

WEBINAIRE DE RESTITUTION D'ÉTUDE

17/01/2023

*Récupération de chaleur industrielle :
potentiel de déploiement des projets*



Quelques informations pratiques

- Merci de couper vos micros et caméras
- Une session de questions-réponses est prévue après chaque intervention. Pour participer :
 - Utilisez le chat écrit
 - Précisez dans le chat si vous souhaitez intervenir à l'oral
- Le replay et les présentations seront disponibles sur l'extranet ALLICE sous quelques jours.
- Contactez le 06.19.36.09.81 en cas de souci technique.



Bon visionnage !

Sommaire

- **Restitution de l'étude ALLICE : Récupération de chaleur industrielle : potentiel de déploiement des projets**
- **Présentations de solutions de récupération de chaleur industrielle**
 - Le séchage par Vapeur d'Eau Surchauffée - EnerDry
 - Récupération de chaleur sur des effluents encrassés - Clauger
 - Les réseaux de chaleur de 4ème et 5ème génération – INSA Lyon / CETHIL



Olivier Fischer
CETIAT



Kasper Gehl Larsen
EnerDry



Louis Goutte
Clauger



Marc Clausse
INSA Lyon / CETHIL



RÉCUPÉRATION DE CHALEUR INDUSTRIELLE : POTENTIEL DE DÉPLOIEMENT DES PROJETS

Olivier Fischer
CETIAT

I – Contenu de l'étude

Contexte / Objectifs / Périmètre

Contexte, objectifs et périmètre

- **Contexte**

- Les projets d'efficacité énergétique ont du mal à voir le jour, pour preuve le rapport de l'ADEME de 2022 qui fait le bilan des projets ad hoc entre 2017 et 2020

- **Objectifs**

- Obtenir une vision technique, économique et contextuelle des freins au développement de la récupération de chaleur industrielle
- Identifier des leviers potentiels à mettre en œuvre pour lever ces verrous

- **Périmètre**

- Récupération de chaleur industrielle sur les procédés
- Voies technologiques visées : échangeurs, PAC, ORC, cycles Ericsson
- Effluents : gazeux ou liquides, hors calories sur corps chauds
- Secteurs concernés : pas de restriction particulière, l'ensemble de l'industrie française peut être concerné, mais pas d'analyse par process qui peut être le sujet d'une autre étude : « récupération de chaleur industrielle : quelles solutions pour chaque secteur industriel ? »
- Recherche de bonnes pratiques au niveau européen pour identifier des leviers utilisés par d'autres pays

Méthodologie retenue

Méthodologie :

1. Appropriation de la documentation sur le sujet
2. Entretiens avec différentes parties prenantes
3. Collecte de retours d'expérience
4. Réflexion de fond sur l'intégration de la chaleur industrielle dans l'objectif de maîtrise de l'énergie en milieu industriel (premier levier de décarbonation)
5. Synthèse et formulation de préconisations par typologie et par acteur

Synthèse des entretiens / visites	
Nombre d'industriels	6
Nombre de bureaux d'études	4
Nombre de fabricants	5
Nombre d'ensemblier	1
Nombre de syndicats	1
Nombre d'universitaires	2
Nombre de financeurs	1
Total	20

Société	Visite	Interview	Date
EVERTGIE		X	2022 05 03
ENERTIME		X	2022 05 03
VEOLIA		X	2022 04 25
GREENFLEX		X	2022 04 26
NEOVALY	X		2022 09 23
SIDEFAGE		X	2022 06 07
EDF		X	2022 05 18
SETFORGE L'HORME		X	2022 05 16
TERRAO		X	2022 05 13
EM3		X	2022 09 13
CETHIL		X	2022 09 09
CEA		X	2022 09 13
CLAUGER 3E		X	2022 08 16
SETFORGE L'HORME	X		2022 06 03
MALTEUROP		X	2022 05 20
3E PERFORMANCES		X	2022 07 04
ENERDRY		X	2022 07 18
BURGEAP		X	2022 08 29
ANANKÉ		X	2022 09 08
CRISTEL	X		2022 09 08

II – Contexte de la Chaleur Industrielle

Synthèse de la bibliographie

Schémas – Maîtrise de l'énergie en milieu industriel

Une fiche de retour d'expériences

Synthèse de la bibliographie

Une bibliographie riche

Année de publication	Document concerné		Public visé			
	Auteur	Titre	Industriel	Bureau d'étude / CTI	Institutionnel / État	Investisseurs
2017	ADEME	La chaleur fatale	X	X	X	X
2018	ADEME	Intégration des énergies renouvelables et de récupération dans l'industrie	X	X	X	X
2019	ADEME	Étude sur le financement des investissements de chaleur de récupération industrielle	X			X
2022	ADEME	Récupération de la chaleur fatale - État des réalisations et évolutions du gisement à fin 2020	X	X	X	X
2015	VARELIA, ADEME	Technologies de récupération de chaleur	X	X		
2020	ALLICE	Couverture des risques de financement de l'efficacité énergétique en industrie	X			X
2021	ALLICE	Stockage de chaleur dans l'industrie	X	X		
2021	ALLICE	Rapport de veille : pompes à chaleur très haute température pour l'industrie »	X	X		
2021	ALLICE	Récupération de chaleur Très Haute Température	X	X		
	EUROPEAN ENERGY NETWORK	EnR catalogue of best practices related to behavioural insights into energy use and implementation of energy policy			X	

• ADEME :

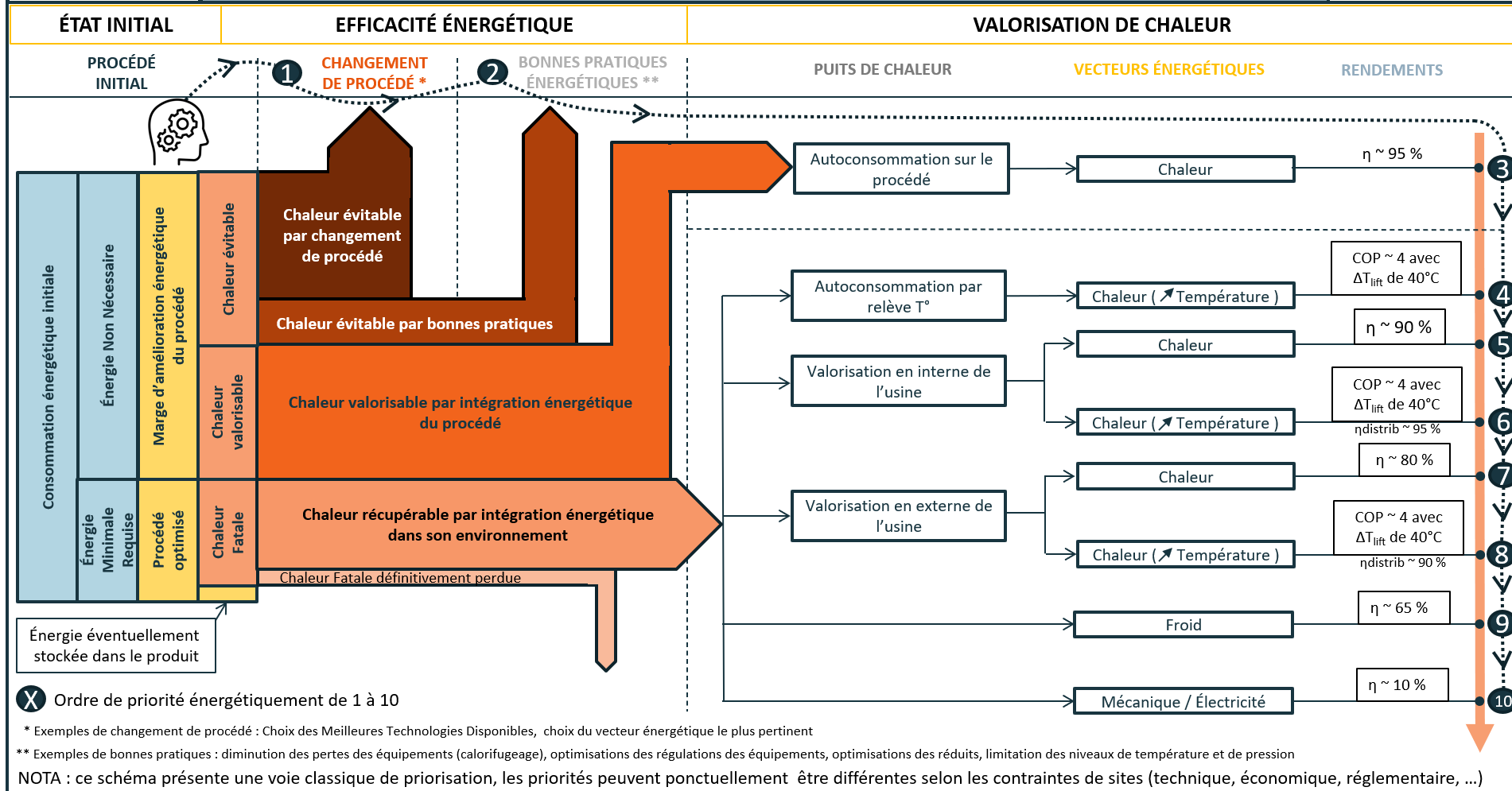
- 2017 : le rapport initiateur et l'état des lieux - La Chaleur Fatale
- 2018 et 2019 : suites du rapport pour la mise en œuvre
- 2022 : un bilan montrant des difficultés à passer à l'action

• ALLICE :

- 2020 : Financement des projets d'EE
- 2021 : 3 rapports : récupération THT, PAC THT, stockage de chaleur
- 2022 : la présente étude

Taxonomie de la Chaleur Industrielle

- Toute approche scientifique nécessite de poser le problème dans un premier temps et de donner les définitions :
- **Chaleur Évitable** : quantité de chaleur qu'il serait possible de ne pas émettre par changement de procédé ou bonnes pratiques énergétiques. Chaleur issue de l'Énergie Non Nécessaire utilisée pour un procédé.
- **Chaleur Valorisable** : quantité de chaleur qu'il est possible de réutiliser sur le procédé avec récupération interne de chaleur via la construction d'un ou plusieurs échangeurs internes de récupération. Chaleur issue de l'Énergie Non Nécessaire utilisée pour un procédé.
- **Chaleur Fatale** : quantité de chaleur issue du procédé après avoir optimisé toute possibilité de récupération interne de chaleur via la construction d'un ou plusieurs échangeurs internes de récupération et appliqué les bonnes pratiques énergétiques ainsi que d'éventuels changements de procédés.
- **Chaleur Perdue** : chaleur évacuée regroupant la chaleur fatale, la chaleur valorisable et la chaleur évitable.



