Documents
- Outils
- Aides
- Vidéo

Sources : COEXENS, Analyse Strategy&

1) Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.
2) Le CAPEX net inclut les subventions et les CEE.

Auditer les pertes thermiques par caméra IR et frigorifuger les surfaces froides

Quick Win

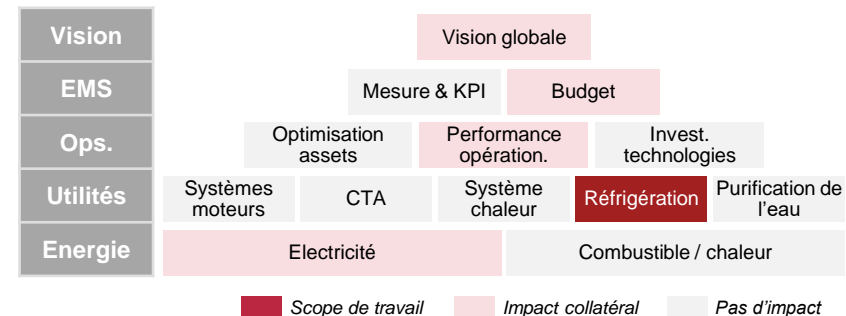
Must have

Big move

Faisabilité

Opex	Economies	▲	▲	▲	Surcoûts
Capex	Pas de Capex	▲	▲	▲	Capex élevé
Process	Pas d'impact	▲	▲	▲	Requalification
Production	Pas d'arrêt	▲	▲	▲	Arrêt important

Matrice de périmètre



Description

- Dans les systèmes de refroidissement industriels, l'eau glacée circule dans le circuit de distribution pour absorber la chaleur des charges à refroidir. Cependant, une partie de cette chaleur peut être perdue en cours de route, ce qui réduit l'efficacité énergétique du système.
- Un audit des pertes thermiques à l'aide d'une **caméra infrarouge** permet de repérer les défauts d'isolation du circuit de distribution. Cet audit exige une **formation** spécifique et une **préparation** pour identifier les points du réseau à étudier.
- Si cet audit révèle des fuites importantes, un **frigorifugeage** du circuit de distribution d'eau glacée (ou d'autres équipements froids) s'impose. Il s'agit de **poser un isolant thermique** sur les conduites, qui minimisera les pertes et améliorera l'efficacité du système.

Conditions d'application

- Cette action se justifie surtout lorsque l'eau glacée parcourt de **longues distances** entre les lieux de production et de consommation de froid, et d'autant plus si des zones à température élevée sont traversées.
- Elle doit être mise en œuvre si **l'écart de température** entre le départ et le retour du **circuit de distribution** ou entre l'arrivée et la sortie des **procédés** révèle une perte thermique de **plus de 20%**.

Impact

Valeurs estimatives 1)

Coûts d'investissement (CAPEX) :

- Coût de la caméra thermique : **600 €**
- Coût de l'ajout de l'isolant : **50 à 400 € / m**

T° du fluide	Epaisseur d'isolation
0°C à -20°C	30 à 60 mm
-20°C à -50°C	60 à 140 mm
-50°C à -70°C	140 à 160 mm

ROI

1 à 6 ans

CAPEX net 2)

Selon dimensions

Impact CO2

Selon résultats audit

Gains énergétique et CO₂ :

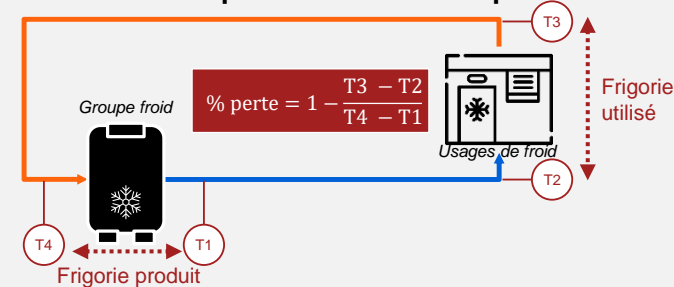
- Le gain énergétique est proportionnel aux gains de température par rapport à la situation initiale

Financement

	CEE	<input checked="" type="checkbox"/>	IND-UT-131
	Aides Capex	<input type="checkbox"/>	
	Tiers-financement	<input checked="" type="checkbox"/>	CPE

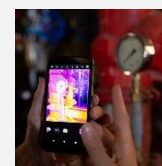
Exemple d'application

- Quantifier les pertes liées au transport



- Améliorer les frigorifuges

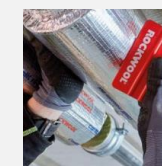
1. Audit par caméra IR



2. Détection de pertes frigorifique



3. Remplacement de l'isolant



Liens utiles



Documents

Outils

Aides

Vidéo

Sources : DACE, Analyse Strategy&

Leem - Agir pour se décarboner
Strategy&

1) Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.

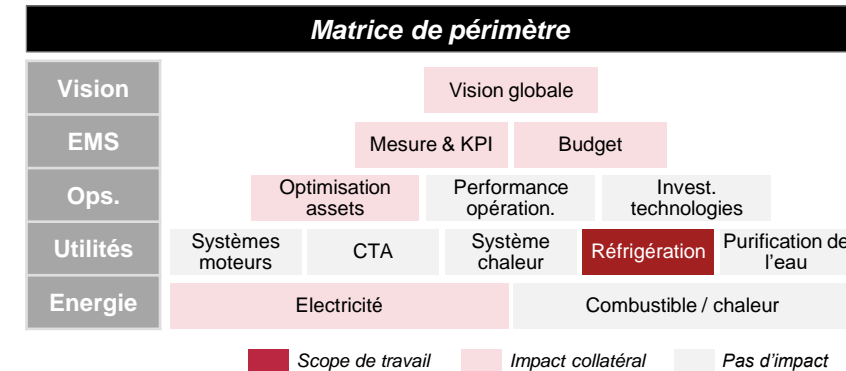
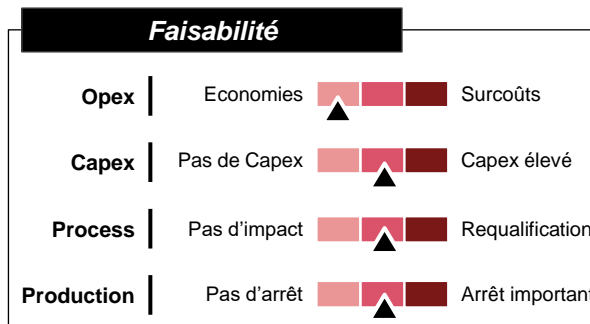
2) Le CAPEX net inclut les subventions et les CEE.
Sources photographiques : [11](#), [12](#), [13](#)

Fermer les vannes alimentant les équipements à l'arrêt en ajustant le débit du circuit (VEV)

Quick Win

Must have

Big move



Description

- Dans les systèmes frigorifiques industriels, **la circulation de l'eau glacée est souvent constante**, indépendamment des besoins réels en froid des équipements reliés. Cela peut entraîner une consommation d'énergie excessive et une utilisation inefficace des ressources.
- L'adaptation de la circulation du réseau d'eau glacée selon le besoin de froid des équipements reliés est une solution efficace pour ce problème. Cela peut être réalisé en **installant une pompe à vitesse variable (VEV) pour réguler le débit d'alimentation** des différentes installations alimentées en eau glacée. De plus, l'alimentation peut être fermée lorsque l'installation est inutilisée, ce qui permet d'économiser de l'énergie.

Conditions d'application

- Cette action est particulièrement justifiée dans les installations où la demande de froid varie considérablement, par exemple en fonction des saisons, du moment de la journée, ou du niveau d'activité de l'usine.

Impact

Coûts d'investissement (CAPEX) :

- 200 - 600 €/kWe pour variateur de vitesse
- 5 - 20 k€ pour vanne papillon réglable




Gains énergétique et CO₂ :

- Selon les **lois d'affinité** dans un système de pompe, le débit est proportionnel à la vitesse de rotation, et la consommation d'énergie est proportionnelle au cube de la vitesse de rotation.
- Avec VEV, la réduction de la vitesse de 20 % entraînera une réduction de 20 % du débit, mais une réduction de 40 % de l'énergie.

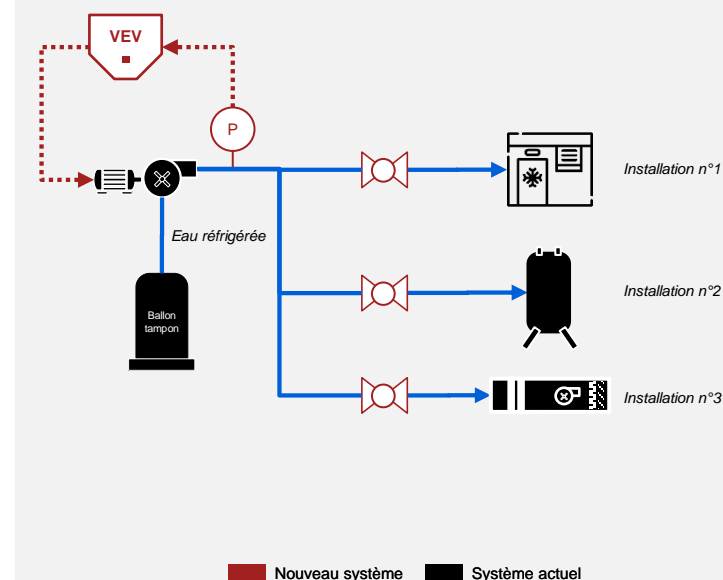
Valeurs estimatives ¹⁾

ROI	<1 ans
CAPEX net ²⁾	25 k€
Impact CO₂	20 – 40% sur la pompe

Financement

	CEE	<input checked="" type="checkbox"/>	IND-UT-102
	Aides Capex	<input type="checkbox"/>	
	Tiers-financement	<input checked="" type="checkbox"/>	CPE

Exemple d'application



Liens utiles



Documents



Outils



Aides



Vidéo

Sources : ADEME, DACE, Analyse Strategy&

Leem - Agir pour se décarboner
Strategy&

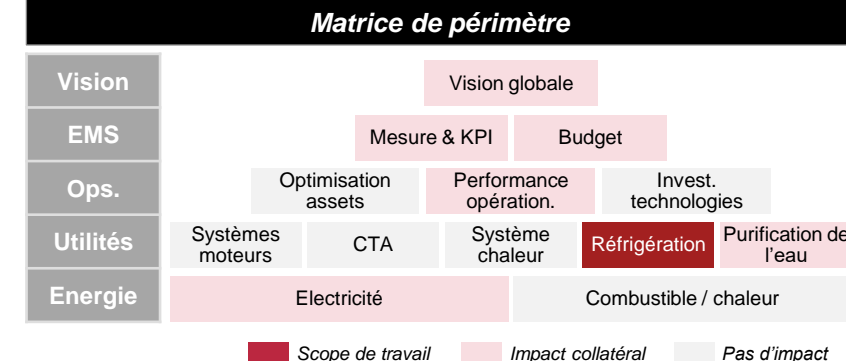
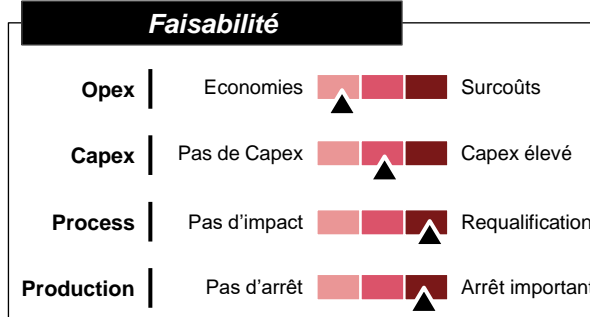
- Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.
- Le CAPEX net inclut les subventions et les CEE.

Remplacer l'usage d'eau glacée par de l'eau fraîche issue d'une tour de refroidissement pour les besoins en froid à température élevée

Quick Win

Must have

Big move



Description

- Dans les systèmes de réfrigération industriels, la production d'eau glacée nécessite une consommation d'énergie importante. Cette consommation peut être réduite **en exploitant la fraîcheur de l'air extérieur**.
- Cela peut être réalisée en refroidissant le circuit d'eau réfrigérée à travers une **tour de refroidissement** plutôt qu'en mobilisant le groupe froid.

Conditions d'application

- Cette action est indiquée dans le cas où une tour de refroidissement est présente sur le site.
- Il pourrait être adapté au cas où l'eau réfrigérée est utilisée pour refroidir des processus à haute température (>60°C).
- Pour un site pharmaceutique, cette action ciblerait ainsi préférentiellement le **condenseur de l'unité de distillation** pour la purification de l'eau.

Impact

Valeurs estimatives 1)

Coûts d'investissement (CAPEX) :

- 400 - 1500 €/m² pour échangeur de chaleur
- Il faut d'ajouter les coûts supplémentaires liés à la tuyauterie, aux vannes et à la requalification.

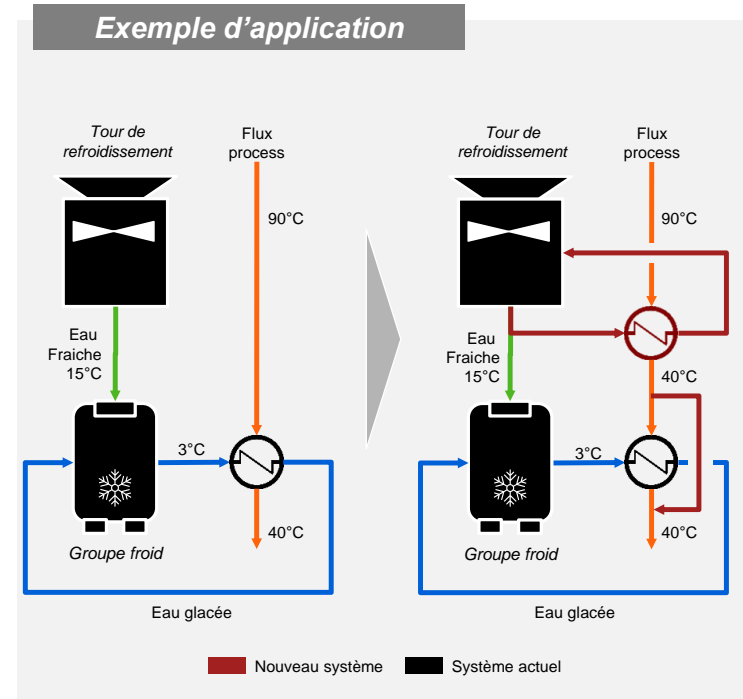
Gains énergétique et CO₂ :

- Le COP de la tour de refroidissement est généralement supérieur à **20**, tandis que celui du refroidisseur est de l'ordre de **3 à 6**. C'est la principale source d'économie.
- Néanmoins, la **surconsommation de pompage** et la dégradation de l'efficacité du processus doivent être prises en compte.

ROI	2 à 5 ans
CAPEX net 2)	130 k€
Impact CO2	60 – 90% sur la frigorie remplacée

Financement

	CEE	<input checked="" type="checkbox"/>	CEE spécifiques
	Aides Capex	<input checked="" type="checkbox"/>	DECARB IND, DECARB IND+
	Tiers-financement	<input type="checkbox"/>	NA



Liens utiles

- Documents
- Outils
- Aides
- Vidéo

Sources : DACE, Analyse Strategy&

1) Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.
2) Le CAPEX net inclut les subventions et les CEE.

Augmenter la température de l'eau glacée lorsque les besoins en froid sont plus faibles (BP flottante)

Quick Win

Must have

Big move

Description

- Le besoin en température de l'eau glacée qui sert à rafraîchir les installations n'est pas constant au cours de l'année. En effet :
 - Lorsque la **température ambiante est plus faible** (par ex. en hiver), une eau glacée fournie à une température plus haute qu'en été suffit à rafraîchir les installations.
 - Les pertes du circuit de distribution d'eau glacée sont également moindres en hiver du fait du plus faible écart de température entre l'air ambiant et l'eau glacée. Il est alors possible d'augmenter la température de consigne de l'eau glacée sans impact sur la température de l'eau glacée obtenue en fin de parcours.
- Ce réglage de la température de l'eau glacée selon les besoins saisonniers s'opère via un système de régulation à basse pression flottante : **pour chaque °C gagné, 3% d'énergie sont économisés.**

Conditions d'application

- L'installation d'une basse pression flottante est particulièrement utile dès lors que la consigne de température de l'eau glacée au niveau du poste de consommation varie fortement ou s'il y a d'importantes pertes thermiques sur le circuit de distribution.

Sources :ADEME, Analyse Strategy&

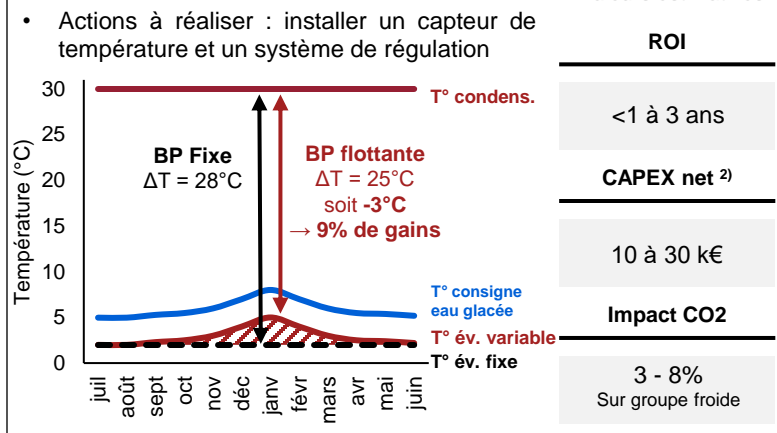
Leem - Agir pour se décarboner
Strategy&

- Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.
- Le CAPEX net inclut les subventions et les CEE.