Fiche de Retour d'Expériences Changement de procédé

- Remplacement du réchauffage par du gaz fossile par de la vapeur saturée du ballon chaudière
 - Piquages sur ballons chaudières
 - Alimentation d'échangeurs condenseur vapeur / fumées
 - Réchauffage avant traitement de fumées
 - Collecte des condensats et envoi à la bêche alimentaire
- Temps de retour sur investissement de ~1,25 ans avec les coûts actuels de l'énergie

Titre de l'opération

Remplacement de brûleurs gaz par des échangeurs fumées/vapeur saturée pour le traitement de fumées de l'usine de valorisation énergétique de Rillieux la Pape

Type d'effluents primaire concerné

Vapeur 45 bars saturée

Type de récupération

Échangeur fumées/condenseur vapeur

Présentation du site

NEOVALY est une usine de valorisation énergétique appartenant à la Métropole de Lyon qui réalise de la combustion de déchets ménagers et assimilés afin de faire de la cogénération, c'est à dire valoriser la chaleur récupérée en :

- électricité par un groupe turbo alternateur (GTA) à condensation et soutirage réglé

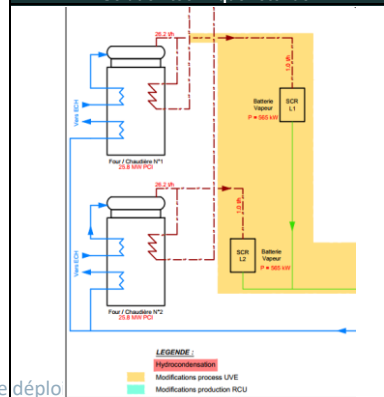
- en chaleur pour le réseau de chaleur par de la vapeur soutirée sur la turbine à vapeur du GTA : le réseau du Plateau Nord desservant en partie la ZUP des Semailles et Allagniers.

Motivations de l'industriel

Dans une démarche de renouvellement de l'appel d'offres pour l'exploitation de l'usine, la Métropole de Lyon a demandé dans un appel d'offres d'améliorer la performance énergétique de l'installation.

Pour ceci, NEOVALY a fait appel au bureau d'études INGEVALOR pour diminuer ses consommations de gaz naturel utilisé pour le traitement de fumées (DéNOx et DéDIOx).

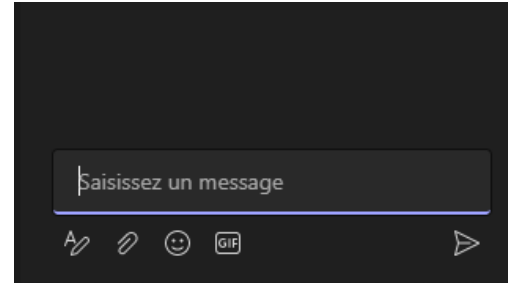
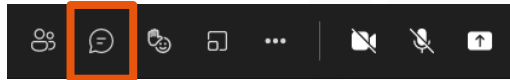
Solution technique retenue



Chiffres clés

- **565 kW** récupérés par chaque échangeur (2 échangeurs), qui permettent de réchauffer les fumées
- Température des fumées avant échangeur : 215°C
- Conservation des brûleurs gaz naturel en secours
- **7 700 MWh/an** de gaz non brûlé
- Gain économique annuel de **138 600 €** en base de **prix 2020** et de **770 000 €** sur base de **prix 2022** pour l'industriel
- Investissement de **966 000 € HT**

Nous répondrons à vos questions avec plaisir



Intervention de la société ENERDRY

Fabricant de sècheurs par Vapeur d'Eau Surchauffée

Le séchage par Vapeur d'Eau Surchauffée : un potentiel de rupture procédé pour le séchage de pulpes, de bois, de boues