Faisabilité

Opex	Economies	▲	Surcoûts
Capex	Pas de Capex	▲	Capex élevé
Process	Pas d'impact	▲	Requalification
Production	Pas d'arrêt	▲	Arrêt important

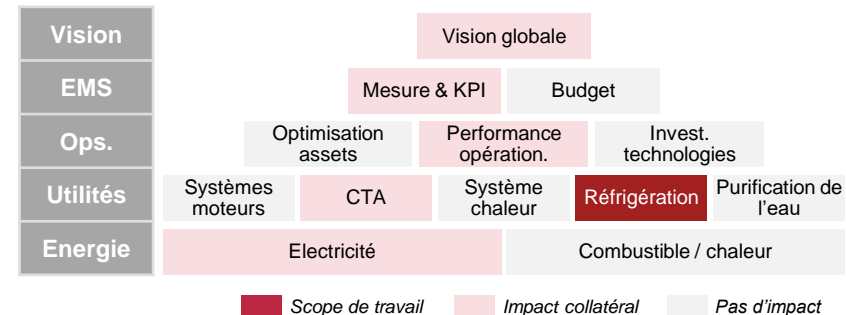
Impact



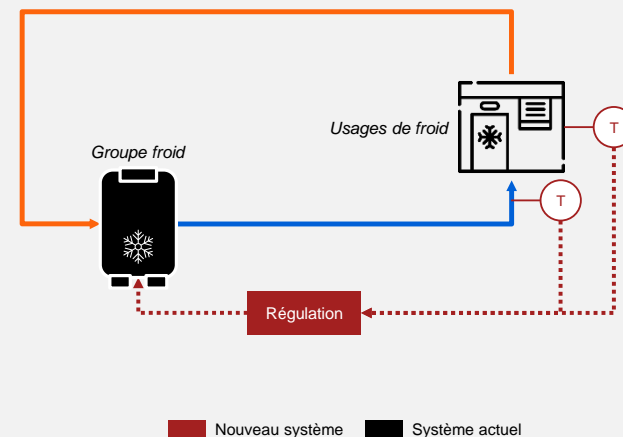
Financement

	CEE	<input checked="" type="checkbox"/>	IND-UT-115
	Aides Capex	<input type="checkbox"/>	
	Tiers-financement	<input checked="" type="checkbox"/>	CPE

Matrice de périmètre



Exemple d'application



Liens utiles



Documents

Outils

Aides

Vidéo

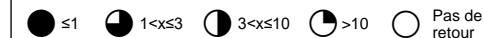
3.3 Système moteur



Système moteur

Actions d'efficacité énergétique sélectionnées et priorisées

Retour sur investissement (en années)

Valeur estimative¹⁾

	Action	Impact CO2	ROI	ROI avec aides
	M Remplacer le contrôle cascade par un contrôle centralisé pour les groupes de compresseurs	1 – 5%	●	
	M Minimiser les fuites d'air comprimé	5 – 10%	●	
	Q Installer un récupérateur de chaleur pour réutiliser l'énergie pour le chauffage des pièces ou l'eau chaude	Jusqu'à 80% ²⁾	◐	◐
	Q Equiper le réseau d'au moins un compresseur VEV (rétrofit / achat)	5 – 20%	◐	◐
	Q Remplacer l'usage inapproprié de l'air comprimé par un ventilateur haute pression (ex : nettoyage, pompe à air, refroidissement, soufflage)	1 – 3%	◐	
	Q Remplacer les courroies en V par des courroies crantées	2 – 4%	●	
	Q Faire un audit le week-end pour arrêter les moteurs qui tournent au ralenti	–	●	
	Q Remplacer les courroies en V par une transmission directe	4 – 6%	◐	
	Q Renouveler les moteurs abimés par des modèles à haut rendement (ex : IE4)	2 – 5%	◐	◐
	B <u>Installer un VEV pour éviter le réglage de débit par les vannes</u>	10 – 30%	◐	◐
	M Remplacer les pompes surdimensionnées par des modèles plus efficaces adaptés aux besoins du système	5 – 20%	◐	◐
	Q Adapter le nombre de pompes en fonctionnement pour répondre à la demande	2 – 10%	●	
	Q Vérifier l'intégrité du réseau et réparer les fuites	1 – 2%	●	
	B Réguler le ventilateur de dépoussiérage centralisé par VEV	10 – 30%	◐	◐
	B Isoler les postes de dépoussiérage lors de l'arrêt de production	20 – 40%	◐	
	B <u>Remplacer le modèle de ventilateur mal dimensionné par un ventilateur à haut rendement adapté au besoin</u>	5 – 20%	◐	◐

B Big Move **M** Must Have **Q** Quick Win

1) Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.

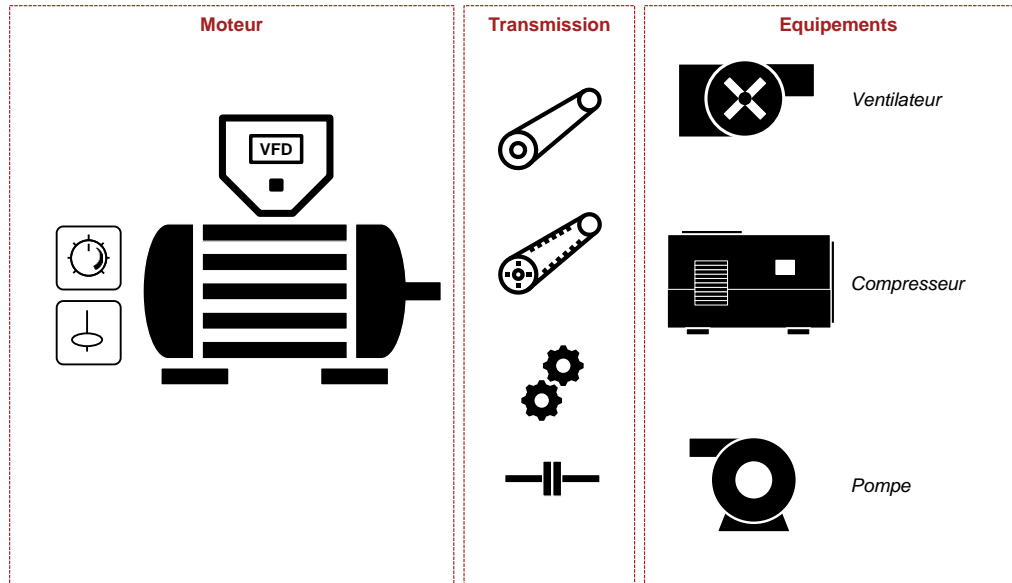
2) 80% des économies d'énergie du compresseur sont récupérables, tandis que l'impact du CO2 dépend de la source de chaleur substituée.

Système moteur

Fiche technique process

Moteur et transmission

1. Remplacer les courroies en V par des courroies crantées
2. Faire un audit le week-end pour arrêter les moteurs qui tournent au ralenti
3. Remplacer les courroies en V par une transmission directe
4. Renouveler les moteurs abimés par des modèles à haut rendement (ex : IE4)



Ventilateur

1. Réguler le ventilateur de dépoussiérage centralisé par VEV
2. Isoler les postes de dépoussiérage lors de l'arrêt de production
3. Remplacer le modèle de ventilateur mal dimensionné par un ventilateur à haut rendement adapté au besoin

Air comprimé

1. Remplacer le contrôle cascade par un contrôle centralisé pour les groupes de compresseurs
2. Minimiser les fuites d'air comprimé
3. Installer un récupérateur de chaleur pour réutiliser l'énergie pour le chauffage des pièces ou l'eau chaude
4. Equiper le réseau d'au moins un compresseur VEV (retrofit / achat)
5. Remplacer l'usage inapproprié de l'air comprimé par un ventilateur haute pression (ex : nettoyage, pompe à air, refroidissement, soufflage)

Pompe

1. Installer un VEV pour éviter le réglage de débit par les vannes
2. Remplacer les pompes surdimensionnées par des modèles plus efficaces adaptés aux besoins du système
3. Adapter le nombre de pompes en fonctionnement pour répondre à la demande
4. Vérifier l'intégrité du réseau et réparer les fuites

★ Actions prioritaires faisant l'objet de fiches techniques détaillées

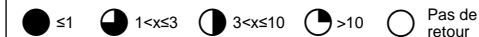
3.4 Centrale de traitement d'air (CTA)




























Centrale de traitement d'air (CTA)

Actions d'efficacité énergétique sélectionnées et priorisées

Retour sur investissement (en années)

Valeur estimative¹⁾

	Action	Impact CO2	ROI	ROI avec aides
 Conception	B Réduire les surfaces et les volumes des zones de classification élevée à l'intérieur des salles blanches	-		
	B Choisir les équipements à faible charge de chaleur, humidité et contamination	-	-	
	Q Sélectionner des systèmes d'éclairage LED avec le système de contrôle intelligent	-	-	
 Système contrôle et opérations	B <u>Augmenter le taux de recyclage de l'air rejeté des salles blanches</u>	10 – 60%		
	B <u>Réduire le taux de renouvellement de l'air (TRA) à l'intérieur des salles blanches</u>	5 – 30%		
	B Piloter le taux de recyclage modulable en fonction de la température de l'air neuf et de l'air repris (free-cooling)	-		
	M Mettre à l'arrêt ou faire fonctionner les salles blanches à régime réduit lorsque la salle propre n'est pas en activité	5% - 30%		
	Q Adapter les consignes des températures en fonction des saisons et des qualifications des procédés	1 – 3%		
	Q Adapter les consignes des taux d'humidité en fonction des saisons et des qualifications des procédés	1 – 6%		
	Q Contrôler le débit de ventilation pour les espaces de stockage sur la base de la température de consigne	1 – 6%		
 Ventilation	B <u>Sélectionner des ventilateurs centrifuges à entraînement direct avec un moteur haut rendement</u>	5 – 20%		
	Q <u>Choisir des filtres performants et leurs fréquences de renouvellement avec l'approche « Total Cost of Ownership »</u>	5 – 50%		
	Q Installer un VEV sur les ventilateurs afin d'ouvrir davantage les registres de contrôle	10 – 20%		
 Source de chaleur et de froid	B Récupérer la chaleur de l'air rejeté pour chauffer l'air neuf	10 - 50%		
	B <u>Remplacer les sources de chauffage par des sources moins carbonées</u>	Jusqu'à 100%	-	
	B <u>Augmenter le rendement des groupes froids</u>	-	-	
	Q Installer les pare-gouttelettes pour les CTA situées à l'extérieur	-		
	Q Maintenir l'étanchéité et le calorifuge des conduits pour éviter les pertes d'air et d'énergie	1 – 3%		
	Q Calorifuger les surfaces chaudes dans la salle blanche et réduire le TRA	-		

B Big Move **M** Must Have **Q** Quick Win

1) Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.

Centrale de traitement d'air (CTA)

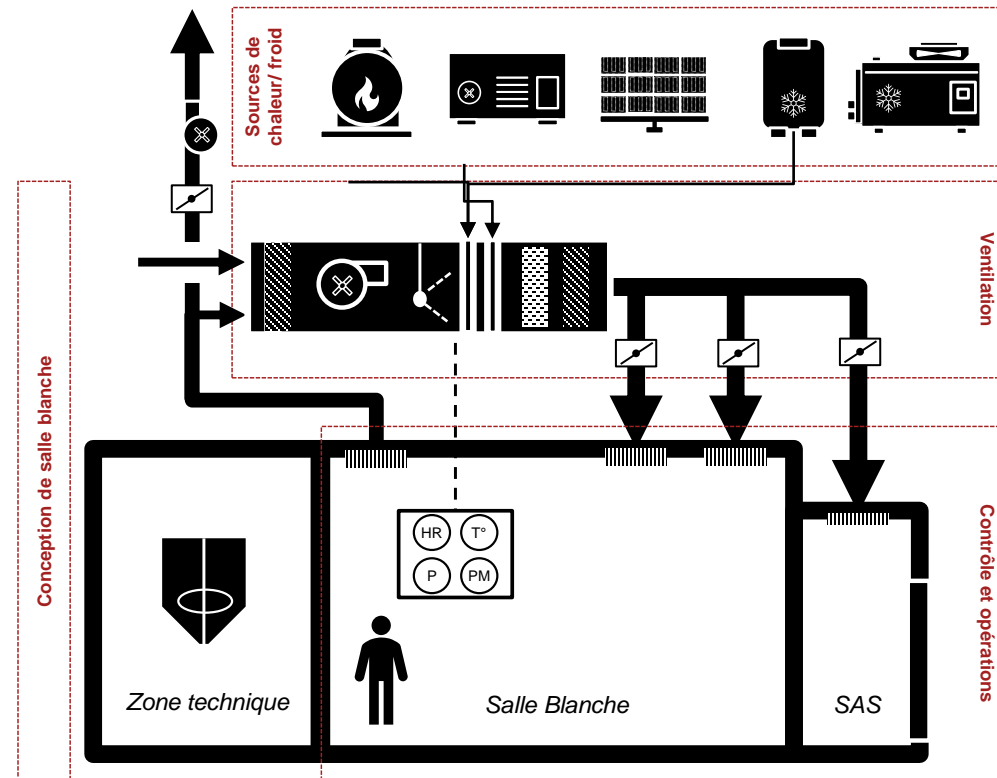
Fiche technique process

Sources de chaleur et de froid

1. Récupérer la chaleur de l'air rejeté pour chauffer l'air neuf (ex : batterie de récupération, échangeur croisé, échangeur rotatif)
2. Remplacer les sources de chauffage par des sources moins carbonées (ex : chaudière biomasse, solaire thermique, géothermie, pompe à chaleur)
3. Augmenter le rendement des groupes froids (ex : BP/HP flottante, VEV, augmenter les surfaces d'échange, paliers magnétiques)
4. Calorifuger les gaines de soufflage et de reprise
5. Calorifuger les surfaces chaudes dans la salle blanche et réduire le TRA
6. Installer les pare-gouttelettes pour les CTA situées à l'extérieur

Conception de salles blanches

1. Réduire les surfaces et les volumes des zones de classification élevée à l'intérieur des salles blanches
2. Sélectionner des systèmes d'éclairage LED avec le système de contrôle intelligent (ex : occupation, lumière naturelle...)
3. Choisir les équipements à faible charge de chaleur, humidité et contamination



Efficacité de ventilation

- ★ 1. Sélectionner les ventilateurs à entraînement direct avec un moteur haut rendement
- ★ 2. Choisir des filtres performants et leurs fréquences de renouvellement avec l'approche « Total Cost of Ownership » (TCO)
- 3. Installer un VEV sur les ventilateurs afin de réguler les pressions des salles blanches

Système de contrôle et d'opérations

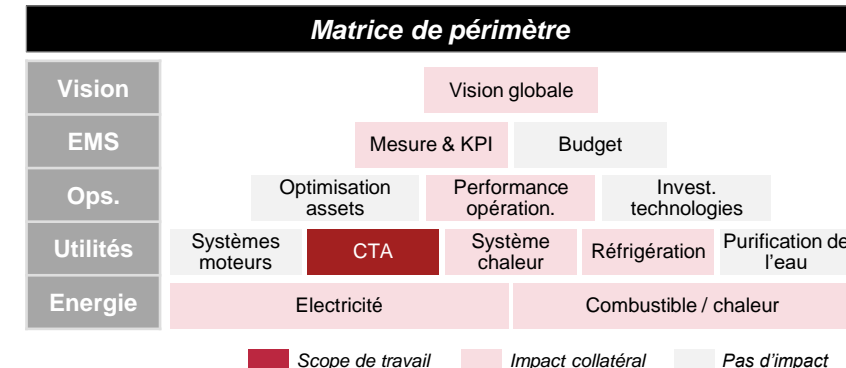
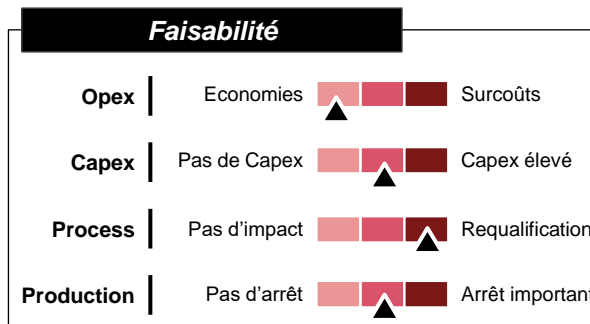
- ★ 1. Augmenter le taux de recyclage de l'air rejeté des salles blanches
- ★ 2. Réduire le taux de renouvellement de l'air à l'intérieur des salles blanches (TRA)
- 3. Mettre à l'arrêt ou faire fonctionner les salles blanches à régime réduit lorsque la salle propre n'est pas en activité
- 4. Adapter les consignes des températures en fonction des saisons et des qualifications des procédés
- 5. Adapter les consignes des taux d'humidité en fonction des saisons et des qualifications des procédés
- 6. Piloter le taux de recyclage modulable en fonction de la température de l'air neuf et de l'air repris (*free-cooling*)
- 7. Contrôler le débit de ventilation pour les espaces de stockage sur la base de la température

Augmenter le taux de recyclage de l’air rejeté des salles blanches

Quick Win

Must have

Big move



Description

- L’augmentation du taux de recyclage de l’air rejeté des salles blanches pourrait générer un grand **impact sur la consommation énergétique**, notamment en matière de **chauffage et refroidissement**.
- Pour des raisons de qualité ou de coûts d’investissements, le taux de recyclage est généralement relativement bas dans une grande partie des CTA des sites.
- Il est important de **réévaluer les décisions du taux de recyclage** avec le département qualité pour identifier le **taux optimal** pour chaque CTA en prenant en compte à la fois le taux d’oxygène minimum requis ainsi que les risques de contamination croisée.
- L’installation de **sondes de CO2** pourraient être envisagées ainsi que des **capteurs** additionnels pour maintenir les standards qualité.

Conditions d’application

- Avoir une **excellente maîtrise de la qualité** de la CTA des salles blanches
- Avoir une **sortie de l’air rejeté à proximité** de l’entrée de l’air de la CTA
- Avoir **assez d’espace** pour raccorder les tuyaux d’air
- Dans le cas où la CTA est responsable de plusieurs salles blanches, il est nécessaire d’**évaluer le niveau de contamination actuel** et de le **comparer avec les consignes de qualification**

Impact

Valeurs estimatives 1)

Coûts d’investissement (CAPEX) :

- Coûts liés aux changements de conduit d’air et le système associé, très spécifique aux projets
- Coûts de requalification à considérer (ou à mener lors de la prochaine requalification)

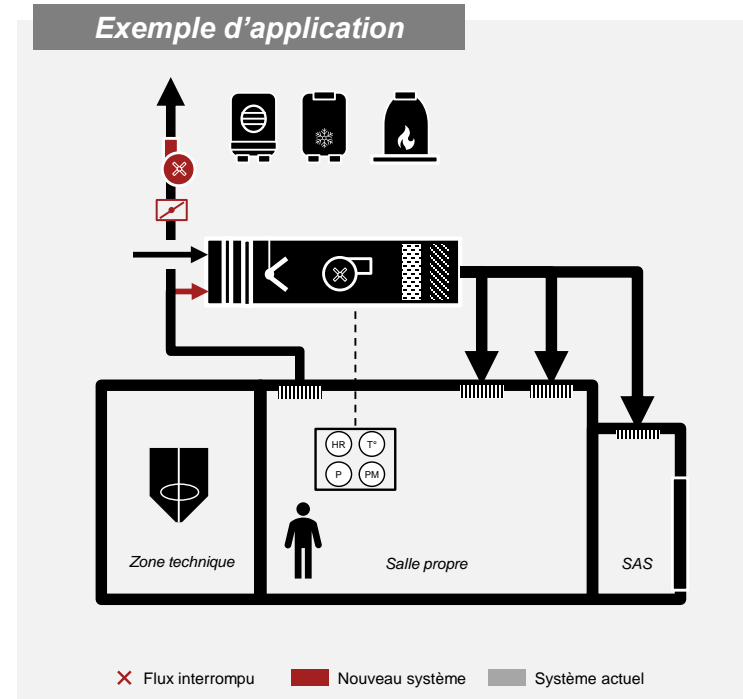
Gains énergétique et CO₂ :

- Les économies d’énergie des systèmes de chauffage et de climatisation sont proportionnelles au pourcentage d’air recyclé.

ROI	<3 ans
CAPEX net 2)	À consulter spécialiste
Impact CO2	10 – 60% De chauffage et climatisation

Financement

	CEE	<input checked="" type="checkbox"/>	CEE spécifiques
	Aides Capex	<input checked="" type="checkbox"/>	DECARB IND
	Tiers-financement	<input type="checkbox"/>	NA



Liens utiles

- Documents
- Outils
- Aides
- Vidéo

Sources :NF EN ISO 14644-16, entretiens d’experts, Analyse Strategy&

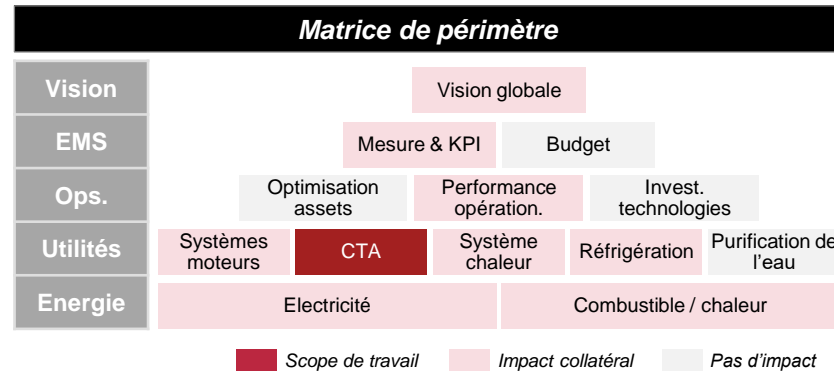
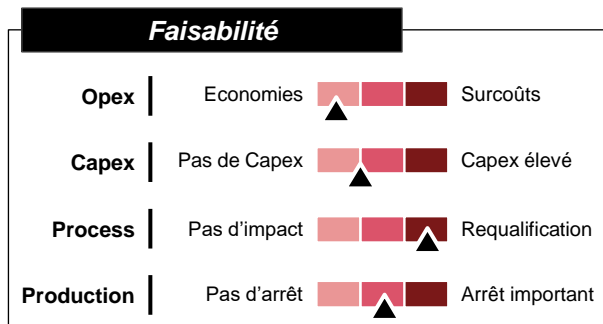
1) Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l’analyse de cas d’usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.
2) Le CAPEX net inclut les subventions et les CEE.

Réduire le taux de renouvellement de l’air à l’intérieur des salles blanches (TRA)

Quick Win

Must have

Big move



Description

- Les **consignes des facteurs** à l’intérieur des salles blanches sont souvent **surqualifiées** par mesure de sécurité pour répondre aux exigences qualité (ex : différentiel de pression, humidité relative, contamination particulaire et aérobiocontamination).
- Pour réduire la consommation énergétique des salles blanches, on peut **réduire le taux de renouvellement de l’air** (TRA).
- Pour identifier le **TRA optimal** pour chaque salle blanche, il est important de réaliser une **analyse des paramètres mesurés** et de les **comparer avec les limites définies** durant la qualification. Cela permettra de déterminer les **facteurs limitants** selon les **écarts de valeurs** par rapport aux limites (ex : ISO-14644).
- Il est alors possible d’agir pour **diminuer les facteurs limitants à la réduction du TRA** (cf. exemple d’application).

Conditions d’application

- Consulter le **rapport de qualification** pour déterminer si les **facteurs évalués sont en surqualité** (ex : différentiel de pression, humidité relative, contamination particulaire, aérobiocontamination, puissance de chauffage et refroidissement)
- Réfléchir à des **solutions adaptées** dans le cas où certains des facteurs se rapprochent de la **limite de qualification**

Impact

Valeurs estimatives 1)

Coûts d’investissement (CAPEX) :

- Coût d’installation VEV: **200 – 600 €/kW_e**.
- Coûts de requalification à considérer (ou à mener lors de la prochaine requalification)

Gains énergétique et CO₂ :

- Les économies d’énergie des systèmes de CTA sont proportionnelles au pourcentage de réduction de TRA

ROI	<1 an
CAPEX net 2)	À consulter spécialiste
Impact CO2	5 – 30% De consommation CTA

Financement

	CEE	<input checked="" type="checkbox"/>	CEE spécifiques
	Aides Capex	<input type="checkbox"/>	
	Tiers-financement	<input type="checkbox"/>	NA

Exemple d’application

Exemple d’actions pour ajuster les facteurs limitants

TRH	Normes qualification	Résultats acceptables	Résultats inférieurs aux normes
Puissance CVC	Normes qualification	Résultats acceptables	Résultats inférieurs aux normes
Différentiel de pression	Normes qualification	Résultats acceptables	Résultats inférieurs aux normes
Contamination particulaire	Normes qualification	Résultats acceptables	Résultats inférieurs aux normes
Aérobio-contamination	Normes qualification	Résultats acceptables	Résultats inférieurs aux normes

- Calorifier les gaines d’air soufflé et recyclé
- Installer un circuit séparé pour le chauffage et refroidissement
- Identifier la distribution des particules (analyse CFD) afin de réduire leur nombre
- Améliorer le nettoyage et le processus de désinfection (UV)
- Redéfinir les exigences de qualité (tenues, équipements...)

Liens utiles

Documents Outils Aides Vidéo

Sources :NF EN ISO 14644-16, entretiens d’experts, Analyse Strategy&

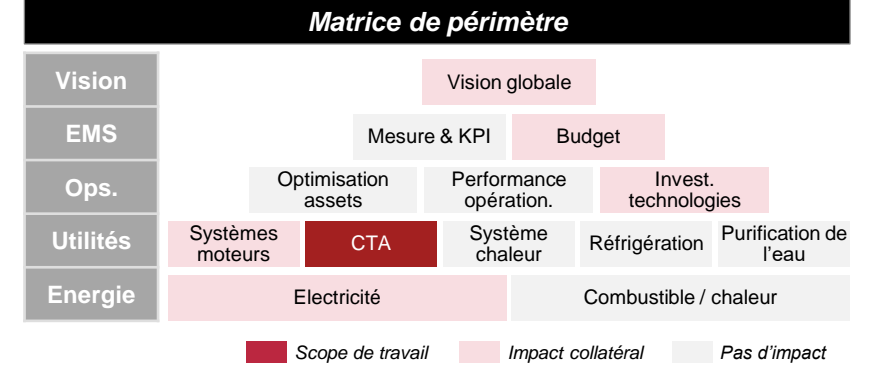
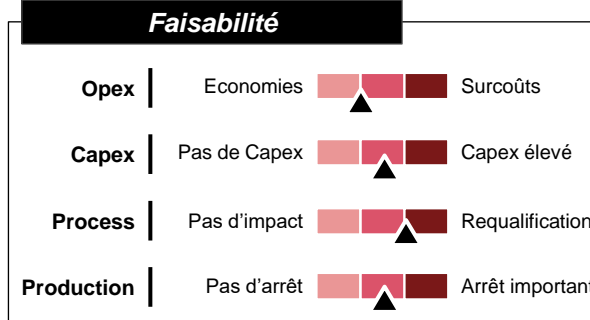
1) Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l’analyse de cas d’usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.
2) Le CAPEX net inclut les subventions et les CEE.

Sélectionner des ventilateurs centrifuges à entraînement direct avec un moteur haut rendement

Quick Win

Must have

Big move



Description

- Lors du choix du ventilateur de CTA, plusieurs facteurs doivent être pris en compte pour garantir son utilisation efficace, notamment une bonne estimation du besoin et de la perte de charge.
- Une **mauvaise estimation du débit et de la pression** requise impacte le fonctionnement du ventilateur, qui ne tournerait alors pas à la vitesse optimale et consommerait davantage d'électricité.
- Il est important d'**évaluer le besoin de ventilation** de la salle afin de déterminer le **besoin de remplacement** ou de **retrofit** du ventilateur pour minimiser les pertes d'énergie.
- Plusieurs **outils** sont disponibles pour évaluer le besoin en débit et l'efficacité du ventilateur et du moteur, notamment l'outil « **MEASUR** » du département de l'énergie américain (DOE).

Conditions d'application

- Mesurer le débit** pour identifier le besoin de ventilation (durant la phase de qualification par exemple)
- Mesurer la puissance absorbée** par le moteur et **relever la pression** afin de déterminer les pertes de rendement lors d'un fonctionnement à plein régime

Impact

Coûts d'investissement (CAPEX) :

- 85k€** (ventilateur, moteur, VEV) pour des débits d'air allant de 1000 à 2000 m³/h
- Les économies d'énergie sont estimées entre **5% et 20%** par an




Actions recommandées :

- Evaluer l'efficacité du ventilateur centrifuge pour déterminer le rendement actuel et contrôler le rendement dans le cahier des charges
- Faire appel à un prestataire pour assurer un rendement optimisé à un fonctionnement à plein régime

Valeurs estimatives ¹⁾

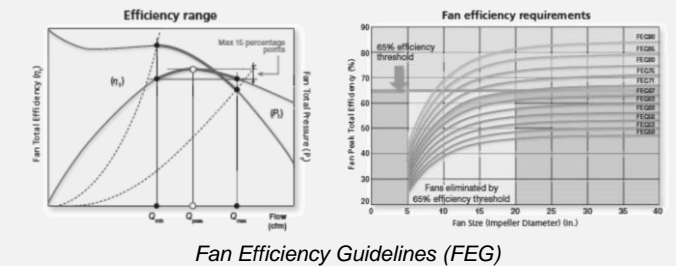
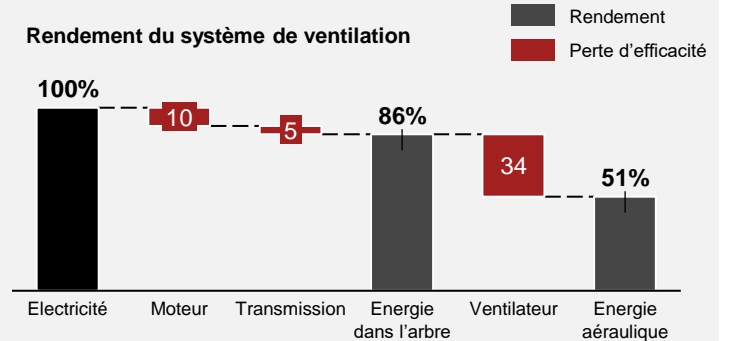
ROI
1-5 ans
CAPEX net ²⁾
85 k€
Impact CO2
5 – 20% Sur consommation ventilateur

Financement

	CEE	<input checked="" type="checkbox"/>	IND-UT-132 , IND-UT-102
	Aides Capex	<input type="checkbox"/>	
	Tiers-financement	<input checked="" type="checkbox"/>	CPE

Exemple d'application

Rendement du système de ventilation



Liens utiles



 Documents

 Outils

 Aides

 Vidéo

Sources :NF EN ISO 14644-16, ARMCA, entretiens d'experts, Analyse Strategy&

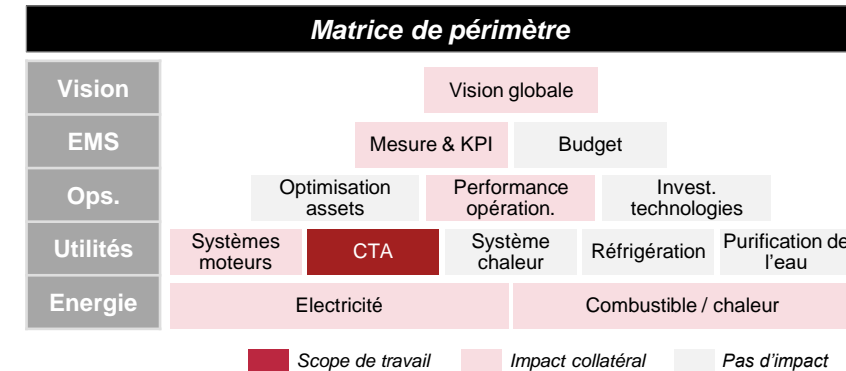
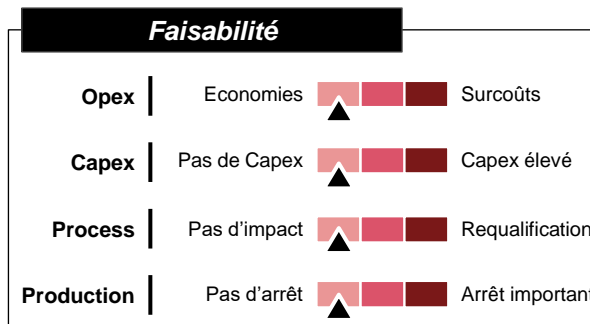
1) Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.
2) Le CAPEX net inclut les subventions et les CEE.

Choisir des filtres performants et leurs fréquences de renouvellement avec l'approche (TCO)

Quick Win

Must have

Big move



Description

- L'utilisation des filtres dans les centrales de traitement d'air entraîne **l'accumulation de particules**, ce qui augmente la **perte de charge** et **nécessite davantage de puissance** pour maintenir le débit d'air dans les salles blanches.
- La **fréquence de remplacement des filtres** a un impact direct sur le débit et l'efficacité de la ventilation, et donc la consommation énergétique.
- L'approche "**Total Cost of Ownership**" (TCO) est recommandée pour évaluer la fréquence de remplacement appropriée des filtres en fonction des investissements nécessaires et de l'usage prévu.
- Bien que le remplacement anticipé des filtres ne soit pas réglementairement obligatoire, il peut entraîner des **économies significatives à long terme**.

Conditions d'application

- Filtres pour lesquels l'approche TCO n'a pas été réalisée
- Perte de charge de filtration élevée** lors du changement de filtre (ex : perte **supérieure à 50%** de filtration, soit aux alentours de **200-300 mbar gauge**)

Impact

Gains énergétiques :

- 5 à 50%** selon le débit d'air soufflé dans les salles blanches et la consommation du moteur, avec des économies pouvant atteindre les 40k€ par an

Actions recommandées :

- Identifier les filtres de CTA à forte perte de charge et évaluer la durée de remplacement des filtres ainsi que la pression
- Appliquer la méthode TCO afin d'évaluer la fréquence de renouvellement optimale des filtres selon les coûts d'investissements associés

Valeurs estimatives ¹⁾

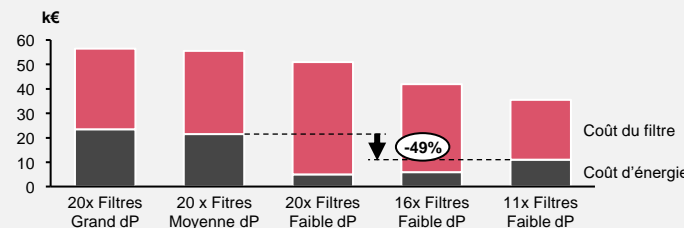
ROI	N/A
CAPEX net ²⁾	Non
Impact CO2	5% - 50% Sur consommation ventilateur

Financement

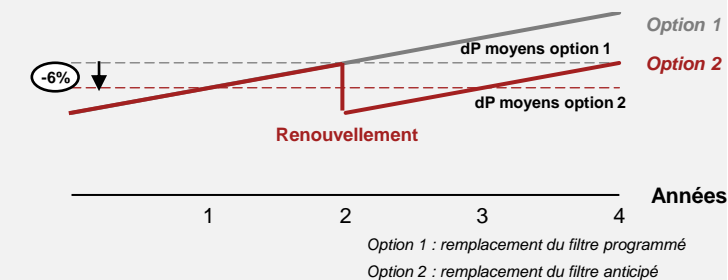
	CEE	<input type="checkbox"/>	NA
	Aides Capex	<input type="checkbox"/>	NA
	Tiers-financement	<input type="checkbox"/>	NA

Exemple d'application

Analyse TCO de différentes filtres ou fréquence de renouvellement



Impact de fréquence de renouvellement de filtre sur pression



Liens utiles



Documents

Outils

Aides

Vidéo

Sources : NF EN ISO 14644-16, The McILVAINE company, Analyse Strategy&

1) Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.
2) Le CAPEX net inclut les subventions et les CEE.

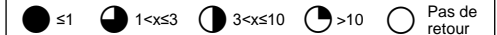
3.5 Purification d'eau


















Purification de l'eau

Actions d'efficacité énergétique sélectionnées et priorisées

Retour sur investissement (en années)

Valeur estimative¹⁾

Action		Impact CO2	ROI	ROI avec aides
 Production d'eau purifiée	B Remplacer les installations de distillation par des procédés <i>EPPI froide</i> si le client le permet	70 – 80%		
	Q Adapter les consignes de température pour éviter de refroidir puis réchauffer l'eau chaude distillée	1 – 3%		
	Q Utiliser l'eau de sortie de distillateur pour réchauffer le retour boucle	1 – 5%		
 Circuit de distribution	B Considérer un assainissement de l'eau avec de l'ozone plutôt qu'avec de la chaleur pour les usages d'eau à froid (si procédé <i>EPPI froide</i>)	-		
	B Réduire la température d'assainissement de l'eau en s'alignant aux règlements en vigueur pour éviter son chauffage initial	-		
	M Pratiquer une désinfection prédictive des équipements, pilotée par la mesure en ligne de Carbone Organique Total (COT)	-		
 Usages de l'eau	B Utiliser l'eau de rinçage comme eau de lavage	2 – 5%		
	B Automatiser le cycle de lavage	5 – 10%		
	M <u>Aligner les consommations d'eau réelles à ce qui est prévu dans la procédure <i>Clean in Place</i></u>	2 – 10%		
	M <u>Adapter la quantité d'eau préparée pour le lavage au besoin réel</u>	1 – 5%		

B Big Move **M** Must Have **Q** Quick Win

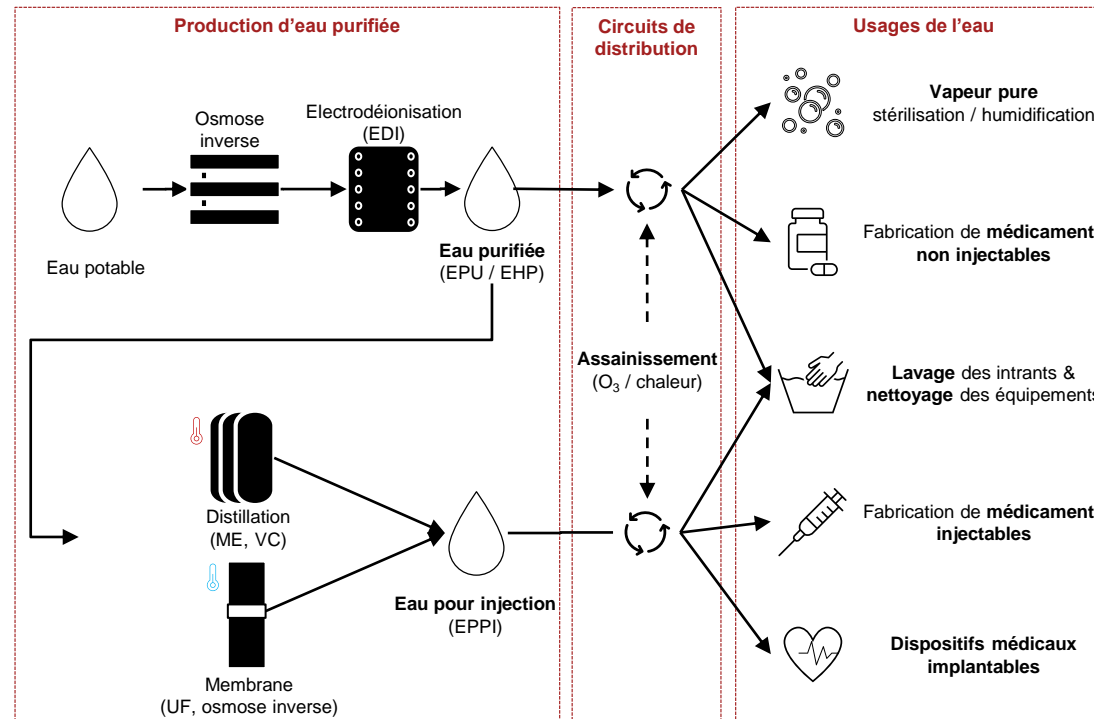
1) Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.