Steam Drying

Mr. Kasper Gehl Larsen

Alliance Alice

Web presentation



EnerDry A/S

About EnerDry A/S



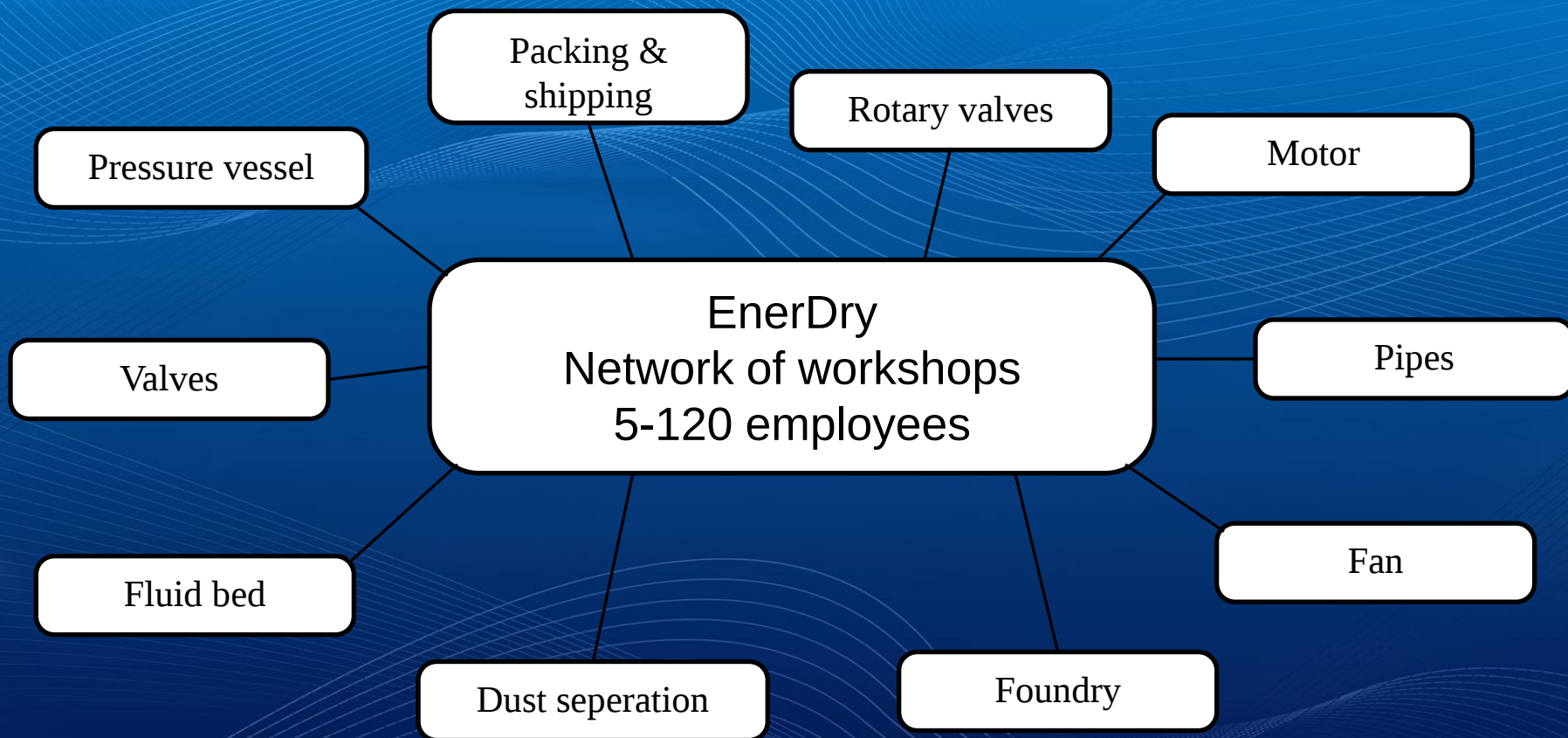
EnerDry A/S



EnerDry A/S



EnerDry A/S

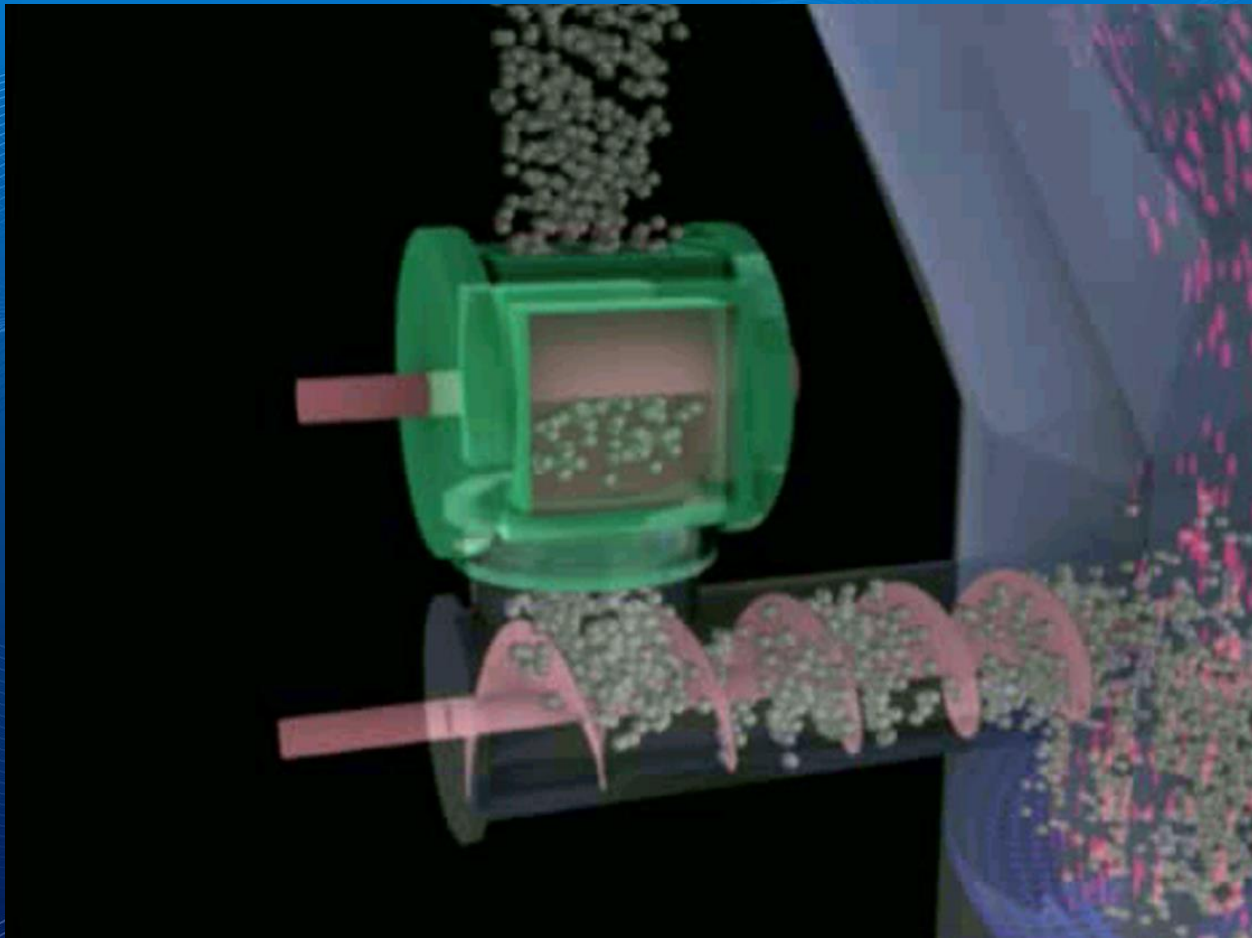


EnerDry A/S

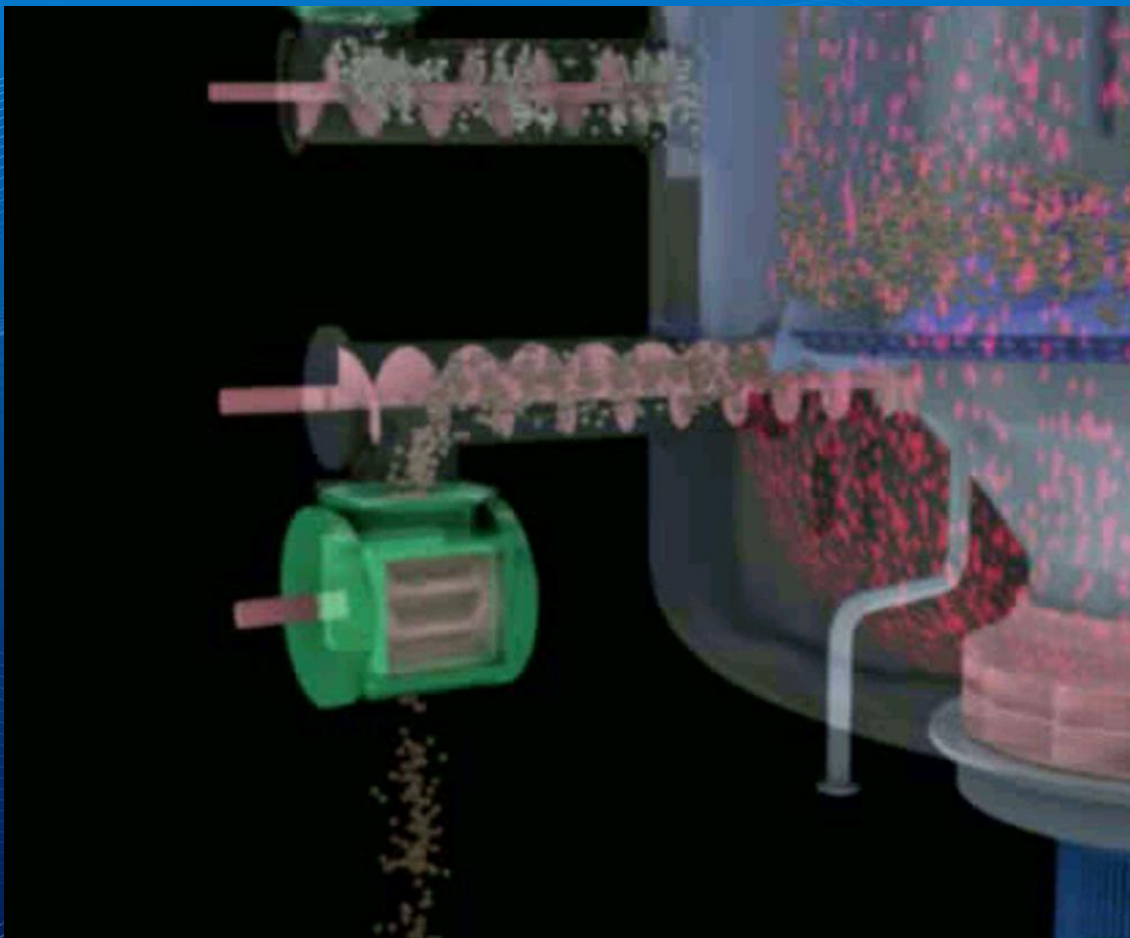
The Steam Drying Technology



EnerDry A/S

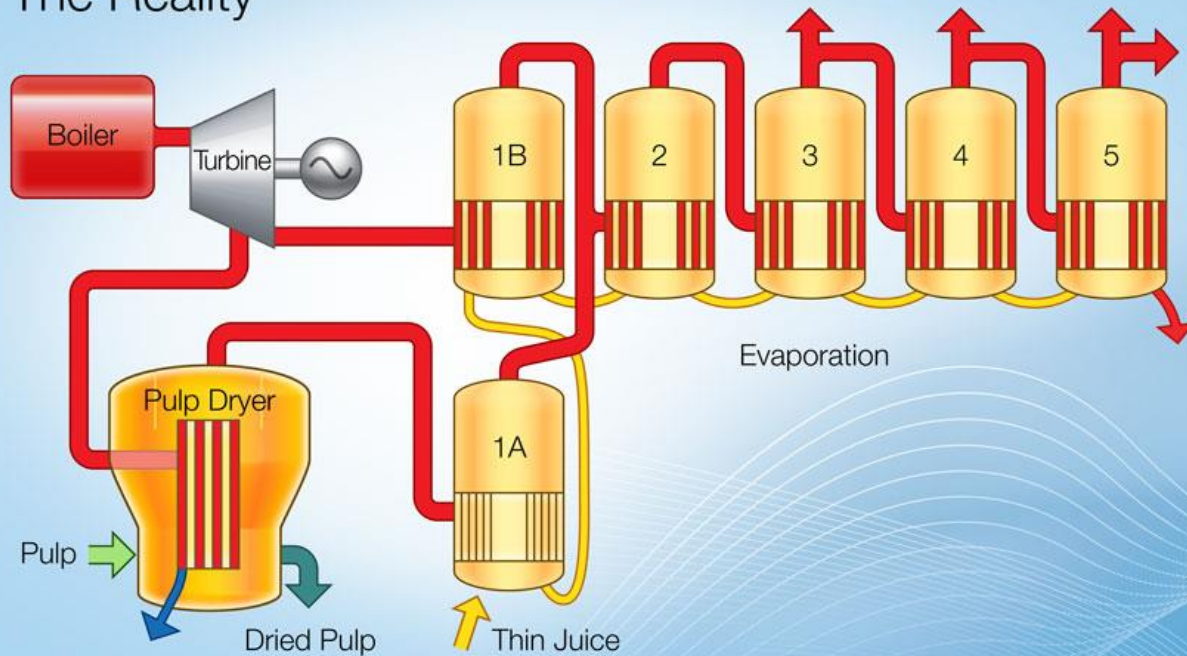


EnerDry A/S



EnerDry A/S

The Reality



EnerDry A/S



EnerDry A/S



EnerDry A/S



EnerDry A/S



No	Compagny	Factory	Country	Dryer	Product	Nominel Capacity	Start of operation
1	Lesaffre Frères SA	Nangis	France	size 8	Beet pulp	25/30	Niro 1990, rebuild by EnerDry 1998
2	Saint Louis Sucre	Cagny	France	size 8	Beet pulp	25	Niro 1992, rebuild by EnerDry 1999
3	Azucarera Ebro	Miranda	Spain	size 8	Beet pulp	25/30	Niro, 1992 rebuild by EnerDry 1999
4	Pfeiffer & Langen	Könnern	Germany	2 x size 10	Beet pulp	40	Niro 1993, supported by EnerDry since 1998
5	Danisco	Anklam	Germany	size 8	Beet pulp	25/30	Niro 1993, rebuild by EnerDry 2000/2009
6	Nordzucker	Güstrow	Germany	size 10	Beet pulp	40	Niro 1993, supported by EnerDry since 1998
7	Suiker Unie	Puttershoek	Holland	size 10	Beet pulp	40/48	Niro 1993, rebuild by EnerDry 2001
8	Nordzucker	KLW	Germany	2 x size 10	Beet pulp	40	Niro 1994, supported by EnerDry since 1998
9	Borås Miljö	Borås	Sweden	size 10	Wood chips	40	Niro 1994, supported by EnerDry since 1998
10	Staral	Jungbonzlauer	France	size 4	Sludge	5	Niro 1994, supported by EnerDry since 1998
11	Södre Cell	Mönsterås	Sweden	size 8	Bark	25	Niro 1995, supported by EnerDry since 1998
12	SMSBC	Renville	USA	2 x size 10	Beet pulp	40	Niro 1999, rebuild by EnerDry 2004