Purification de l'eau

Fiche technique process

Production d'eau purifiée

- ★ 1. Remplacer les installations de distillation par des procédés *EPPI froide* si le client le permet
- 2. Adapter les consignes de température pour éviter de refroidir puis réchauffer l'eau chaude distillée.
- 3. Utiliser l'eau de sortie de distillateur pour réchauffer le retour boucle



Circuit de distribution

1. Considérer un assainissement de l'eau avec de l'ozone plutôt qu'avec de la chaleur pour les usages d'eau à froid (si procédé EPPI froide)
2. Réduire la température d'assainissement de l'eau en s'alignant aux règlements en vigueur pour éviter son chauffage initial
3. Pratiquer une désinfection prédictive des équipements, selon les mesures de COT

Usages de l'eau

- ★ 1. Aligner les consommations d'eau réelles à ce qui est prévu dans la procédure *Clean in Place*
- ★ 2. Adapter la quantité d'eau préparée pour le lavage au besoin réel
- 3. Utiliser l'eau de rinçage comme eau de lavage
- 4. Automatiser le cycle de lavage

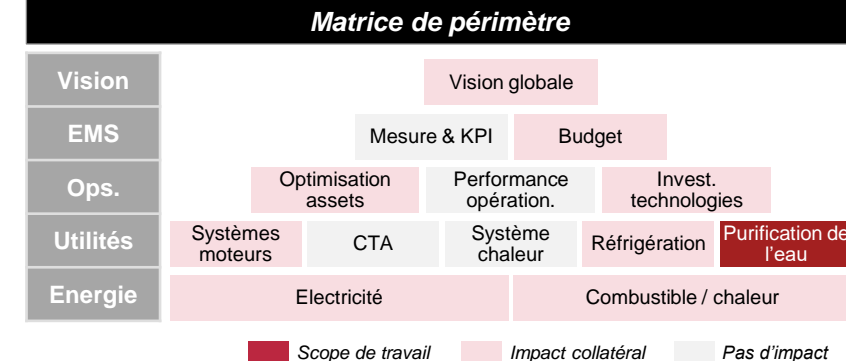
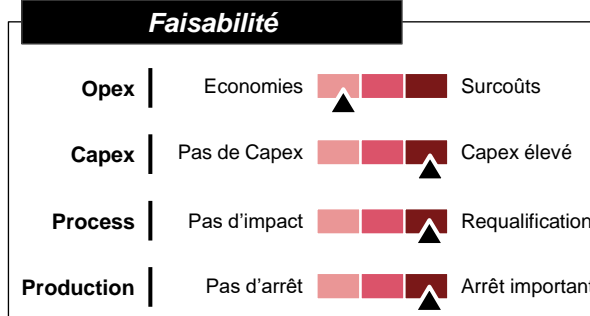
★ Actions prioritaires faisant l'objet de fiches techniques détaillées

Remplacer les installations de distillation par des procédés *EPPI froide*

Quick Win

Must have

Big move



Description

- Si la purification de l'eau est l'un des postes les plus énergivores en industrie pharmaceutique, c'est en grande partie car la production d'eau PPI (eau Purifiée Pour Injection, ou *WFI – Water For Injection*) est souvent réalisée par **distillation**, qui consiste à chauffer de grands volumes d'eau à ébullition.
- Cependant, dans la plupart des pharmacopées (USA et UE depuis 2019), **la production d'eau PPI peut désormais être réalisée à froid** en faisant passer l'eau purifiée dans une **membrane d'ultrafiltration**.
- En complément, d'autres unités de traitement peuvent être ajoutées, telles que des membranes de dégazage (pour éliminer le CO2), un traitement des endotoxines ou une filtration terminale stérilisante.

Conditions d'application

- Les procédés *EPPI froide* ne sont **pas acceptés par certaines pharmacopées (Chine et Inde) et certains clients**.
- La transition vers les procédés *EPPI froide* est plus aisée **si le site produit et consomme de l'eau purifiée** (de qualité standardisée) que s'il produit de l'eau pour injection (auquel cas l'eau purifiée est un intermédiaire de qualité possiblement moindre, nécessitant un renforcement de la purification).
- L'intérêt de cette transition est maximisé **si le site assainit son circuit de distribution à froid** (ozone)⁽³⁾.

Impact

- Mettre en place une installation comportant une osmose inverse, une électrodéionisation, un traitement UV et une ultrafiltration représente environ **500 k€** d'investissement (estimation haute – remplacement de toute une installation de 8500 m³/an, dont la production d'eau purifiée)
- Par rapport à une distillation à 4 effets, la consommation d'énergie est réduite de **~70%** si l'assainissement est réalisé **à chaud** et de **~80%** s'il est réalisé **à froid**.
- Avec **coût de maintenance**, la coût de production *EPPI Froide* à (**15-25€/m³**), inférieur à distillation multi-effet (**35 - 45€/m³**)

Valeurs estimatives ¹⁾

ROI

3 à 5 ans

CAPEX net ²⁾

60 k€/m³/an

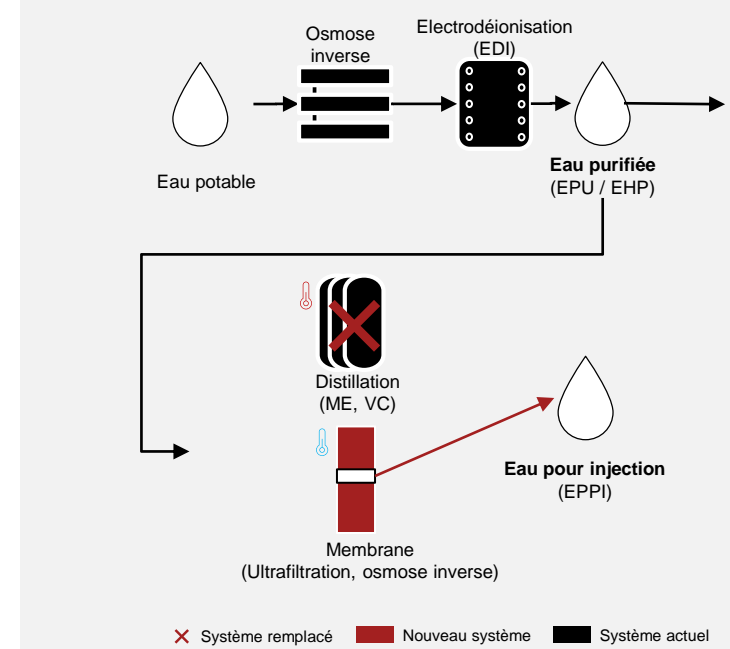
Impact CO2

70% - 80% sur la production d'eau purifiée

Financement

- | | | | |
|--|-------------------|---|--|
| | CEE | ✓ | CEE spécifiques |
| | Aides Capex | ✓ | DECARB IND, DECARB IND+ |
| | Tiers-financement | ✓ | CPE si réglementation permet |

Exemple d'application



Liens utiles



Documents

Outils

Aides

Vidéo

Sources : MECO, Rögener F, entretiens d'experts, Analyse Strategy&

Leem - Agir pour se décarboner
Strategy&

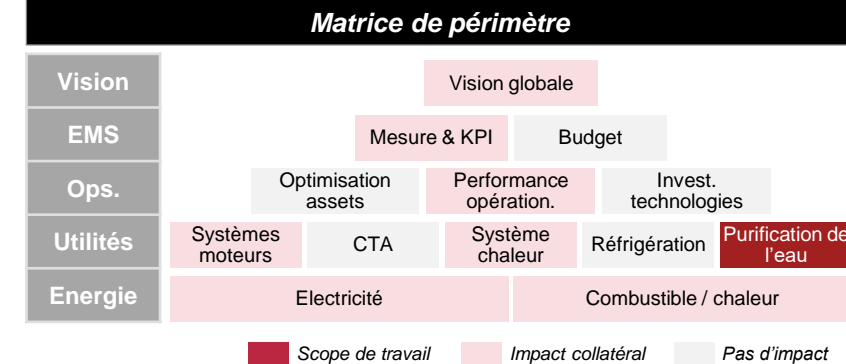
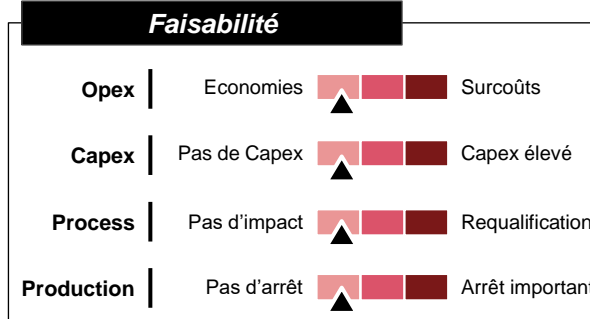
1) Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.
 2) Le CAPEX net inclut les subventions et les CEE.
 3) La réglementation est aujourd'hui ambiguë quant à la possibilité de pratiquer un assainissement à froid du circuit de distribution.

Aligner les consommations d'eau réelles à ce qui est prévu dans la procédure *Clean in Place*

Quick Win

Must have

Big move



Description

- La procédure de nettoyage des équipements (*Clean in Place*) définit des règles quant à la qualité, la pression ou la température de l'eau utilisée.
- Néanmoins, **le nettoyage consomme souvent plus d'eau que ce que la procédure prévoit.**
- Cela constitue, au-delà des pertes d'eau, une perte significative d'énergie, car la production d'eau purifiée et d'eau PPI est particulièrement énergivore et la majorité de leurs usages peut cibler le nettoyage.
- Un **audit de la consommation réelle d'eau** en comparaison à la consommation théorique prévue dans la procédure *Clean in Place* peut donc permettre des gains d'énergie importants à faible coût en adaptant la pratique au standard réel.

Impact

- Cette action ne nécessite *a priori* ni investissement, ni requalification, car elle consiste à aligner les pratiques aux standards en vigueur.
- S'il est toutefois nécessaire d'ajouter des compteurs d'eau, prévoir 200€ pour chacun.
- Si des surconsommations conséquentes, de cause humaine et non optimisables en l'état sont observées, des investissements importants seraient à prévoir pour mettre en place des systèmes de nettoyage automatiques.




Valeurs estimatives ¹⁾

ROI
<1 an
CAPEX net ²⁾
-
Impact CO2
2 – 10%

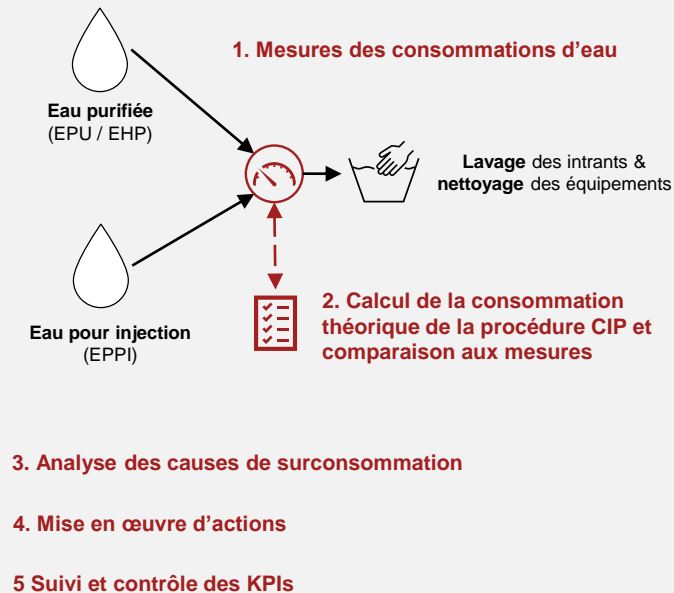
Conditions d'application

- Cette action se justifie d'autant plus que les nettoyages sont fréquents et conséquents.
- Des pertes sont particulièrement observées lorsque **plusieurs nettoyages sont pratiqués simultanément**, car le débit est plus faible et que le tirage d'eau se poursuit tant que le débit prévu dans la procédure n'est pas atteint.

Financement

	CEE	<input checked="" type="checkbox"/>	CEE spécifiques
	Aides Capex	<input type="checkbox"/>	NA
	Tiers-financement	<input type="checkbox"/>	NA

Exemple d'application



Liens utiles



Documents



Outils



Aides



Vidéo

Sources : entretiens d'experts, Analyse Strategy&

Leem - Agir pour se décarboner
Strategy&

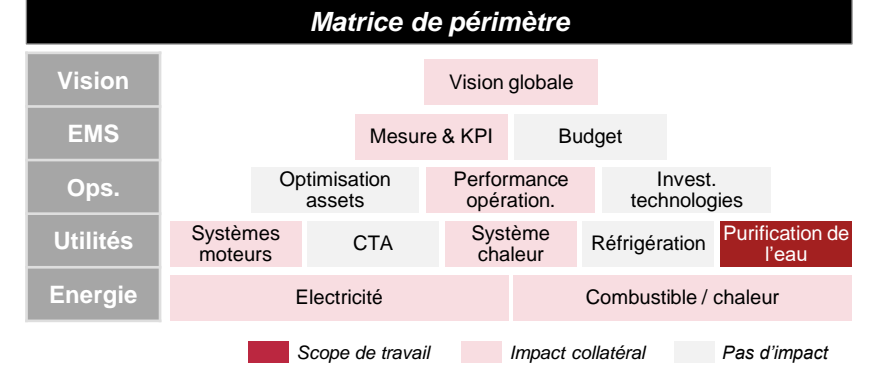
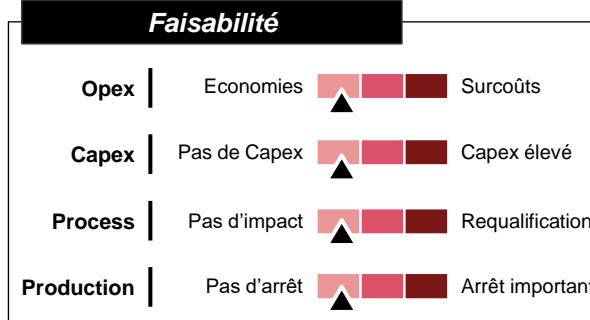
- Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.
- Le CAPEX net inclut les subventions et les CEE.

Adapter la quantité d'eau préparée pour le lavage au besoin réel

Quick Win

Must have

Big move



Description

- Lors du lavage, de l'eau purifiée ou PPI est souvent préalablement préparée en y ajoutant des détergents.
- Il est cependant fréquent qu'une **quantité excessive d'eau** soit préparée, conduisant à la perte de l'excédent.
- Cela constitue, au-delà des pertes d'eau, une perte significative d'énergie, car la production d'eau purifiée et d'eau PPI est particulièrement énergivore et la majorité de leurs usages peut cibler le nettoyage.
- Redimensionner la quantité d'eau intégrée dans la cuve de préparation de l'eau de lavage** en fonction des besoins permettrait donc d'éviter ces pertes en eau purifiée.

Impact

- Cette action ne nécessite ni investissement, ni requalification : elle consiste en une bonne pratique qui ne remet pas en cause les standards en vigueur.



Valeurs estimatives ¹⁾

ROI	<1 an
CAPEX net ²⁾	-
Impact CO2	1 – 5%

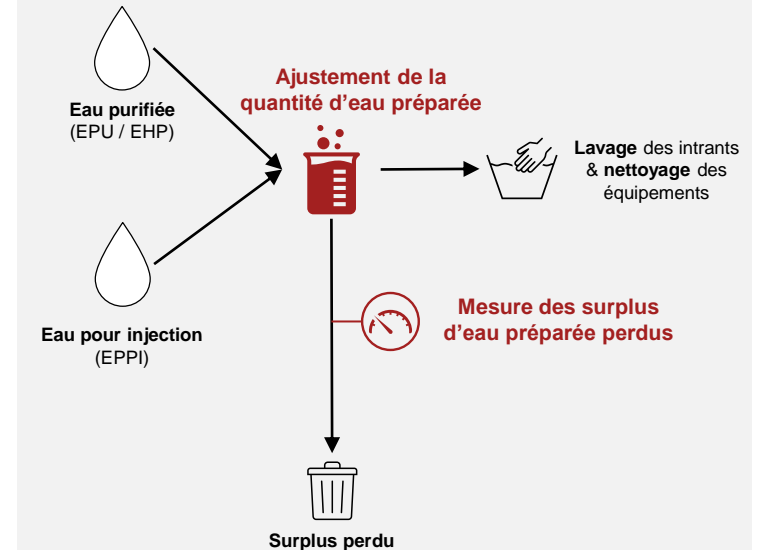
Conditions d'application

- Cette action est indiquée si l'eau de lavage est préparée en cuve et si l'on constate qu'une importante quantité de l'eau de lavage préparée est inutilisée.