13	Minn-Dak Farmers	Minn-Dak	USA	size H	Beet pulp	50	EnerDry 2003
14	Amalgamated sugar co.	Nampa	USA	size J	Beet pulp	71	EnerDry 2006
15	Michigan sugar co.	Bay City	USA	size H	Beet pulp	50	EnerDry 2006
16	American Crystal sugar	East Grand Forks	USA	size H	Beet pulp	50	EnerDry 2007
17	Nippon Beet Sugar Mfg. Co	Bi-horo	Japan	size F	Beet pulp	25	EnerDry 2009
18	Sunuko	Pecinci	Serbia	Size H	Beet pulp	50	EnerDry 2013
19	Nordic Sugar	Nakskov	Denmark	Size J	Beet pulp	71	EnerDry 2013
20	Nippon Beet Sugar Mfg. Co	Memuro	Japan	2 x size F+	Beet pulp	30	EnerDry 2014
21	Lesaffre Frères SA	Nangis	France	Size G	Beet pulp	35,8	EnerDry 2015
22	Agrosnabsahar	Yelets, Lipetsk Region	Russia	Size H	Beet pulp	50	EnerDry 2016
23	Hokuren	Nakashari, Hokkaido	Japan	size F+	Beet pulp	30	EnerDry 2017
24	Kristall Sugar	Kirsanov, Tambov Region	Russia	2 x size J	Beet pulp	71	EnerDry 2021



EnerDry A/S

Emission reduction example



EnerDry A/S

CASE 1

1,2 Mton Beets

0,22 Mton Sugar

Factory CO₂ 70.600 t

Total CO₂ 73.046 t

CO₂ 46.750 t

Natural gas
17.000 t

Boiler

Steam

Sugar
Factory

World Feed Market

Animal Feed
Pressed Beet Pulp

CO₂ 23.850 t

Natural gas
8.673 t

Drum Dryer

Grain

Agriculture

CO₂ 2.446 t

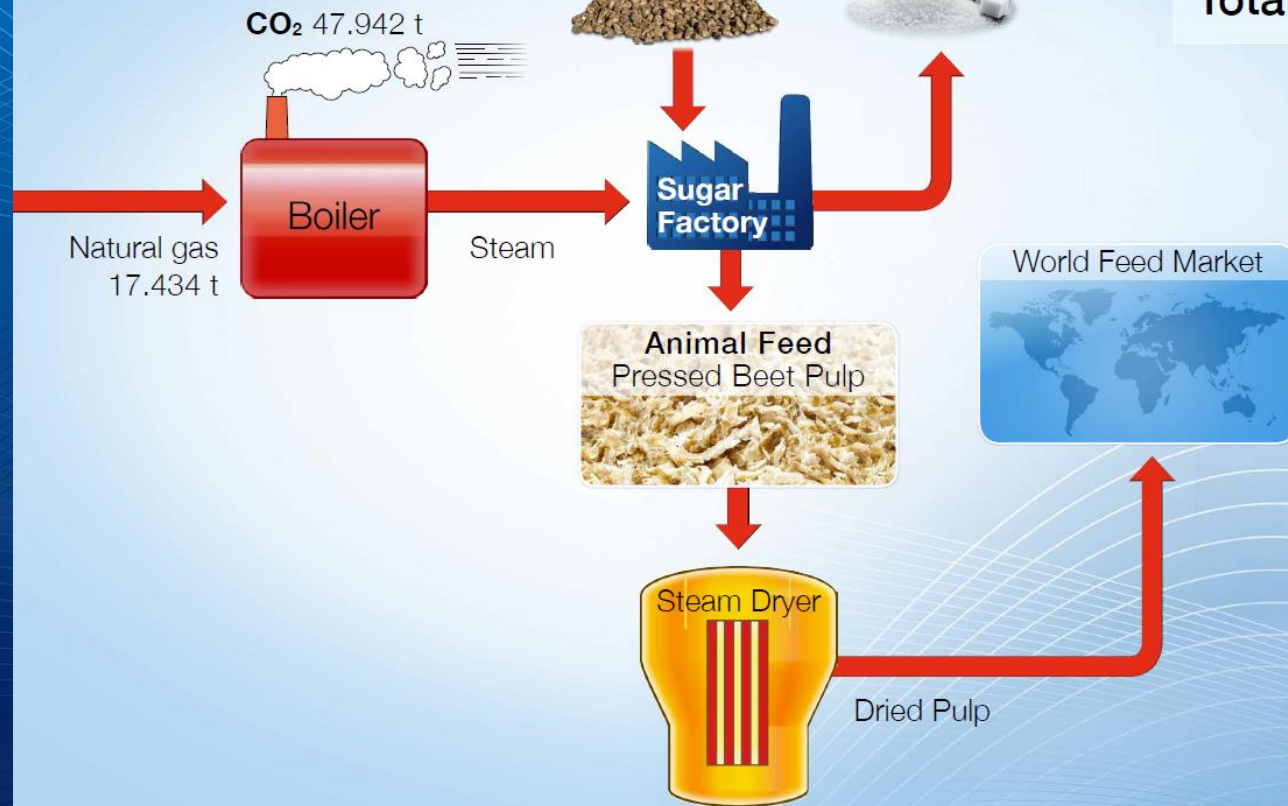


EnerDry A/S

CASE 2

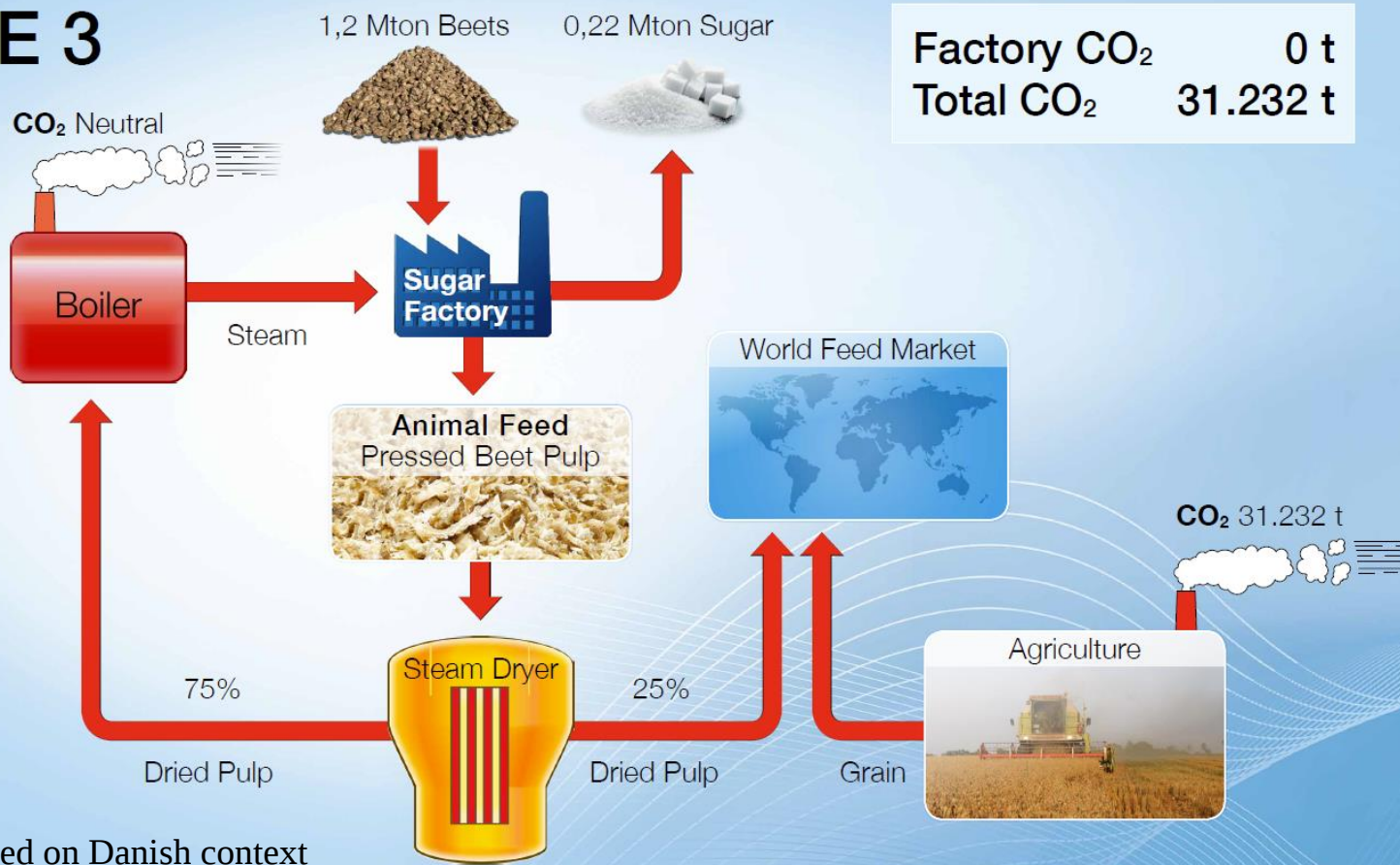
1,2 Mton Beets 0,22 Mton Sugar

Factory CO ₂	47.942 t
Total CO ₂	47.942 t



EnerDry A/S

CASE 3



*Figures based on Danish context



EnerDry A/S

Cost of CO₂ reduction

Steamdrying turn key investment



Investment \$12M

CO₂ saving 22.658 ton/year

Benefits: Fuel saving, no dust/VOC

Price for saved ton CO₂/year

\$530/ton/year

Wind Turbines



Project Rødsand Wind Park

Installed 207 MW.