Financement

	CEE	<input checked="" type="checkbox"/>	CEE spécifiques
	Aides Capex	<input type="checkbox"/>	NA
	Tiers-financement	<input type="checkbox"/>	NA

Exemple d'application



Liens utiles



Documents

Outils

Aides

Vidéo

Sources : entretiens d'experts, Analyse Strategy&

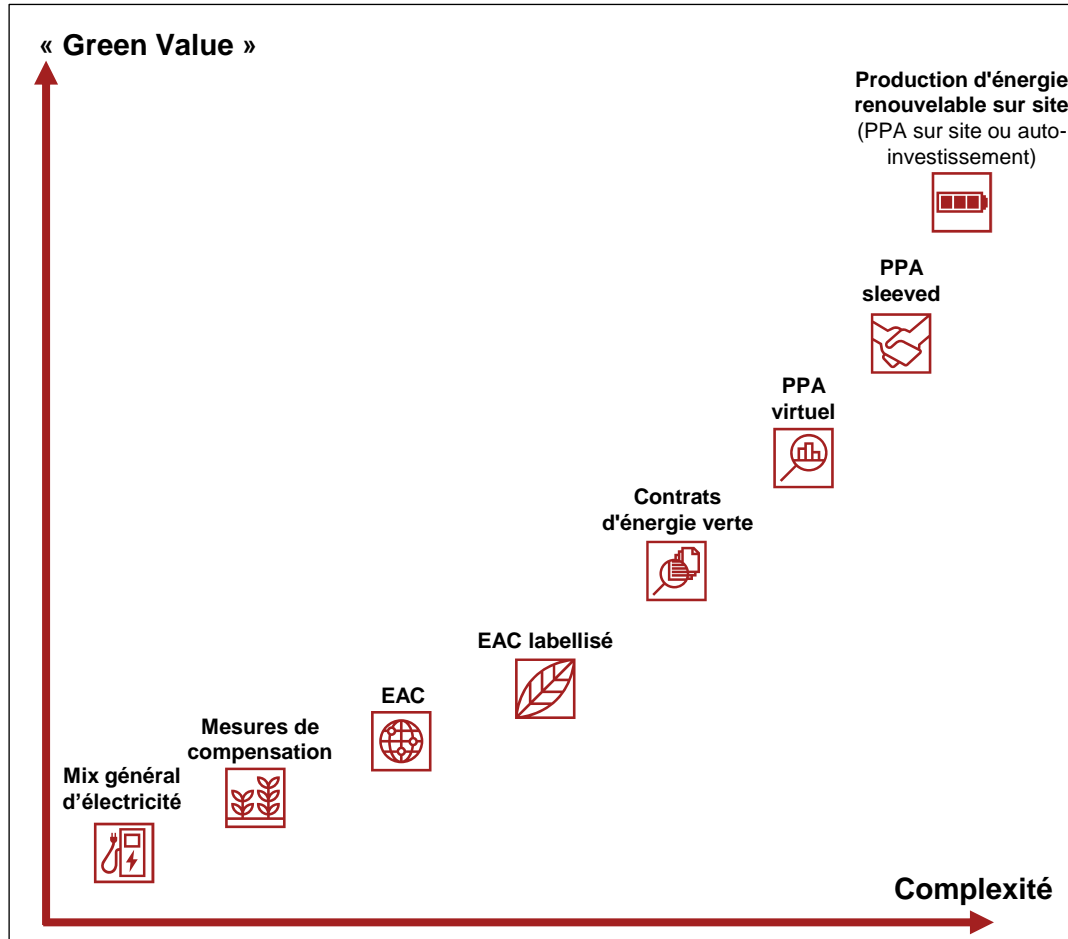
1) Les valeurs présentées sont indicatives et basées sur l'analyse de cas d'usages estimés. Le site doit dimensionner chaque action en fonction de sa propre situation énergétique, de sa structure de coûts et faire les études et demandes nécessaires auprès des abonnés pour obtenir sa valeur avant de prendre une décision.
2) Le CAPEX net inclut les subventions et les CEE.

4

Actions d'achat d'énergie décarboné

Leem doit se positionner sur les différents mécanismes d'approvisionnement d'énergie verte en équilibrant la valeur verte et la complexité de leur mise en œuvre

Proposition de « Green Value » de solutions d'approvisionnement en électricité renouvelable*



Contrôle total de l'origine, de l'additionnalité, de la production et de la consommation de l'électricité renouvelable, ainsi que de l'indépendance énergétique

(Les PPA sur site pourraient avoir la même valeur verte que la production propre)



Respect des principes d'additionnalité (la plupart du temps), mais la production et la consommation ne sont pas nécessairement synchronisées - l'origine de l'électricité n'est pas toujours « verte »

(Les contrats de paiement à la production ont donc une valeur verte plus élevée)



Au-delà des inconvénients des PPA sleeved, les PPA virtuels sont des instruments financiers, de sorte que la corrélation entre la production et la consommation est théoriquement absente.

*(Les PPA financiers d'un marché différent** ne peuvent pas être considérés dans les objectifs du SBTi)*



L'association des EAC aux contrats d'approvisionnement pourrait avoir une valeur verte relativement élevée car elle peut, dans certains cas, garantir la corrélation et l'additionnalité

(Sans corrélation ni additionnalité, les contrats verts ne sont pas beaucoup plus efficaces que les GO)



Les labels sont utilisés pour distinguer les certificats énergétiques les plus respectueux de l'environnement en certifiant le financement de nouveaux actifs, en garantissant la production locale, etc.

(Les EAC labellisés peuvent avoir une valeur verte différente en fonction des labels proposés)



Les EAC dégroupés sont le moyen le moins complexe et le moins écologique de s'approvisionner en énergie verte, mais ils n'aident en rien à la transition énergétique.

(Les normes sont plus strictes en ce qui concerne les EAC afin d'éviter les risques d'écoblanchiment)



N'aborde pas la réduction des émissions mais la compense seulement, le risque d'atteinte à la réputation, par exemple l'écoblanchiment, est relativement élevé en fonction de la qualité de la compensation.

(Le SBTi n'accepte pas les compensations carbone pour les objectifs à court terme des scopes 1 et 2)



Pas d'impact spécifique sur la transition écologique ni sur le développement des énergies renouvelables

*L'approvisionnement en gaz renouvelable n'est pas encore suffisamment mature pour évaluer la valeur verte par rapport à la complexité, mais il suivra probablement une logique similaire à celle de l'électricité.

** Le marché de l'électricité renouvelable se réfère à une zone dans laquelle les lois et le cadre réglementaire régissant le secteur de l'électricité sont cohérents, les réseaux électriques sont largement interconnectés et les services publics/fournisseurs reconnaissent les attributs énergétiques des uns et des autres.

Sources : Analyse Strategy&

Les contrats d'électricité renouvelable sont moins développés en France en raison de l'abondance de l'énergie nucléaire dont le prix et le facteur d'émission sont assez bas

France – marché de l'approvisionnement en électricité renouvelable

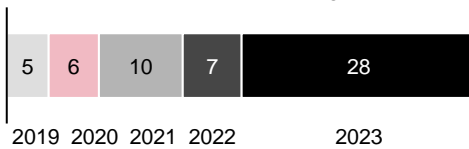
PPAs

- Le marché des PPA en France est encore jeune et n'est pas encore suffisamment encouragé
- Le marché français, initié par des projets solaires en 2019, est principalement constitué de PPA à long terme.
- La décarbonisation n'est pas un facteur stimulant la demande de PPA en France car le pays a l'un des mix électriques les moins carbonés (scope 2 : 34 gCO₂eq/kWh)
- 80% des PPA signés sont générés par des installations nouvelles.

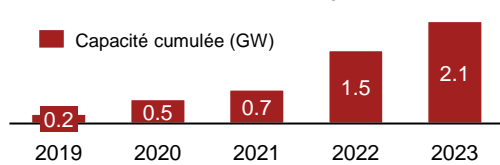
Acteurs clés



Nombre de PPA signés



Capacité cumulée des PPA signés en France

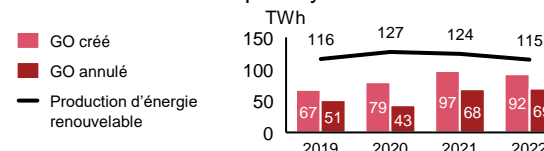


Contrats d'énergie verte

- Les contrats d'énergie verte sont proposés par les fournisseurs d'énergie français en tant que contrats spécifiques ou comme « option verte » aux contrats d'énergie conventionnels.
- Il s'agit d'une offre groupée de fourniture d'énergie et de GO, la prime payée pour ces contrats dépend des types de GO (labellisés, locaux, spécifiques aux actifs, etc.).
- Ces contrats ont gagné en popularité ces dernières années en raison de leur caractère écologique, la plupart des fournisseurs proposant aujourd'hui une certaine forme d'option verte dans leurs contrats.
- Aucune information n'est disponible sur la taille du marché de ces contrats en France.

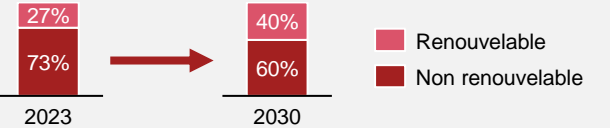
Garantie d'origine (GO)

- Malgré une baisse en 2020, la demande de GO a continué à augmenter d'année en année, et devrait logiquement continuer à le faire en 2023 et 2024, entraînant une hausse des prix
- Le nombre de GO signées se rapproche de plus en plus du niveau de production d'énergie renouvelable, signe que les acteurs du marché y voient une opportunité commerciale.
- Les GO sont dominées par l'hydroélectricité



Niveau de maturité du marché

Part de l'électricité renouvelable dans le mix français et objectifs 2030 :



PPA

Disponibilité

- Évolution de l'électricité vendue dans le cadre de PPA : **0.36%** 2020, **0.50%** 2021, **1.08%** 2022
- La France s'est lancée tardivement dans les PPA et est l'un des derniers pays européens à le faire.

Prix/ compétitivité

- Le développement des PPA et des énergies renouvelables devrait contribuer à la baisse continue du prix des PPA.

Soutien du gouvernement

- Les politiques publiques de soutien aux énergies renouvelables ne stimulent pas le développement des PPA
- Le gouvernement veut lancer un nouveau fonds de garantie pour encourager la signature de PPA pouvant garantir des contrats jusqu'à 500 MW.

Contrats d'énergie verte

Disponibilité

- Les contrats d'énergie verte ont gagné en popularité ces dernières années, mais aucune donnée fiable n'est disponible sur la taille du marché
- Ces contrats sont aujourd'hui très nombreux et leur disponibilité est liée à celle des garanties d'origine.

Prix/ compétitivité

- Les prix des contrats d'énergie verte sont fortement corrélés aux contrats d'électricité conventionnelle, avec une prime correspondant au prix des GO.
- Ils sont structurellement plus chers en moyenne que l'électricité conventionnelle.

Soutien du gouvernement

- Outre la fixation d'objectifs en matière d'énergies renouvelables et le soutien au développement de projets dans ce domaine, il n'existe pas en France d'aide gouvernementale spécifique pour les contrats d'énergie verte.

Garantie d'origine (GO)

Disponibilité

- Taux d'utilisation des GO par rapport à la consommation totale d'électricité : **10.7%** 2019, **9.4%** 2020, **14.5%** 2021
- Au vu des conditions météorologiques favorables et de l'augmentation constante de la capacité éolienne et photovoltaïque installée, l'offre de GO devrait continuer à croître en 2023.

Prix/ compétitivité

- 2022 prix GO : ~1.7 €/MWh
- 2023 prix GO : ~7 à 10 €/MWh
- 2030 projections : ~5 à 8 €/MWh
- L'augmentation de la demande d'électricité renouvelable, combinée à la stagnation de la production d'énergies renouvelables, a conduit à une explosion des prix, qui devraient à nouveau baisser et se stabiliser en 2024.

Reconnaissance

- Reconnue comme EAC et intégrée dans le droit national des pays membres de l'Union européenne

La France a peu de GPA majeures, excelle dans son système de GO et continue d'évoluer dans la structuration de ses lois et réglementations sur le gaz renouvelable

France - marché de l'approvisionnement en gaz renouvelable

GPA

- Le marché des GPA ou BPA (pour Biogaz / Biométhane Purchase Agreement) est très récent en France car le pays est essentiellement importateur de gaz.
- Les contrats d'achat de gaz apportent un avantage considérable aux plans de décarbonisation, car le gaz est beaucoup plus intensif en carbone que l'électricité en France.
- La réglementation des GPA est encore en mouvement et il n'y a pas encore de certifications car les textes sont en cours d'écriture (ex : crédits ETS).
- Les premiers GPA en France ont été signés en 2023 par de grandes entreprises engagées dans leur transition énergétique et cherchant à réduire leurs émissions de CO₂ :
 - 100 à 300 GWh par an
 - 3 à 10 ans de contrats

Acteurs clés



Niveau de maturité du marché

Production de gaz renouvelable et objectif 2030 en France [TWh] :

9 TWh

x9

80 TWh

2022

2030

GPA



Disponibilité

- Seuls quelques GPA ont été signés en France au cours de l'année écoulée (par exemple, CMA-CGM et Engie, Arkema et Engie).
- Le marché des GPA est émergent



Prix/compétitivité

- Prix GPA 2023 : ~90 à 110 €/MWh
- Pour le biométhane, les CAPEX sont limités mais les OPEX sont élevés, ce qui réduit la possibilité de réduire significativement le coût de production.
- Le gouvernement français souhaiterait que le coût du biométhane tombe à 65 €/MWh, mais l'industrie est plutôt sceptique quant à la possibilité d'atteindre un tel niveau à court terme. Il existe également des problèmes de mise à l'échelle



Soutien du gouvernement

- Les GPA ont été inscrits en France par la loi d'accélération des énergies renouvelables du 31 janvier 2023 afin d'accélérer et d'encourager la signature des GPA en débloquent certains obstacles à la signature pour les acteurs publics et en ouvrant de nouvelles possibilités de financement pour les producteurs.

Contrats d'énergie verte



Disponibilité

- Les contrats d'énergie verte ont gagné en popularité ces dernières années, les fournisseurs proposent aujourd'hui une certaine forme d'option verte dans leurs contrats, mais aucune donnée fiable n'est disponible sur la taille du marché.
- Ces contrats sont aujourd'hui abondants, leur disponibilité est liée à celle des garanties d'origine.



Prix/compétitivité

- Les prix des contrats d'énergie verte sont fortement corrélés aux contrats de gaz conventionnels, avec une prime correspondant au prix des GO.
- Ils sont structurellement plus chers en moyenne que le gaz conventionnel.



Soutien du gouvernement

- Outre la fixation d'objectifs en matière d'énergies renouvelables et le soutien au développement de projets dans ce domaine, il n'existe pas en France d'aide gouvernementale spécifique pour les contrats d'énergie verte.

GOs Biométhane



Disponibilité

- Taux de gaz injecté dans le réseau gazier, provenant de sites enregistrés dans GO :

97.3%	97.7%	97%
2020	2021	2022
- La disponibilité de biométhane GO suit la forte croissance de la production de biométhane, avec en 2022, une augmentation de 64% des GO créées par rapport à 2021.



Prix/compétitivité

- 2019 prix GO : ~14 à 16 €/MWh
- 2023 prix GO : ~10 €/MWh
- Les prix des GO de gaz renouvelable devraient généralement augmenter jusqu'en 2030 en raison de la demande croissante d'énergie renouvelable et des politiques de soutien des gouvernements.



Reconnaissance

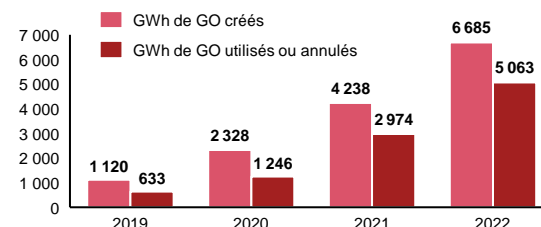
- Des GO soutenus par le gouvernement et étendus aux secteurs de l'industrie et du transport maritime depuis fin 2022
- Une partie des GO des installations françaises sera éligible à l'EU ETS et devra donc inclure un certificat de durabilité conformément à la directive européenne RED II.

Contrats d'énergie verte

- Comme pour l'électricité, les contrats d'énergie verte pour le gaz sont proposés par les fournisseurs d'énergie français en tant que contrats spécifiques ou en tant qu'"option verte" aux contrats d'énergie conventionnels.
- Il s'agit d'une offre groupée de gaz renouvelable et de GO, la prime payée pour ces contrats dépend des types (labellisés, locaux, spécifiques aux actifs...)
- Les consommateurs peuvent entamer leur transition énergétique et adopter une consommation responsable en choisissant un certain pourcentage de gaz renouvelable.
- Aucune information n'est disponible sur la taille du marché de ces contrats en France.

Garantie d'origine Biométhane

- Les garanties d'origine du biométhane suivent la forte croissance du développement de la production de biométhane, qui a été multipliée par 5,5 entre 2019 et 2022 (de 1 120 à 6 685 GWh).
- Déjà 97% des sites de production de biométhane sont inscrits sur le registre GO biométhane



5











Moyens de financement

5.1 Aides publiques



Les aides publiques contribuent à réduire les investissements et à améliorer la rentabilité du projet de décarbonisation

Zoom sur cinq dispositifs d'aide à l'investissement par typologie du projet

	CEE	Tremplin 40 – 50% d'aide	Fonds Chaleur 30 – 60% d'aide	DECARB IND 30 – 60% d'aide	DECARB IND+ 30% d'aide
 Récupération de chaleur fatale	TRB > 3 ans ⁽¹⁾		> 1 GWh/an ⁽²⁾	Briques non éligibles Fonds Chaleur <i>voir ci-dessous</i>	<i>voir ci-dessous</i>
 Pompes à chaleur		PAC solaire < 25 m ² ⁽²⁾	PAC solaire > 25 m ² ⁽²⁾ et < 250 m ²		
 Réseaux de chaleur		> 65% nouveau EnR	Associé à géothermie ou chaleur fatale		
 Géothermie		< 25 MWh/an ⁽²⁾	> 25 MWh/an ⁽²⁾		
 Solaire thermique		< 25 m ² ⁽²⁾	> 25 m ² ⁽²⁾ et < 500 m ²	Solaire thermique à concentration <i>voir ci-dessous</i>	
 Chaudières biomasse		< 1,2 GWh/an ⁽²⁾	> 1,2 GWh/an ⁽²⁾ et < 12 GWh/an		
 Electrification					Aide > 30 m€ - 40% CO ₂ ou 20% EE
 Autres évolutions de mix énergétique				Capex > 3 m€ Aide < 30m€ > 1 ktCO ₂ évité	
 Efficacité énergétique	TRB > 3 ans ⁽¹⁾				<i>voir ci-dessus</i>
 Captage du CO ₂					

Certificats d'Economie d'Énergie (CEE)

Aide à l'investissement



Types de projets

Les CEE couvrent les opérations d'**efficacité énergétique**. Certaines opérations couvertes sont **standardisées**. Il en existe 32 dans l'industrie, qui concernent :

- Le bâtiment industriel et son enveloppe (ex : installation de LEDs, isolation des murs)
- Les utilités industrielles (ex. : ajout d'un variateur électronique de vitesse, *freecooling*)

Les opérations d'efficacité énergétique ne faisant pas l'objet de fiches standardisées peuvent également être aidées par des CEE dits « spécifiques ».