Investment \$500M

Saved 700.000 ton CO₂ per year

\$714/ton/year

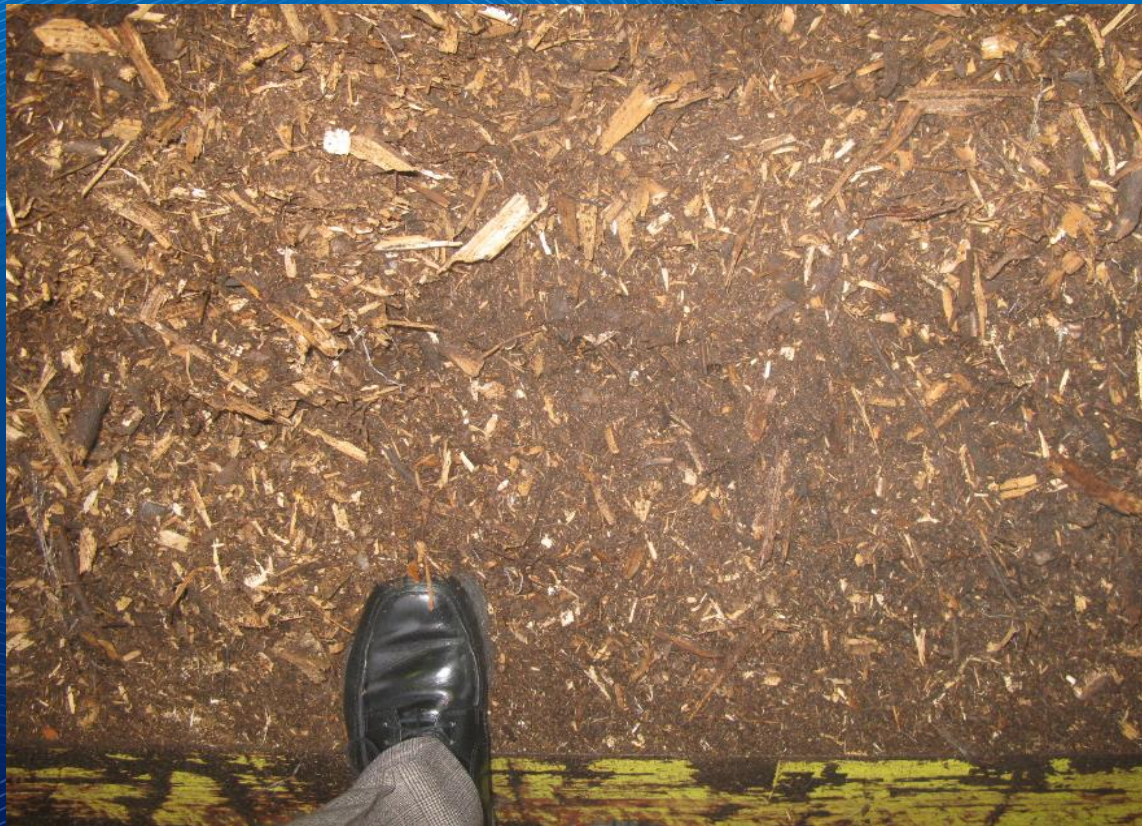
*Figures based on Danish context

Drying of other products than beet pulp



EnerDry A/S

Wood chips



EnerDry A/S

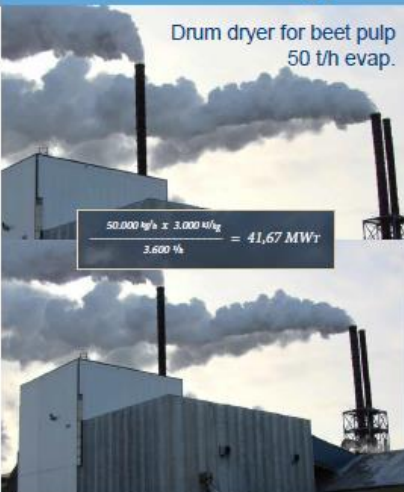
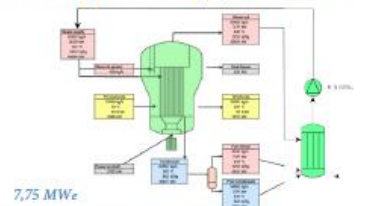
Distillers Grain



EnerDry A/S

Electrification:

Efficient replacement of fossil fuel with power

Old technology	Ratio	New technology
Drum dryer for beet pulp 50 t/h evap.  $\frac{50.000 \text{ kg/s} \times 3.000 \text{ kJ/kg}}{3.600 \text{ s}} = 41,67 \text{ MWe}$	1:20	Integrated Steam Dryer  Purchase 2 MWe
	1:5,4	Steam dryer for beet pulp with MVR  7,75 MWe
$\frac{14 \text{ km}^3/\text{l} \times 3,6 \text{ MJ}/\text{evap}}{0,75 \text{ kg/l} \times 42 \text{ MJ}/\text{kg}} = 1,6 \text{ km}^3/\text{kwh}$ Fossil car 	1:3,5	Electrical car  5,6 km/kwh
3 kWh gas for heating  Gas furnace	1:3	Residential heat pump  1 kWh electricity for heating

Conclusion

- The EnerDry Steam Drying technology is a well know technology that has been available for many years
- Cheap CO₂ reduction
- Can be applied for other product, such as wood chips or distillers grain
- If no recipient it can be operated by electricity

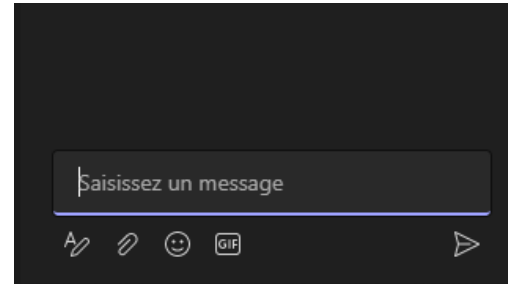
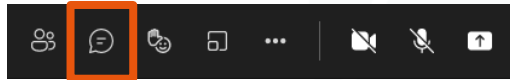


**Thank you for your
attention!**



EnerDry A/S

Please ask your questions



III – Voies de récupération de chaleur

Schéma - Les voies de récupération de chaleur

Exemple de fiche technologie

Schéma – Priorisation du type d'échangeur par fluides

TYPE D'UTILISATION DE LA CHALEUR

MOYEN DE VALORISATION DE LA CHALEUR

CHANGEMENT DE VECTEUR ÉNERGETIQUE OU DE QUALITÉ



Chaleur Fatale

Utilisation directe*

Utilisation indirecte

Échangeurs à plaques	9
Échangeurs tubulaires	9
Échangeurs à contact direct	9

Voie 1 : Valorisation du fluide primaire sur un procédé



Stockage

Voie 2 : Modification de la température / pression du fluide primaire

Recompression mécanique	9
Éjecto-compresseur	9



Stockage

Voie 3 : Valorisation du fluide secondaire sur un procédé



Stockage

Conversion de la chaleur
Changement de qualité de chaleur

Voie 4 : Modification de la température / pression du fluide secondaire

Pompe à chaleur à compression ou à absorption	9
Thermotransformateur à absorption	9
Recompression mécanique	9
Éjecto-compresseur	9



Stockage

Voie 5 : Conversion du fluide secondaire en froid

Groupe froid à absorption / adsorption	9
Éjecto-compresseur	9
Thermoacoustique	?



Stockage

Voie 6 : Conversion du fluide secondaire en énergie mécanique

Entrainement en direct	
Conversion en Électricité par turbine (Cycles thermodynamiques : Hirn, Rankine, etc.)	9
Conversion en air comprimé	9