Critères d'éligibilité

Secteurs

Tous

Taille d'entreprise

Toutes

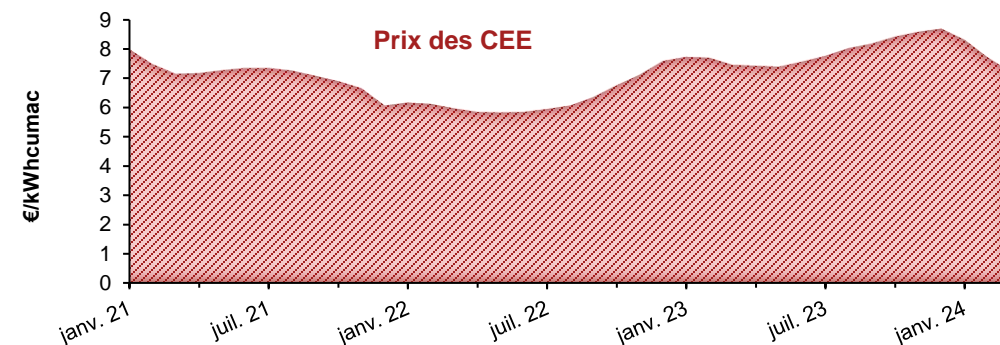
Autres conditions

- CEE spécifiques : **TRB > 3 ans**
- Pour les sites soumis à EU-ETS : certification **ISO 50001**
- En pratique, les CEE spécifiques sont pertinents pour des projets d'assez grande envergure (évitant > 10 GWhcumac environ) et particulièrement pour les sites soumis à EU-ETS

Montant d'aide

Pour les **CEE spécifiques**, le montant attribué est calculé comme le produit de la consommation d'énergie évitée sur toute la durée de vie du projet (actualisée au taux de 4% - en kWh_{cumac}) par le prix des CEE sur les marchés d'échange. L'entité réalisant les travaux perçoit souvent elle-même les CEE et ne facture qu'une marge ainsi qu'un complément pour rentabiliser les démarches administratives de certification des CEE acquis.

Dans le cas des **CEE standardisés**, la quantité d'énergie évitée (en kWh_{cumac}) est fixée. Le montant attribué ne dépend alors que du prix des CEE.



Contact et liens utiles



<https://calculateur-cee.ademe.fr/user/fiches/IND> (fiches standardisées)

<https://www.ecologie.gouv.fr/dispositif-des-certificats-deconomies-denergie>

Tremplin pour la transition écologique des PME

Aide à l'investissement



Types de projets

Une liste d'actions éligibles est communiquée, comprenant des actions liées à la **production de chaleur et de froid** :

- **Géothermie** < 25 MWh/an
 - sur champ de sondes et géostructures énergétiques [max: 1k€/MWh] ;
 - sur échangeurs compacts (corbeilles ou murs géothermiques) [max: 880€/MWh] ;
 - sur eau de nappe, sur eau de mer et sur eaux usées [max: 500€/MWh] ;
- **Géocooling** [max: 260€/MWh] ;
- **Pompe à chaleur (PAC)** solaire eau/eau (surface capteurs < 25m²) [max: 760€/MWh] ;
- Création / extension d'un **réseau de chaleur / froid** (alimenté à >65% par une nouvelle production EnR) [max: 390€/m] ;
- **Chaudière biomasse** < 1,2 GWh [max: 200 à 420€/MWh] ;
- **Solaire thermique** (surface capteurs < 25m²) [max: 1 à 1,26 k€/MWh].

Critères d'éligibilité

Secteurs	Taille d'entreprise	Capex	Autres conditions
Tous	< 250 salariés	N/A (selon aide calculée)	<ul style="list-style-type: none"> • Montant d'aide calculé > 5 k€ et < 200 k€ • Ne concerne que les régions ne bénéficiant pas de <u>contrats Chaleur Renouvelable territoriaux</u> (CCRt), i.e. Bretagne, Occitanie, Nouvelle-Aquitaine (sauf les Landes et la Haute Vienne), Auvergne Rhône Alpes, Corse, Bourgogne Franche-Comté, PACA (seulement Pays d'Arles), et les Outre-Mer.

Montant d'aide

Taux d'aide rapportés à l'investissement définis ci-dessous, dans la limite des plafonds spécifiés ci-contre pour chaque action (section *Types de projets*) ⁽¹⁾.

	Moyenne entreprise	Petite entreprise
Taux d'aide prévisionnel	40%	50%

Prochaine relève

Du 01/01/2024 au 31/12/2024

Contact et liens utiles



<https://agirpourlatransition.ademe.fr/entreprises/>

DECARB FLASH

Aide à l'investissement



Types de projets

Une [liste d'actions éligibles](#) est communiquée, comprenant les catégories suivantes :

- Récupération de chaleur fatale industrielle (< 6 GWh/an)
- Amélioration du rendement énergétique d'appareils ou d'installations
- Réduction de consommation d'énergies fossiles des procédés
- Isolation et chauffage du bâti industriel existant
- Chaleur et froid renouvelables
- Etudes et comptage de l'énergie

L'appel à projets *DECARB Flash* couvre un périmètre similaire à [Tremplin](#) et au [guichet ASP de décarbonation de l'industrie](#).

Critères d'éligibilité

Secteurs	Taille d'entreprise	Capex	Autres conditions
Industrie	<500 salariés	> 100k€ < 3m€	<ul style="list-style-type: none"> • Durée du projet < 24 mois

Montant d'aide

Variable selon les actions financées (calculateur en ligne)

- **PME** : 40 à 55% d'aide
- **Grandes Entreprises** : 30 à 45%

Prochaine relève

En attente d'un possible renouvellement du dispositif (dernière relève : 3 novembre 2022)

Contact et liens utiles



decarb.flash@ademe.fr

<https://agirpourlatransition.ademe.fr/entreprises/>

[Webinaire ATEE – ADEME](#)

Fonds Chaleur - Production de chaleur biomasse et bois

Aide à l'investissement



Prochaine relève

Du 01/01/2024 au 31/12/2024

Types de projets

- Installation de chaufferies biomasse en remplacement d'énergies fossiles ayant un rendement thermique à puissance nominale >85%
- Renouvellement substantiel de chaufferies biomasse >15 ans améliorant leur efficacité énergétique et la qualité de l'air
- Installation de condenseurs sur une chaufferie biomasse existante (économiseur)

Critères d'éligibilité

Secteurs

Industrie,
bâtiments
tertiaires et
agricoles

Taille d'entreprise

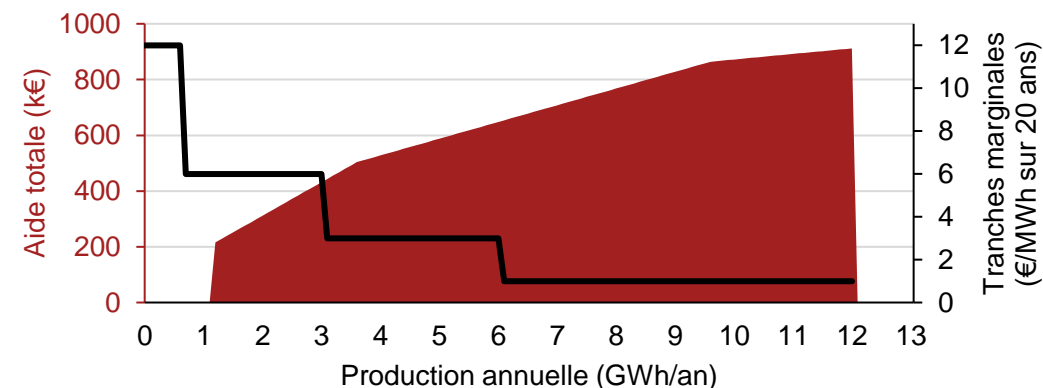
Toutes

Autres conditions

- Production de la chaudière >1,2 GWh/an et <12 GWh/an
- Besoins de chaleur > 90°C
- Approvisionnement durable en biomasse⁽¹⁾
- Facteur de charge important
- Mesures préalables de sobriété / efficacité énergétique
- Exploitation préalable des éventuels gisements de chaleur fatale, solaire thermique et géothermie
- Raccordement à un réseau de chaleur lorsque cela est possible

Montant d'aide

L'aide est attribuée par tranches marginales de MWh produits (voir graphique ci-dessous) et peut atteindre jusqu'à **912 k€** pour une chaudière de 12 GWh/an.



Contact et liens utiles



<https://agirpourlatransition.ademe.fr/entreprises>

<https://fondschaleur.ademe.fr/>

Appels à projet connexes :

- Chaudières >12 GWh/an : BCIAT (clos à date)
- Chaudières <1,2 GWh/an : [Contrats Chaleur Renouvelable](#), [Tremplin](#)
- [Équipements pour l'approvisionnement de chaufferies bois](#)

Fonds Chaleur - Production de chaleur issue de géothermie profonde

Aide à l'investissement



Prochaine relève

Du 01/01/2024 au 31/12/2024

Types de projets

Valorisation thermique de ressources géothermales de profondeur **>200 m**

- Doublet de forages (ou autre configuration spécifique) sur un aquifère profond
- Réinjection en aquifère profond sur une opération existante
- Transformation d'un ancien puits pétrolier pour une valorisation thermique de l'eau chaude produite
- Pompe(s) à chaleur sur un réseau de chaleur alimenté par une installation de géothermie profonde déjà existante

Montant d'aide

Le montant d'aide dépend de chaque projet. Il est forfaitaire dans le cas des installations couplées à un réseau de distribution. Autrement, il dépend d'une analyse économique.

Projet géothermique	Aide (€/MWh sur 20 ans)	Taux d'aide plafond (% dépenses éligibles)
Nouveau projet avec réseau de distribution	20	45%
Extension avec réseau de distribution	14	
Projets hors réseau	Analyse économique selon rentabilité	

Critères d'éligibilité

Secteurs

Industrie,
bâtiments
tertiaires et
agricoles

Taille d'entreprise

Toutes

Autres conditions

- Facteur de charge important
- Mesures préalables de sobriété / efficacité énergétique
- Exploitation préalable des éventuels gisements de chaleur fatale et de solaire thermique
- Raccordement à un réseau de chaleur lorsque cela est possible

Contact et liens utiles



<https://agirpourlatransition.ademe.fr/entreprises>

<https://fondschaleur.ademe.fr/>

Appels à projet connexes :

- [Installations de production de chaleur et de froid renouvelable à partir de géothermie de surface et d'aérothermie](#)
- [Installations de production de chaleur et de froid à partir de boucle d'eau tempérée géothermique](#)

Fonds Chaleur - Production de chaleur et froid à partir de géothermie de surface

Aide à l'investissement



Prochaine relève

Du 01/01/2024 au 31/12/2024

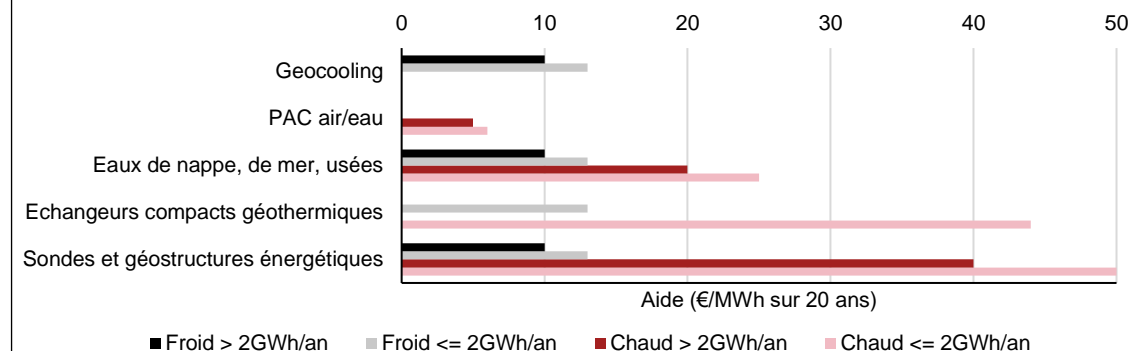
Types de projets

Opérations de géothermie de surface ou d'aérothermie assistée par pompe à chaleur (hors PAC air/air) :

- PAC eau/eau (aquifère superficiel, eaux usées, de mer, de surface, thermale, d'exhaure de mines)
- PAC eau glycolée / eau (sondes géothermiques, géostructures énergétiques, échangeurs compacts géothermiques, chaufferies thermoactives)
- PAC air/eau
- Geocooling
- PAC géothermiques réversibles et en montage thermogrigopompe (TFP)
- Sea et Lake Water Air Conditioning (SWAC / LWAC)

Montant d'aide

Les aides sont souvent forfaitaires (cf. ci-dessous) mais le dispositif comporte des exceptions ⁽¹⁾.



Critères d'éligibilité

Secteurs

Industrie, bâtiments d'habitat collectif, tertiaires et agricoles

Taille d'entreprise

Toutes

Autres conditions

- > 25 MWh/an (hors PAC air/eau)
- Critères spécifiques à chaque technologie ⁽¹⁾
- Mesures préalables de sobriété / efficacité énergétique
- Exploitation préalable des éventuels gisements de chaleur fatale et de solaire thermique
- Raccordement à un réseau de chaleur lorsque cela est possible

Liens utiles



<https://agirpoulatransition.ademe.fr/entreprises>

<https://fondschaleur.ademe.fr/>

Appels à projet connexes :

- Géothermie de surface <25 MWh/an : [Contrats Chaleur Renouvelable](#)
- [Installations de production de chaleur issue de géothermie profonde](#)
- [Installations de production de chaleur et de froid à partir de boucle d'eau tempérée géothermique](#)

Fonds Chaleur - Production d'eau chaude solaire thermique

Aide à l'investissement



Prochaine relève

Du **01/01/2024** au **31/12/2024**

Types de projets

Opérations utilisant des capteurs solaires thermiques à circulation de liquide pour la production d'eau chaude, couplées ou non à des réseaux de chaleur.

Critères d'éligibilité

Secteurs

Industrie,
bâtiments
d'habitat
collectif,
tertiaires et
agricoles

Taille d'entreprise

Toutes

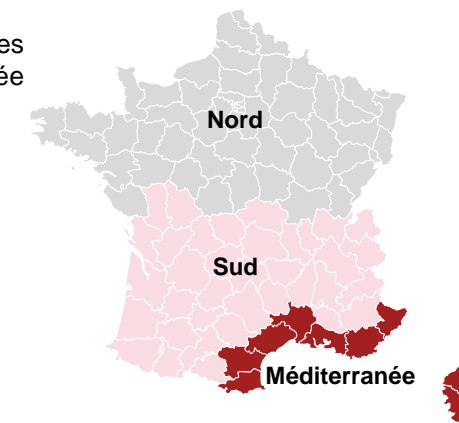
Autres conditions

- Surface de capteurs **>25m²** et **<500m²** (<1500 m² si couplé à un réseau de chaleur)
- Réalisation d'une étude de faisabilité préalable.
- Respect des exigences sur le dimensionnement et sur les équipements de production.
- Atteinte d'un niveau de productivité minimum (fonction de la zone d'implantation)
- Respect des exigences de suivi des performances et de maintenance
- Respect des exigences réglementaires et normatives.

Montant d'aide

Les aides sont forfaitaires (cf. tableau) pour les installations jusqu'à 500m² ; au-delà, l'aide est calculée selon une analyse économique.

Zone	Productivité min. (kWh _{utile} /m ²)	Aide (€/MWh _{20 ans})
Nord	350	53
Sud	400	56
Méditerranée / DOM	450	50 / 56 (DOM)



Contact et liens utiles



<https://agirpourlatransition.ademe.fr/entreprises>

<https://fondschaleur.ademe.fr/>

Appels à projet connexes :

- Installations hors réseau de chaleur > 500m² / sur réseau > 1 500m² : [Grandes installations solaires thermiques](#) (clos à date)
- Installations < 25m² : [Contrats Chaleur Renouvelable](#), [Tremplin](#)
- [Pompes à chaleur solaire pour la production d'eau chaude](#)

Fonds Chaleur – PAC solaire pour la production d'eau chaude

Aide à l'investissement



Types de projets

Les installations de pompes à chaleur (PAC) solaires éligibles au Fonds Chaleur dans l'industrie sont les opérations de production d'eau chaude sanitaire (ECS) à destination d'établissements ayant des usages ECS durant toute l'année, y compris les processus industriels consommateurs d'eau chaude.

Critères d'éligibilité

Secteurs

Industrie,
bâtiments
d'habitat
collectif,
tertiaires et
agricoles

Taille d'entreprise

Toutes

Autres conditions

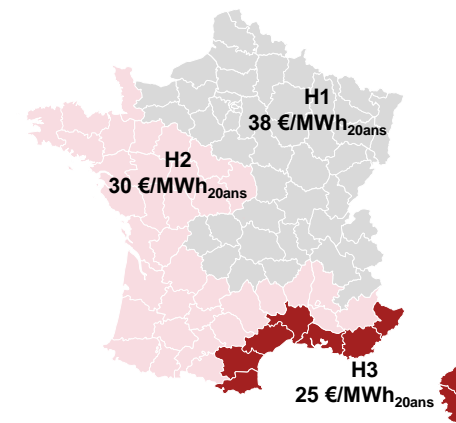
- Surface de capteurs >25m² et <250m²
- Critères techniques ⁽¹⁾
- Mesures préalables de sobriété / efficacité énergétique
- Exploitation préalable des éventuels gisements de chaleur fatale et de solaire thermique
- Raccordement à un réseau de chaleur lorsque cela est possible

Prochaine relève

Du 01/01/2024 au 31/12/2024

Montant d'aide

Les aides sont attribuées de façon forfaitaire selon la zone climatique et la production énergétique sur 20 ans, nette des consommations d'énergie d'appoint ou liées à la PAC (voir carte ci-contre).



Contact et liens utiles



<https://agirpoulatransition.ademe.fr/entreprises>

<https://fondschaleur.ademe.fr/>

Appels à projet connexes :

- Installations hors réseau de chaleur > 250m² : [Grandes installations solaires thermiques](#) (clos à date)
- Installations < 25m² : [Contrats Chaleur Renouvelable](#), [Tremplin](#)
- [Production d'eau chaude solaire thermique](#)

Fonds Chaleur - Récupération de chaleur fatale

Aide à l'investissement



Prochaine relève

Du **01/01/2024** au **31/12/2024**

Types de projets

Valorisation de chaleur fatale sous forme de chaleur ou de froid en interne ou sur un réseau de chaleur à l'aide des systèmes suivants :

- **Captage de chaleur** sur un procédé unitaire (ex. : colonne à distiller, séchoir, four, chaudière) pour une valorisation sur lui-même, un autre procédé ou le chauffage des locaux
- **Remontée du niveau thermique** (ex. : pompe à chaleur, compression mécanique de vapeur)
- **Production de froid** (ex. : groupes à absorption, PAC en montage thermofrigopompe)
- **Stockage** (ex. : accumulateurs de vapeur, ballons réservoirs d'eau chaude)
- **Transport, distribution et valorisation** de chaleur (ex. : tuyauteries, canalisations, échangeurs)

Critères d'éligibilité

Secteurs

Industrie,
bâtiments
d'habitat
collectif,
tertiaires et
agricoles

Taille d'entreprise

Toutes

Autres conditions

- Valorisation > **1 GWh/an**
- Projet > **2 ans**
- Pas de valorisation sous forme d'énergie mécanique ou électrique
- Pas de valorisation sur les appareils d'appoints
- Conditions spécifiques pour la cogénération et critères techniques, notamment COP ⁽¹⁾
- Mesures préalables de sobriété / efficacité énergétique, exploitation préalable des éventuels gisements de géothermie et de solaire thermique, raccordement à un réseau de chaleur lorsque cela est possible

Montant d'aide

Les aides visent à assurer un niveau de rentabilité fixé dans la limite d'un taux maximal sur les dépenses éligibles (voir tableau).