Voie 7 : Conversion du fluide secondaire en énergie électrique

Thermoélectricité	9
-------------------	---

TRL

* Cas moins courant mais très efficace

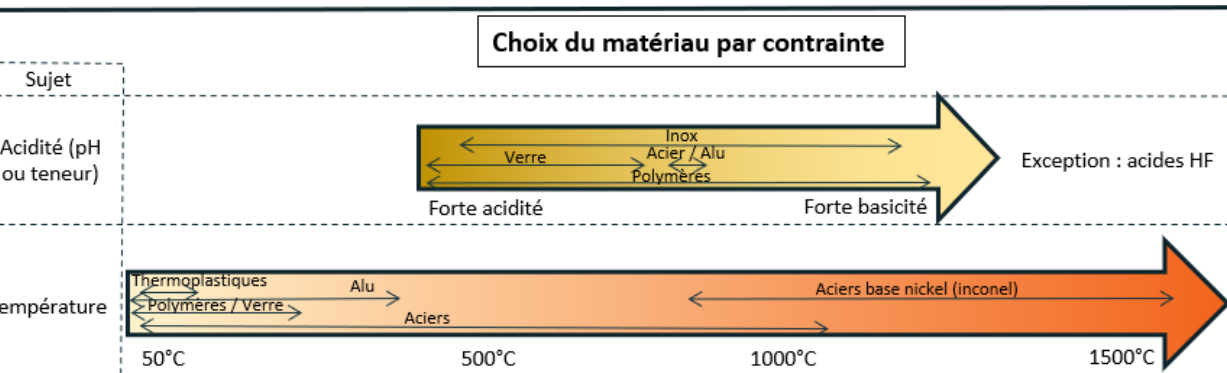
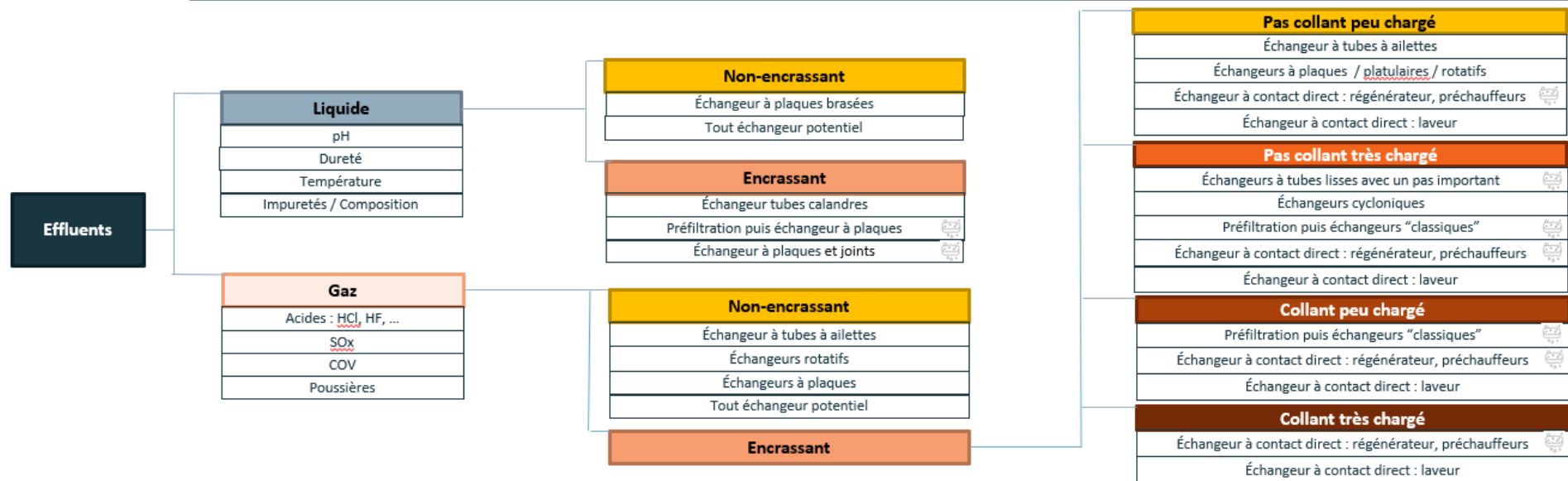
NOTA : ce schéma présente des voies technologiques classiques, d'autres voies peuvent être trouvées selon les contraintes de sites

Un exemple de fiche technologie

Le stockage sensible de chaleur

- L'eau est le fluide caloporteur le + présent en industrie et avec une grosse capacité calorifique (capacité de stockage)
- Beaucoup de systèmes utilisent le vecteur eau comme fluide caloporteur
- Il est courant qu'un déphasage soit constaté entre le besoin de chaleur et la production de cette dernière, rendant le stockage de chaleur nécessaire pour assurer cette absence de simultanéité
- Le stockage d'eau a l'avantage d'être intéressant financièrement et relativement compact

	Fiche technologie STOCKAGE PAR CHALEUR SENSIBLE	
http://www.recuperation-chaleur.fr/stockage-chaleur-sensible		
Description La chaleur sensible est l'énergie thermique transférée à un corps sans que son état et/ou sa phase ne change. Le stockage va consister à chauffer ou refroidir le fluide caloporteur (par la chaleur fatale disponible) qui va ensuite être stocké dans la plupart des cas dans un ballon ou une bache isolée. Pour des niveaux de température inférieurs à 110°C, l'eau chaude est le fluide caloporteur le plus utilisé pour des raisons économique, technique, sécuritaire, réglementaire, et de disponibilité immédiate pour remplissage. Au delà de 110 °C, on peut utiliser de l'eau surchauffée sous pression, même si cela implique des contraintes fortes avec le respect de la DESP. D'autres corps comme les huiles organiques par exemple permettent de réaliser ce stockage à ce niveau de température et peuvent atteindre respectivement 350 et 800 °C (le sodium sur Superphénix).		
Caractéristiques		
Maturité TRL 9 - Systèmes matures utilisés industriellement Équipement concerné Ballon / bache de stockage Application type Stockage de chaleur fatale récupérée / froid Stockage d'énergie solaire Lissage de la production pour des procédés batch Matériaux Acier / inox principalement pour de l'eau Matériaux adaptés aux fluides si autres fluides utilisés Usages concernés Chaud : réseau de chaleur, usine utilisant des procédés non continus (eau chaude process), chauffage, stockage d'eau surchauffée pour de la production de vapeur flash Froid : froid process par exemple agroalimentaire (laiteries, ...), climatisation		
Limite de fonctionnement		Fabricants
Type	Eau Eau surchauffée Huiles	♣ LACAZE ENERGIES ♣ Etc.
Température (°C)	< 110°C < 250°C < 800°C	♣ PIERRE GUERIN SAS
Pression (bar)	<10 bar < 50 bar	♣ LE GARREC SAS
Avantages		Inconvénients
► Pallie l'absence de simultanéité entre la production et la demande ► Permet d'optimiser la production en lissant les puissances appelées		► Encombrement ► Pertes thermiques potentielles
Retours d'expérience disponibles		
Dalkia : stockage en cuve de Miroir des énergies à Brest avec une capacité de stockage de 2 500 MWh/an. Il a permis d'éviter 12 700 tonnes de CO2 sur 20 ans Biomax / CCIAG : 3 cuves de 200 m3 d'eau surchauffée pour lisser les besoins de stockage du Réseau de		
Chaleur industrielle : potentiel de déploiement des projets	Chaleur Urbain de Grenoble	43



Remarques sur le schéma

Ce schéma présente une priorisation classique, et n'a pas vocation à être exhaustive, ni à remplacer l'expertise de fournisseurs d'échangeurs ainsi que les tests en conditions parfois nécessaires pour préfigurer de l'encrassement

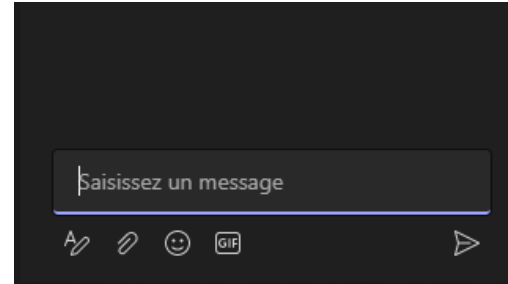
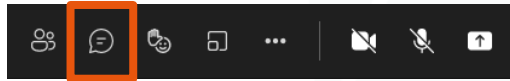
Il est considéré que le fluide secondaire est de l'eau, cela peut être de l'air

⚠ Contraintes sanitaires dans l'agroalimentaire
Contraintes QSE dans certains secteurs (chimie, pharmaceutique, ...)

Légende

⚠ Potentielle nécessité de laver l'échangeur par un système de Nettoyage En Place air comprimé, vapeur, grenailage ou eau chaude par exemple

Nous répondrons à vos questions avec plaisir



Intervention de la société CLAUGER
Ensemblier et fabricant d'échangeur cyclonique
Récupération de chaleur sur des effluents encrassés



Webinaire sur la récupération de chaleur industrielle le 17/01/2023

Sujet :

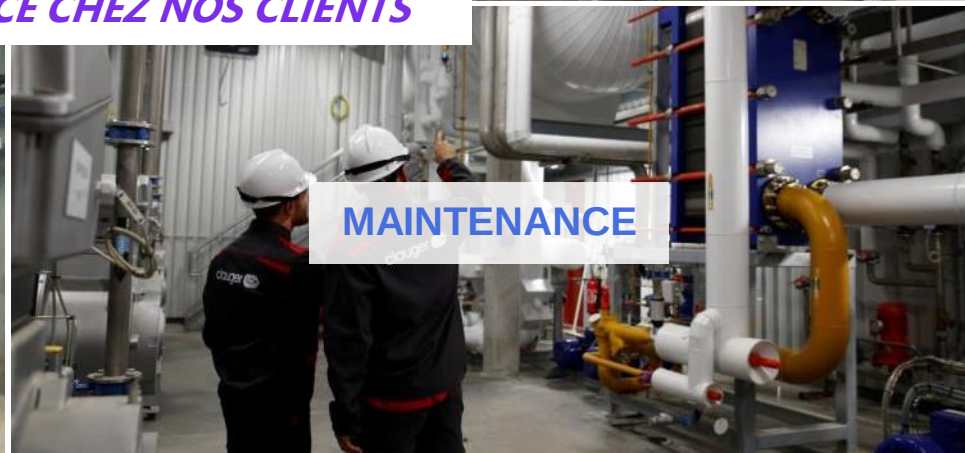
VALORISATION DE CHALEUR FATALE SUR SECHEURS DE CEREALES



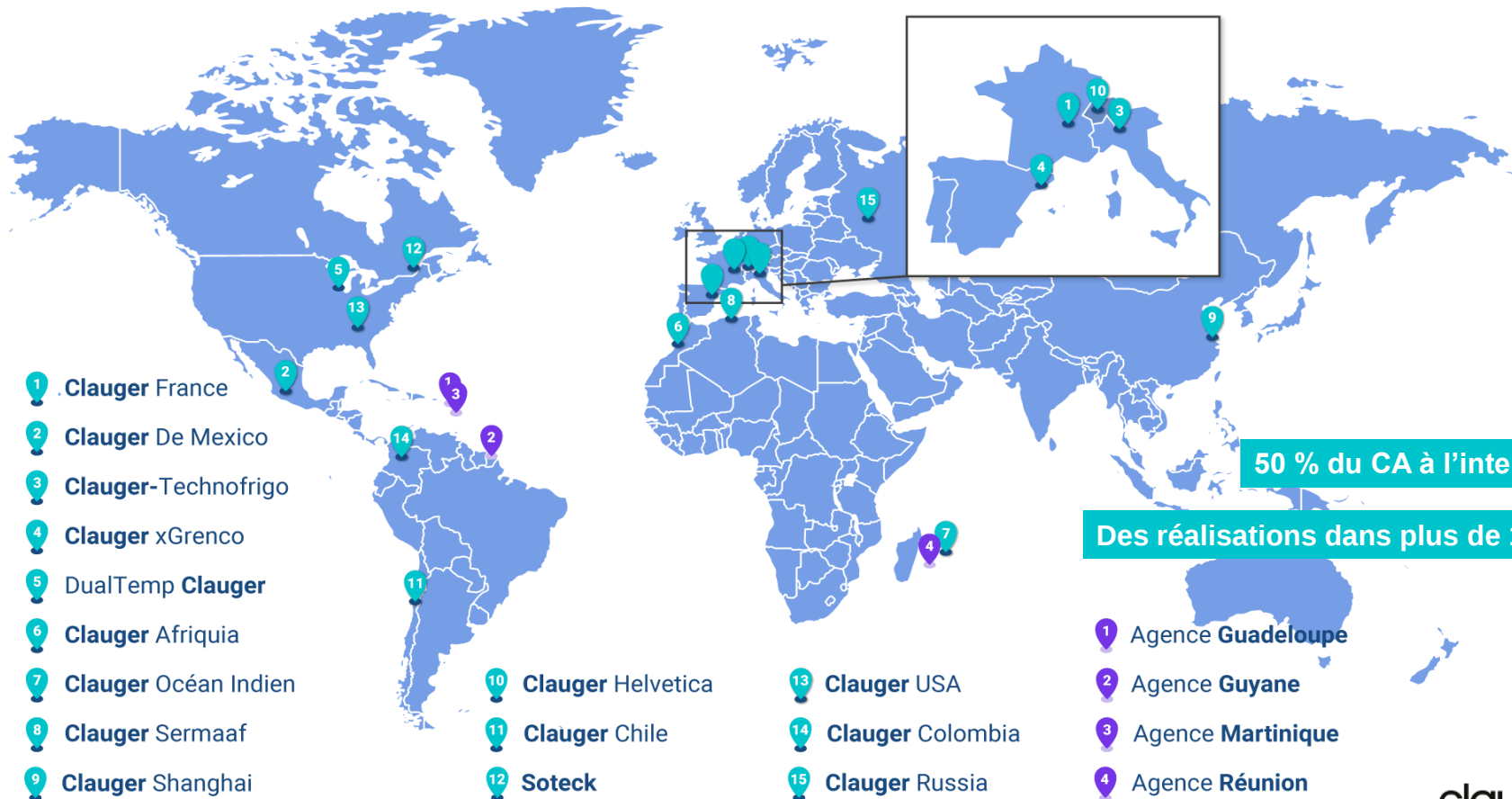
DES SPÉCIALISTES MÉTIERS



CRÉER LA DIFFÉRENCE CHEZ NOS CLIENTS

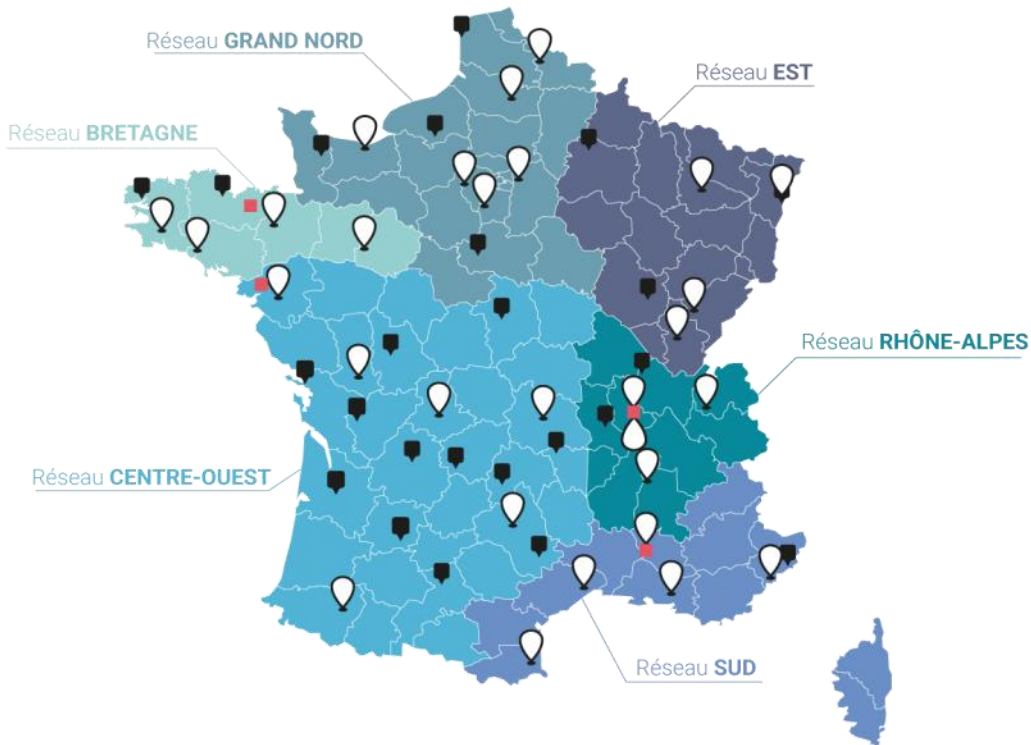


NOS IMPLANTATIONS



NOS IMPLANTATIONS

6 RÉSEAUX RÉGIONAUX & UNE CINQUANTAINES D'AGENCES DE PROXIMITÉ



Une démarche d'accompagnement au quotidien au plus près du client

- Conseil
- Service
- Expertise
- Installation

Intervention en moins de 2 heures

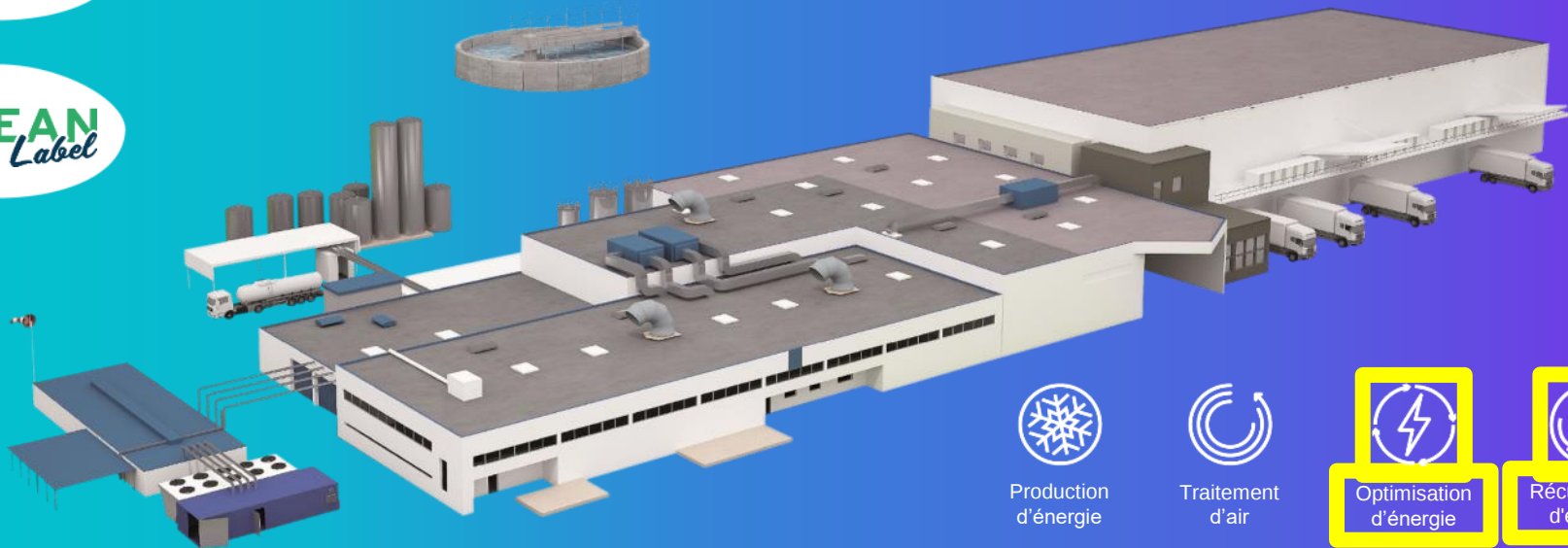
- 24h/24 et 7j/7



UNE EXPERTISE 360° DU SITE INDUSTRIEL

GREEN
Label

CLEAN
Label



Production
d'énergie



Traitement
d'air



Optimisation
d'énergie



Récupération
d'énergie



Panneaux
isotherme
s



Fluides de
process



Automatisme



Dépollution
rejets
atmosphériques



Dépoussiérage
industriel

ENJEUX SPÉCIFIQUES DU STOCKAGE CEREALES

Cas du maïs – Colza – Soja -

- La céréale est récoltée avec un taux d'humidité élevé ne permettant pas sa conservation en l'état.
- La Céréale doit être :
 - Nettoyée des impuretés
 - Séchée (bruleurs gaz tout air neuf)
 - Pré-Refroidie (free-cooling)
 - Mise en silo et refroidie (température de stabilisation < 10°C)
- C'est un produit organique fragile sujet a :
 - Détérioration (moisissures, mycotoxines,...) => pesticides
 - Infestation (rongeurs et insectes ravageurs) => pesticides
 - Or les clients ne veulent pas de traces de pesticides dans leurs produits alimentaires !
- Il doit être traité rapidement après récolte
 - Les fenêtres météo sont courtes
 - Les moissonneuses sont de + en plus grosses
 - La puissance instantanée des séchoirs est très importante (...risque de site PNAQ)
 - Le prix du gaz est soumis aux aléas géopolitiques 



INSTALLATION TYPE DE SÉCHAGE INDUSTRIEL

Site Oxyane à Mâcon - 71



Le séchoir à grains en chiffres :

2 brûleurs gaz de 8 MW (chauffer l'air extérieur de 10°C à 80/110°C)

480 kW électrique de ventilation

360 000 m3/h d'air chargé (particules), tiède et humide rejetés à l'atmosphère

500 heures par an seulement d'utilisation => soit 6% du temps = 3 semaines H24

16 Tonnes H2O évaporée /h

70 Tonnes maïs séché /h

L'idée économique :

Récupérer la chaleur contenue dans l'air humide issu du séchage

Transférer cette chaleur en amont des brûleurs => préchauffage => Conso gaz.