Projet	Aide	Taux d'aide plafond		
		GE	ME	PE
Récupération et valorisation de chaleur fatale (dont stockage et production de froid)		30%	40%	50%
Récupération et valorisation via PAC / CMV	TRB > 24 mois	40%	50%	60%
Récupération et valorisation avec réseau de chaleur vers l'extérieur du site (<12 GWh/an ⁽²⁾)		30%	40%	50%

Contact et liens utiles



<https://agirpoulatransition.ademe.fr/entreprises>

<https://fondschaleur.ademe.fr/>

Appels à projet connexes :

- Valorisation < 1 GWh/an : [Contrats Chaleur Renouvelable](#)



DECARB IND

Aide à l'investissement



Types de projets

Tout projet permettant d'éviter plus de **1 000 tCO₂/an** (scope 1 & 2 à iso-production), hormis les opérations :

- Eligibles aux autres dispositifs d'aides à l'investissement de l'ADEME (ex. : Fonds Chaleur⁽¹⁾) ;
- De décarbonation de bâtiments (ex. : chauffage, climatisation) ou des équipements mobiles ;
- Portant sur le captage et l'utilisation de CO₂ gazeux (CCU) ;
- Induisant une augmentation de la consommation de combustibles fossiles ;
- Comprenant certains types de cogénération, pyrolyse ou pyrogazéification ⁽²⁾.

Critères d'éligibilité

Secteurs	Taille d'entreprise	Capex	Autres conditions
Industrie	Toutes	> 3m€	<ul style="list-style-type: none"> • Présentation d'une feuille de route de décarbonation à 2030 et 2050 • Dès 10m€ de demande d'aide, elle doit être évaluée par une méthode telle qu'ACT Evaluation®. • Définition d'un plan de sortie du charbon / fioul si concerné

Montant d'aide

La subvention est plafonnée de sorte à éviter la surrentabilité du projet, de sorte que :

- Si demande d'aide <15m€, le projet ait un **TRB ≥ 4 ans** après aides ;
- Si demande d'aide >15m€, le projet ait une **VAN ≤ 0** après aides.

L'aide est de plus plafonnée à hauteur de 30 à 60% du surinvestissement éligible (voir tableau ci-dessous) ⁽³⁾, dans la limite de **30 m€**.

Taux d'aide maximal	Grande entreprise	Moyenne entreprise	Petite entreprise
Efficacité énergétique	30%	40%	50%
Mix d'énergies	40%	50%	60%
Mix matières	40%	50%	60%
CCS	30%	40%	50%

Contact et liens utiles



Directions régionales de l'ADEME

decarbonation.industrie@ademe.fr (siège)

<https://agirpoulatransition.ademe.fr/entreprises>

Prochaine relève

En attente d'un possible renouvellement du dispositif (dernière relève : 7 mars 2024)

⁽¹⁾ Hors récupération de chaleur fatale pour réutilisation sur le site industriel cible du projet.

⁽²⁾ Voir les critères exacts dans le cahier des charges de l'appel à projets.

⁽³⁾ L'assiette éligible est calculée sur la base du différentiel d'investissements entre le projet et un scénario de référence.

DECARB IND+

Aide à l'investissement



Types de projets

Projets d'**efficacité énergétique** (dont récupération de chaleur) et d'**électrification réduisant les émissions de >40% ou les consommations d'énergie de >20%** au périmètre du projet, hormis les opérations :

- Eligibles aux autres dispositifs d'aides à l'investissement de l'ADEME (ex. : Fonds Chaleur⁽¹⁾) ;
- De décarbonation de bâtiments (ex. : chauffage, climatisation) ou des équipements mobiles ;
- Portant sur le captage et l'utilisation du CO₂ ;
- Induisant une augmentation de la consommation de combustibles fossiles ;
- De pyrolyse ou pyrogazéification ⁽²⁾.

Critères d'éligibilité

Secteurs	Taille d'entreprise	Capex	Autres conditions
Industrie	Toutes	Demande d'aide > 30m€	<ul style="list-style-type: none"> • Intensités carbone des sous-installations post-projet inférieures aux référentiels EU-ETS si le site est soumis à ETS • Présentation d'une feuille de route de décarbonation à 2030 et 2050, qui doit être évaluée par une méthode telle qu'ACT Evaluation®. • Définition d'un plan de sortie du charbon / fioul si concerné

Montant d'aide

La subvention est plafonnée de sorte à éviter la surrentabilité du projet, de sorte que le projet ait une **VAN ≤ 0** après aides.

Elle est également plafonnée à hauteur de **30% des investissements éligibles**, dans les limites fixées dans le régime d'aides de la Commission Européenne – **200 m€** à date.

Contact et liens utiles



Directions régionales de l'ADEME





decarbonation.industrie@ademe.fr (siège)

<https://agirpoulatransition.ademe.fr/entreprises>

Prochaine relève

En attente d'un possible renouvellement du dispositif (dernière relève : 7 mars 2024)

Prêts publics

	Prêt Action Climat	Prêt Vert	Prêt Vert ADEME	Prêt Économies d'Énergies
Montant	10 – 75 k€	50 – 5 000 k€	10 – 1 000 k€	10 – 500 k€
Types de projets⁽¹⁾	Maîtrise de la consommation énergétique Pompe à chaleur Panneaux photovoltaïques Systèmes d'éclairage Diminution de la consommation d'eau	Amélioration de la performance énergie / eau, matière Mix énergétique intégrant davantage d'EnR	Tout programme répondant à des objectifs de transition écologique et énergétique	Equipement(s) éligible(s) aux CEE standardisés Investissements immatériels (ou matériels à faible valeur de gage) permettant par ex. une optimisation des ressources et des process ou la conception du produit ou du processus Dépenses nécessaires à la réalisation des CEE standardisés
Taille d'entreprise	Effectif < 50	TPE / PME / ETI	TPE / PME	
Autres conditions	Entreprise de 3+ ans		Réalisation d'un Diag Eco-Flux ou obtention d'une aide de l'ADEME sur les 3 dernières années	-
Durée du prêt	3, 5 ou 7 ans	2 à 10 ans		3 à 7 ans
Taux	~ 6%	Taux fixe non précisé + 0,4% de frais de dossier		
Garantie	Aucune	5%		Aucune
Liens				

6.2 Tiers financement



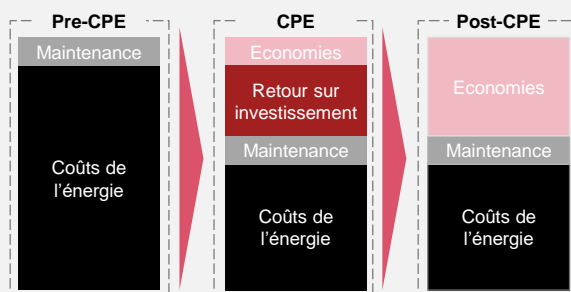
Le financement par un tiers permet d'améliorer l'efficacité énergétique et l'approvisionnement vert sans avoir à investir avec son propre capital

Tiers-financement

Contrats de performance énergétique (CPE)



- L'ESCO garantit au client un niveau de performance énergétique pour ses installations/bâtiments.
- L'ESCO met en œuvre le projet et utilise le flux de revenus provenant des économies de coûts pour rembourser les coûts du projet.

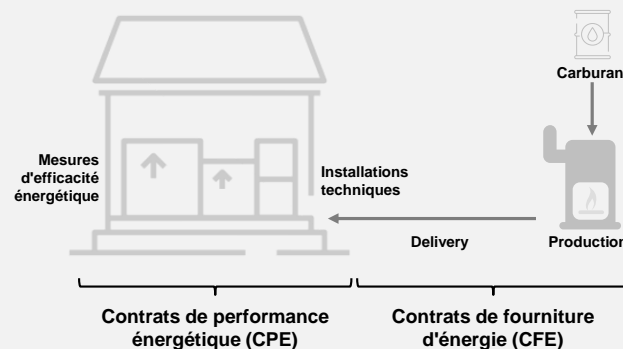


Efficacité énergétique

Contrats énergétiques intégrés (CEI)



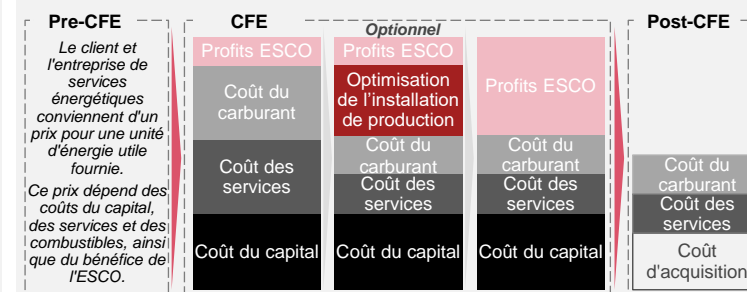
- Combine les éléments de l'ESC et du CPE.
- Permet un approvisionnement en énergie efficace grâce à la mise en œuvre de mesures d'efficacité énergétique axées sur la demande.



Contrats de fourniture d'énergie (CFE)



- L'ESCO fournit de l'énergie utile (par exemple, chauffage, refroidissement, vapeur, air comprimé).
- L'ESCO gère l'ensemble du processus, en veillant à ce que le client reçoive l'énergie nécessaire (planification, construction, exploitation, maintenance et combustible).



Approvisionnement en énergie verte

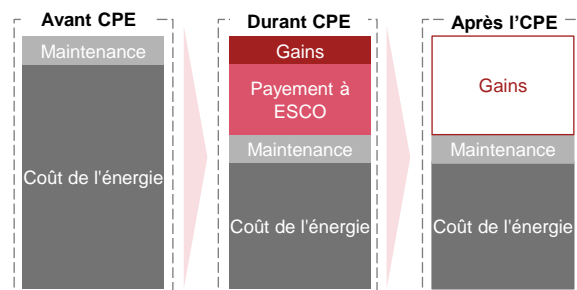
Les CPE garantissent la réduction de la consommation et l'amélioration de la performance énergétique de votre patrimoine

Contrats de performance énergétique (CPE)

Definition

- Dans le cadre d'un CPE, l'ESCO fournit au client un niveau de performance énergétique pour ses installations / bâtiments.
- L'ESCO met en œuvre le projet afin de réaliser l'efficacité énergétique définie, et utilise le flux de revenus provenant des économies de coûts, pour rembourser les coûts du projet, y compris les coûts de l'investissement.

Mécanisme

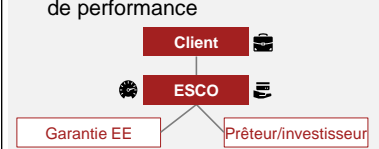


- Les améliorations énergétiques sont au cœur du CPE
- L'ESCO est incitée à mettre en œuvre des mesures d'efficacité énergétique, car sa rémunération est basée sur l'atteinte de la performance énergétique prédéfinie dans le contrat.

Risk profile & garanties

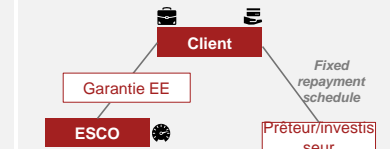
Modèle d'économies partagées

- Dans le cadre d'un contrat d'économies partagées, les économies de coûts sont réparties pendant une période prédéterminée selon un pourcentage fixé à l'avance.
- L'ESCO assure le financement du projet CPE et assume ainsi le risque financier ainsi que le risque de performance



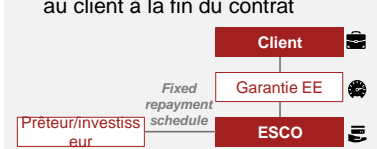
Modèle d'économies garantie

- Dans le cadre d'un contrat d'économies garanties, l'ESCO garantit un certain niveau d'économies d'énergie et protège ainsi le client de tout risque de performance
- Le client fournit le financement du projet EPC et assume ainsi le risque financier



Modèle d'économie mixte

- Dans le cadre d'un contrat d'épargne mixte, l'ESCO garantit des économies au client et toute économie supplémentaire sera partagée entre l'ESCO et le client
- L'ESCO réalise l'investissement dans l'équipement, qu'elle possède pendant la durée du contrat et qui est ensuite transféré au client à la fin du contrat



Risque business Risque performance Risque crédit

Caractéristiques principales

- L'efficacité énergétique doit être vérifiée et contrôlée pendant toute la durée du contrat (M&V).
- Il existe trois grandes familles de CPE :

	Achats et services	Rénovation et services	Globale
Scope	Équipement, Opération, maintenance	Conception et exécution de travaux de construction	Une combinaison d'équipements et de travaux de construction
Gains	10 to 20%	20 to 40%	+40%
Durée	3 to 5 ans	10 to 12 ans	+15 ans

Avantages



Transfert de risques



Efficacité énergétique garantie



Paiements basés sur la performance

Défis



Contrats complexes



Mesures de baseline complexes

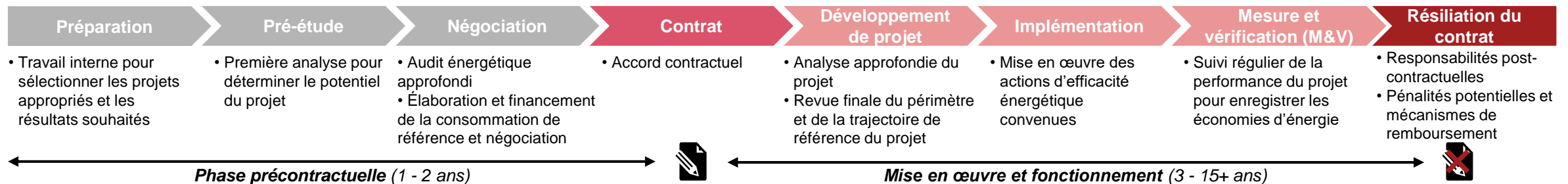


Nécessité d'un contrôle et d'une vérification approfondis

Les CPE sont des instruments complexes, qui nécessitent de prêter attention à plusieurs aspects clés lors de l'élaboration du contrat

Le processus de contrat de performance énergétique

Timeline d'un projet CPE

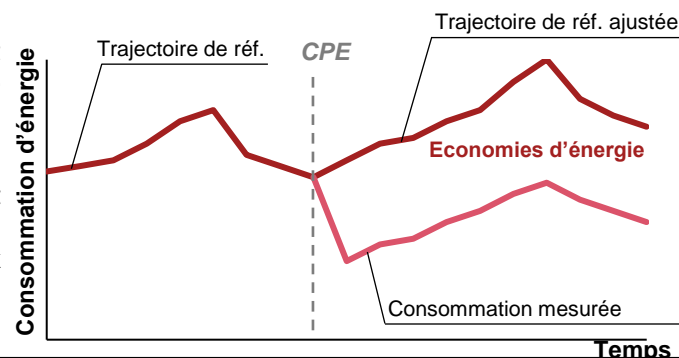


Baseline setting and Mesure & Vérification

- L'établissement de la trajectoire de référence et le processus de M&V sont cruciaux pour les CPEs car ils déterminent à la fois la performance et les économies d'énergie. Il est donc recommandé de suivre des standards adaptés par exemple des *International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP)*

- L'IPMVP permet de mesurer les consommations d'énergie réelles et d'ajuster avec précision la trajectoire de référence au fil du temps.

- Pour déterminer les économies ultérieures, l'IPMVP fournit également des lignes directrices méthodologiques adaptées aux différents types et tailles de projets.



Résiliation du contrat

- Établir des clauses de résiliation claires décrivant les conditions dans lesquelles l'une ou l'autre des parties peut mettre fin au contrat.
- Préciser les pénalités associées, les mécanismes de remboursement et les responsabilités après la résiliation.

Pratiques courantes

	Expiration du contrat	Fin anticipée	
		Client	ESCO
Raisons	Arrivée à la fin de la durée prédéterminée du contrat	Le client ne respecte pas ses obligations contractuelles ou rompt le contrat	L'ESCO ne respecte pas ses obligations contractuelles
Conséquences	Possibilité pour le client d'acquiescer les installations pour un prix convenu (qui pourrait être d'un euro symbolique).	Le client doit une compensation à l'ESCO : perte de revenus / <i>take or pay</i> (moins fréquent).	L'ESCO doit une compensation : taux prédéterminé ou cession d'installations au client

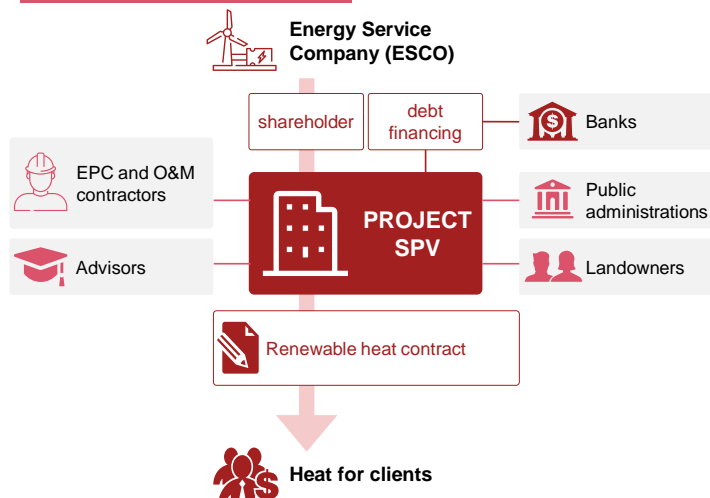
Les CFE permettent de fournir de manière fiable de l'énergie utile à un taux défini tout en externalisant les risques opérationnels et de crédit

Contrats de fourniture d'énergie (CFE)

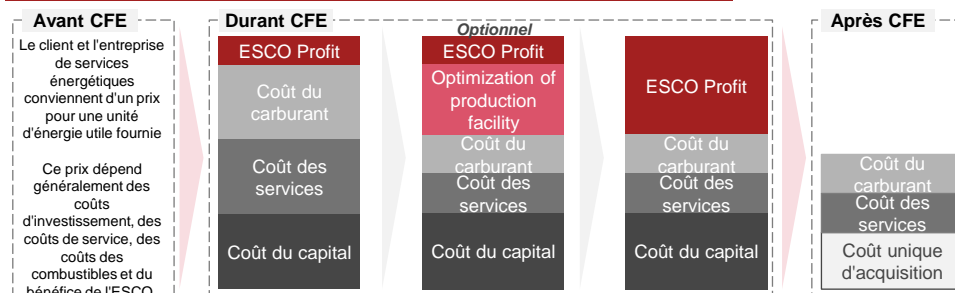
Définition

- Dans le cadre d'un contrat de fourniture d'énergie, l'entreprise de services énergétiques fournit au client de l'énergie utile, telle que le chauffage, le refroidissement, la vapeur, l'air comprimé, etc.
- L'entreprise de services énergétiques est responsable de la fourniture de l'énergie utile ainsi que de tout ce qui est nécessaire pour que le client obtienne l'énergie utile, y compris la planification, la construction de la centrale électrique, l'exploitation et la maintenance, l'achat de combustibles, etc.

Structure d'un CFE



Efficacité énergétique et mécanisme d'économie



- L'ESCO est financièrement responsable de la mise en œuvre et de l'exploitation de l'offre d'énergie à ses propres frais et risques.
- Pas d'objectif direct d'efficacité énergétique
- Incitation indirecte pour l'entreprise de services énergétiques à optimiser ses installations afin de fournir l'unité d'énergie utile à un coût inférieur, ce qui augmente ses bénéfices.

Caractéristiques principales

- ✓ Les économies d'énergie typiques d'un projet CFE sont de l'ordre de 10 à 20 % et sont isolées du côté de l'offre.
- ✓ La durée typique d'un contrat est de 10 à 15 ans.
- ✓ L'entreprise de services énergétiques est typiquement propriétaire de l'installation pendant la durée du contrat, ce qui peut être transféré au client si cela a été convenu contractuellement.
- ✓ Un contrat ESC contient souvent une sorte de garantie de prix pour l'énergie.
- ✓ Un modèle ESC se prête très bien à la mise en place d'un système d'alimentation en chaleur ou en énergie solaire.

Avantages

- 🎯 **Le client peut se concentrer sur son activité principale**
- 🏠 **Service énergétique utile garanti**
- 🏠 **Pas de grands changements dans les installations des clients**

Défis

- ⚠️ **Conflit potentiel avec l'ESCO si des mesures d'efficacité énergétique sont prises du côté de la demande**
- 📊 **Aucune garantie d'efficacité énergétique ou de performance**

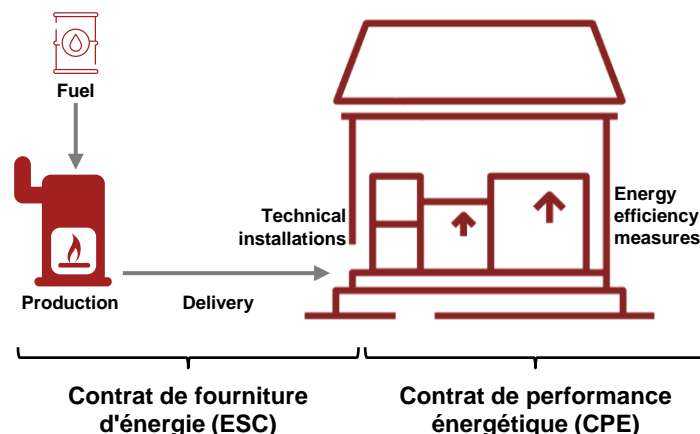
Les CEI combinent les caractéristiques des CPE et des CFE pour fournir de l'énergie en tant que service tout en améliorant l'efficacité énergétique globale

Contrats énergétiques intégrés (CEI)

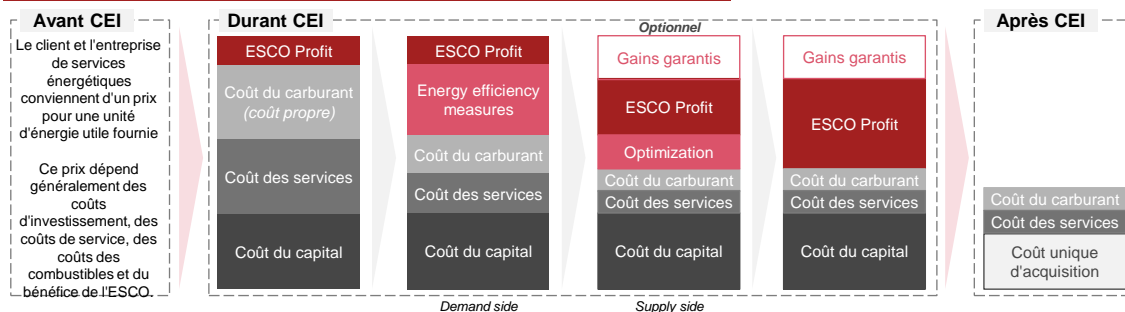
Définition

- Le contrat d'énergie intégré (CEI) est une forme de contrat qui combine les éléments de CFE et de CPE.
- L'objectif de ce modèle est de permettre un approvisionnement en énergie utile tout en mettant en œuvre des mesures d'efficacité énergétique du côté de la demande, absentes des CFE.
- Les CEI disposent d'instruments d'assurance qualité plus simples que les CPE, permettant de conclure des contrats moins complexes.

Champ d'application IEC



Efficacité énergétique et mécanisme d'économie



- Le modèle IEC se concentre d'abord sur les mesures d'efficacité énergétique du côté de la demande, en réduisant la consommation finale d'énergie avant de planifier la solution du côté de l'offre.
- Pour réduire l'incitation de l'ESCO à vendre plus d'énergie, et donc à fournir une efficacité énergétique de faible qualité du côté de la demande, les IEC offrent la possibilité que les coûts du combustible soient payés à un "coût propre" par le client.

Caractéristiques principales

- ✓ Le potentiel d'économie d'un projet CEI est généralement de l'ordre de 20 à 30 %.
- ✓ CEI permet de prendre des mesures d'efficacité énergétique à la fois du côté de la demande (économies garanties de type CPE) et du côté de l'offre (optimisation de l'installation de type CFE).
- ✓ Pour suivre les garanties d'efficacité énergétique, la CEI utilise des instruments d'assurance qualité (QAI), qui sont une version simplifiée du M&V.
- ✓ Les QAI sont convenus contractuellement et peuvent inclure : des vérifications périodiques ponctuelles, une supervision par une tierce partie, des labels de certification des bâtiments, des audits annuels, etc.

Avantages

- ✓ Cohérence entre les mesures relatives à la demande et à l'offre
- ✓ Garantie d'efficacité énergétique simplifiée
- ✓ Service énergétique utile garanti

Défis

- ✗ Nécessite une plus grande implication du client que le ESC traditionnel
- ✗ Peut exiger une part de l'investissement du client
- ✗ Des garanties d'efficacité énergétique moins fiables

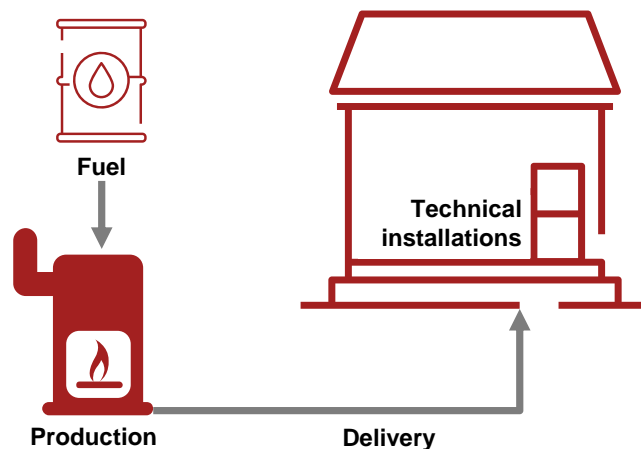
Le contrat de chauffage garantit la fourniture d'une fonction énergétique souhaitée en plus des économies réalisées sur les coûts énergétiques actuels

Contrat de chauffage ou contrat de fonction

Définition

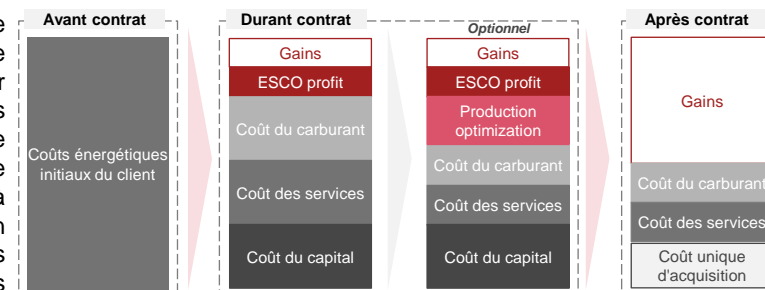
- Il s'agit d'un modèle dans lequel une ESCO assume l'entière responsabilité de la fourniture d'une fonction convenue (chauffage, éclairage, etc.) au client.
- L'entreprise de services énergétiques assume la responsabilité de fournir la fonction convenue pour un montant inférieur à la facture actuelle ou de fournir un niveau de service amélioré pour la même facture.
- Il s'agit d'une forme extrême d'externalisation de la gestion de l'énergie.

Champ d'application du contrat de Chauffage



Energy saving mechanism

- Dans un contrat de chauffage, le client paie une redevance fixe à l'ESCO pour les services énergétiques convenus. Cette redevance est basée sur la facture d'énergie actuelle du client, à laquelle est appliqué un pourcentage d'économies représentant les économies garanties par le client.



- La plupart des investissements sont réalisés par l'ESCO, car chaque investissement dans l'efficacité énergétique aura un effet direct sur le niveau de profit réalisé.
- Un contrat plus long garantit généralement des frais fixes moins élevés, car il reste plus de temps pour couvrir les investissements initiaux de l'ESCO.

Caractéristiques principales

- ✓ Les contrats de chauffage sont typiquement mis en œuvre par l'intermédiaire d'une entité ad hoc, permettant de trouver un meilleur financement et de réduire le risque du projet pour le client.
- ✓ L'ESCO prend en charge tous les aspects de la gestion de l'énergie, depuis l'installation, l'entretien et les réparations jusqu'à l'approvisionnement en énergie et en combustibles.
- ✓ Les contrats de chauffage sont généralement à long terme, avec des durées de 10-20 ans ou plus.
- ✓ Les contrats de chauffage prévoient un tarif fixe basé sur les coûts actuels du client pour obtenir la fonction souhaitée, moins un pourcentage d'économie (3-10%).

Avantages

- Le client réduit instantanément ses coûts
- Financement plus facile (pas d'investissement lourd et unique)
- L'ESCO est incitée à optimiser dès que possible

Défis

- Pas d'incitations pour les mesures d'efficacité énergétique du côté de la demande
- Nécessite des durées de contrat plus longues
- Diminution de l'implication et de la sensibilisation des clients

En vertu de la norme IFRS 16, la plupart des contrats de type CPE et EaaS vous obligeront à comptabiliser à la fois un droit d'utilisation et un passif locatif

IFRS 16 – Comptabilité des contrats de location

IFRS 16

- IFRS 16 Contrats de location est une norme internationale d'information financière qui exige, à partir de 2019, que les preneurs comptabilisent à la fois un actif au titre du droit d'utilisation et un passif locatif pour la plupart des contrats de location
- L'objectif de l'IFRS 16 est de refléter fidèlement la substance économique des actifs et des passifs loués d'une entreprise, ce qui permet aux investisseurs d'avoir une compréhension plus complète de leur situation financière
- Il s'agit d'un changement important par rapport aux normes comptables précédentes (IAS 17), qui exigeaient uniquement que les preneurs comptabilisent les paiements de location en tant que charges dans leur compte de résultat. Des exemptions existent pour les contrats à court terme (< 12 mois) et les actifs de faible valeur (< 5 000 USD).

Comptabilisation des contrats de location simple de l'IAS 17 à l'IFRS 16

IAS 17

Bilan

Pas de saisie | Pas de saisie

Compte de résultat

- Location mensuelle

IFRS 16

Bilan

Droit d'usage  | Dettes de location 

Compte de résultat

- Frais de service
- Charges de dépréciation
- Charges d'intérêts

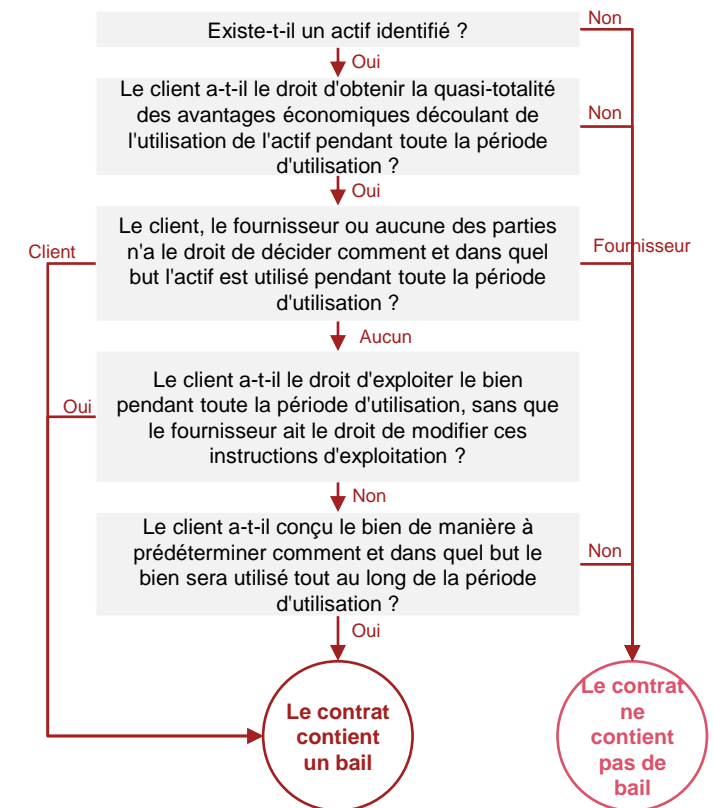
Implications pour les contrats de type EPC et EaaS

- Conformément à la norme IFRS 16, les accords qui confèrent le droit de contrôler l'utilisation d'un actif identifié pendant une période donnée en échange d'une contrepartie répondent à la définition d'un contrat de location, même si l'accord ne prend pas la forme juridique d'un contrat de location
- Ainsi, la plupart des contrats de type EPC et EaaS pourraient être considérés comme des contrats de location en vertu de la norme IFRS 16.

Façons de sortir du bilan les contrats EPC et EaaS (exemples)

- Permettre à l'entreprise de services énergétiques d'exercer un plus grand contrôle sur les actifs et de les exploiter
- Renoncer au droit d'obtenir tous les avantages économiques découlant de l'utilisation des actifs (par exemple, vendre 1 MWh d'énergie produite)

Un contrat contient-il un contrat de location en vertu de la norme IFRS 16 ?



6

Conclusions

En segmentant les activités en trois types d'usines, nous pouvons identifier des actions et défis clés spécifiques

Actions clés et principaux défis par type d'usine



Usine « Forme sèche »



Usine « Stérile / biologique »



Usine « Conditionnement »

Spécificités de consommation

Consommations importantes de CTA avec un besoin de chaleur modéré (~50°C)

Consommations importantes de vapeur pour la production EPPI et la stérilisation de procédés

Consommations importantes en électricité

Actions clés¹⁾

- ✓ Augmenter le taux de recyclage de l'air rejeté dans les salles blanches
- ✓ Réduire le taux de renouvellement de l'air (TRA)
- ✓ Remplacer les chaudières à gaz (eau chaude) par des solutions de géothermie profonde / de solaire thermique
- ✓ Installer des pompes à chaleur pour substituer l'usage de vapeur et d'eau chaude

- ✓ Remplacer les chaudières à gaz (vapeur) par des chaudières biomasse
- ✓ Remplacer les installations de distillation par des procédés EPPI froide

- ✓ Produire de l'énergie verte sur site
- ✓ S'approvisionner en énergie verte au travers de PPA
- ✓ Signer des contrats d'électricité verte avec les fournisseurs d'énergie

Principaux défis

- **Arrêt de production** et **requalification** pour modifier les configurations et les paramètres des CTA
- Accessibilité et disponibilité suffisantes de **ressources naturelles** et de **terrains à proximité**
- Développement de **réseau d'eau chaude usine** ou **chauffage urbain**
- Faible **visibilité sur le renouvellement des aides publiques** à la géothermie / solaire thermique de petite et grande taille

- **Disponibilité et pérennité de l'usage de la biomasse** conformément à la directive RED III
- **Pérennité des aides publiques aux chaudières biomasse** dépendante du gisement disponible
- **Financement conséquent** (ex : biomasse)
- **Réglementation EPPI froide** non acceptée pour certains clients et pays (ex : Chine / Inde)

- **Réduction d'émission insuffisante** au travers de la production sur site (~30% de la consommation d'énergie)
- **Approvisionnement de PPA difficile pour les PME** en raison de leur faible consommation énergétique (regroupement de PME pour la négociation de contrats)
- **Perception de Greenwashing** en raison de l'approvisionnement de garanties d'origine (GO)

La majorité des attentes exprimées par les membres du Leem lors des entretiens ont été pris en compte et traitées dans le cadre de l'étude

Attentes de l'étude



Benchmark de bonnes pratiques



« ... obtenir un benchmark de bonnes pratiques et les actions de décarbonation recommandées (notamment pour les PME) afin de **gagner du temps** »



Leviers opérationnels et modèles opératoires



« ... avoir accès à un catalogue de différentes **actions applicables à au secteur du médicament** avec des informations sur les gains et les coûts »



Retour d'expérience sur les technologies



« ... obtenir un retour d'expérience sur certaines **nouvelles technologies** de réduction de consommation d'énergie (ex : pyrogazéification, risque sourcing de biomasse) »



Financement des actions de décarbonation



« ... évaluer les **coûts associés** aux différents projets de décarbonation, la rentabilité ainsi que le retour sur investissement »



Achat optimal d'énergie verte



« ... comprendre quelle est la meilleure approche pour investir dans **l'énergie verte** (contrats avec Garantie D'origine, PPA...) »

« ... obtenir des mises à jour sur la **veille réglementaire et technologique** du secteur du médicament afin de pouvoir avoir un benchmark et adapter les consignes »



« ... obtenir des informations sur le management de projet, notamment l'approche et la méthodologie **opérationnelle** à suivre pour chaque action »



« ... comprendre quelles seraient les meilleures **alternatives** pour remplacer les **chaudières à vapeur** et quel serait le seuil de rentabilité »



« ... comprendre les **subventions** et les **aides** associées à chaque technologie ainsi que l'impact financier et opérationnel de chacune »

« ... obtenir un consensus sur **l'approche d'approvisionnement** d'énergie verte dans le secteur du médicament afin d'éviter le Greenwashing (Energy Efficiency first) »

Nous avons identifié des sujets additionnels à aborder à la suite de l'étude

Ouverture sur des sujets transverses en prochaines étapes



Partager les benchmarks de paramètres opérationnels et le retour d'expérience sur de nouvelles technologies

(ex : consignes CTA et purification de l'eau, pyrogazéification, oxy-combustion...)



Suivre et alerter les adhérents du Leem sur les changements réglementaires et technologiques liée aux décarbonations

(ex : acceptation du EPPI froide en Chine, température d'assainissement de l'eau, paramètres des salles blanches...)



Se positionner sur le mécanisme d'approvisionnement d'énergie verte recommandé en s'alignant avec l'évolution des standards internationaux

(ex : mise-à-jour du GHG Protocol mi-2024)



Mettre en place des évaluations de prestataires de décarbonation afin de faciliter l'accès à des fournisseurs de confiance

(ex : système vapeur, CTA, purification de l'eau)



Négocier des tarifs préférentiels filières pour les CEE avec les fournisseurs d'énergie

strategy&

Part of the PwC network

Merci