Les risques :

Encrassement des échangeurs => Risque de récupération altérée + conso élec.

Le cout global (démontage + extension du séchoir + installation neuve)

Le ROI (années) rapporté à l'économie d'énergie acquise sur 3 semaines de travail

Pas d'aides au financement => ni fiche CEE



ni Fond Chaleur



!!!

INITIAL

MODIFIE face



L'ÉCHANGEUR CYCLONIQUE AIRECO® UTILISÉ

360 000 m³/h => 20 échangeurs de 20 000 m³/h unitaire répartis sur la surface de rejet d'air



AIRECO EXCHANGER PRINCIPLE THE CYCLONIC SEPARATOR – CONDENSER

Doit toujours travailler en voie humide donc en refroidissant sous le point de rosée

Permet entre autre le lavage partiel de l'échangeur par les condensas et surtout la récupération d'énergie liée au changement d'état (latent)!
En parallèle cet échangeur sépare par centrifugation l'eau et les particules.

-
- 1 – Tangential high speeds air inlet
 - 2 – No fins heat exchanger in stainless steel
 - 3 - Centrifugation of the air (dust) + condensation of moisture
 - 4 – Separation and recovery of particles and condensate on external walls.
Flow downwards by gravity.
 - 5 - Drain
 - 6 – Clean air goes up in the chimney
 - 7 – Fan wheel (when necessary, not in grain dryers)
7 - blowing plenum or direct outlet
 - 8 – Air outlet (when plenum used)

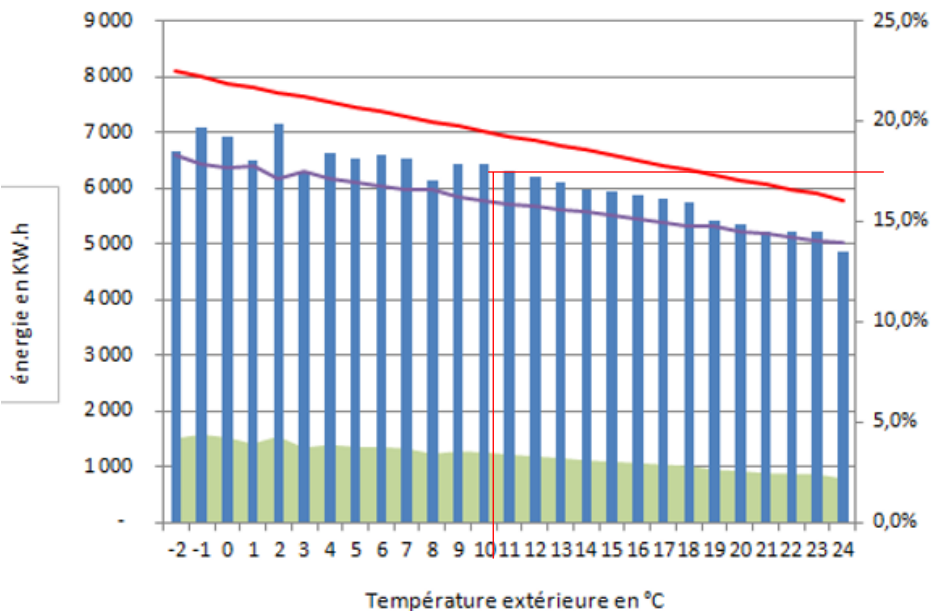
Les appareils sont équipé d'un nettoyage en place pour garantir le rendement d'échange.

Les déchets collectés seront épandus (amendement organique).

L'eau des condensas est renvoyée en STEP

GAINS ATTENDUSET OBTENUS

Exemple d'économie réalisée sur un séchoir selon T°C ext.



En pratique :

Le gain énergétique sur le flux de rejet (avec changement d'état = chaleur latente) est limité par la capacité de restitution en amont du brûleur (chaleur sensible seulement) !!



Afin de valoriser au mieux :

Il a été décidé de faire une 2^{ème} restitution d'énergie, en série après la 1^{ère}, comme un sous-refroidissement.

La 2^{ème} restitution se fait sur un autre séchoir, mitoyen et à fonctionnement concomitant.

Pour le prix d'un échangeur intégré et d'un peu de tuyauterie on reprend environ 7 à 8 % de gains en sus.

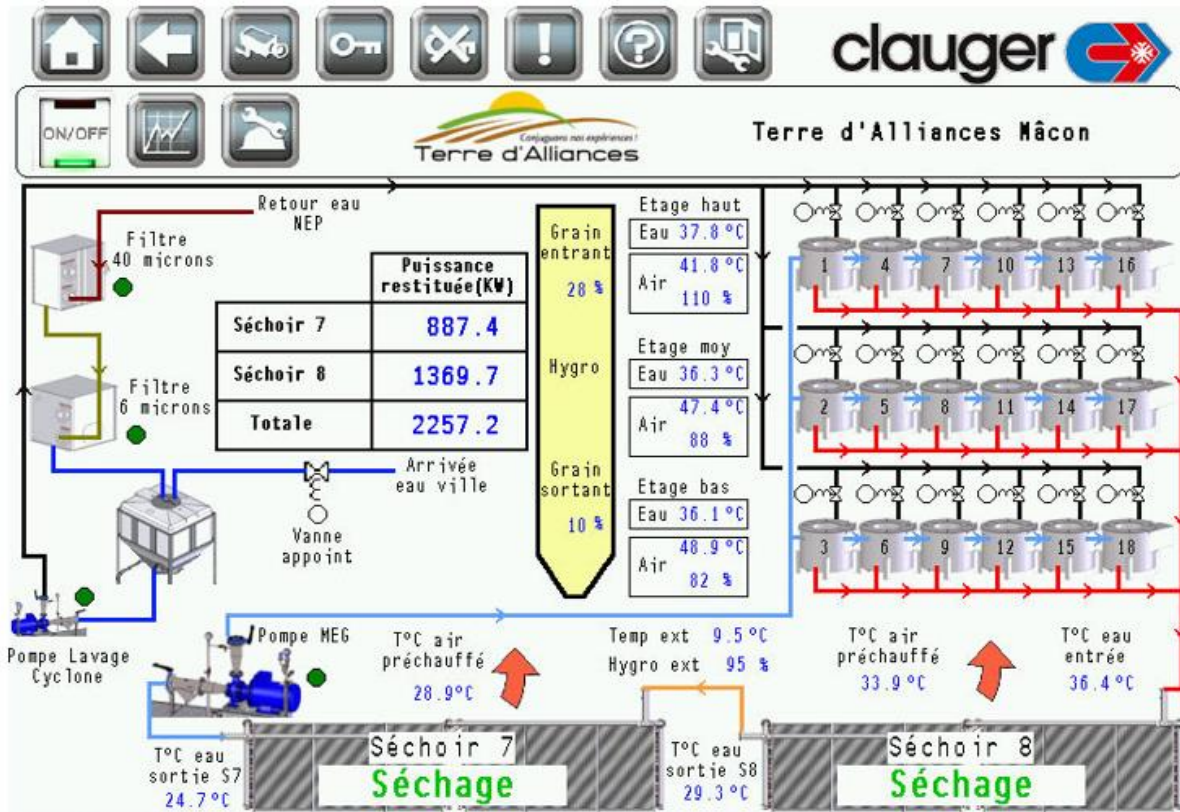
Au final :

A 10°C (condition moyenne de base) le gain :

- De base = +/- 17 % 2/3
- Complémentaire = + 8% 1/3
- Global = +/- 25%



INSTALLATION CONNECTÉE

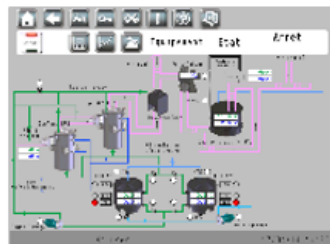


Automate type Siemens – Scheider - Allen Bradley avec IHM:

- Installation riche en comptage et mesures
- Matériel connecté (via Web ou 4G)
- Possibilité de prise en main distante
- Table de données natives et calculées remonté sur nos serveurs (Protection des données ISO 27 001)
- Outils d'analyse automatiques (IPE)
- Suivi des fonctionnements et des dérives (alarmes / Web & SMS)
- Plans d'action
- Plans de progrès
- IA en auto-apprentissage
- Etc...

SUIVI DES PERFORMANCES ET OPTIMISATION DE L'UNITÉ CONNECTÉE

Myportal3E by Clauger 1/2



✓ FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION



Clauger, accompagne ses clients dans le suivi et l'optimisation d'installations de dépollution d'air neuves ou existantes.

Audit de terrain : techniciens spécialisés, 150 k€ de matériels de métrologie au pôle environnement Clauger.

Suivi et optimisation en continu : performances / rendement épuratoire, consommables, fonctionnement des principaux organes, taux de disponibilité, consommation d'énergie, opérations de maintenance.

Objectifs : Valoriser et optimiser le traitement mis en place (OPEX, efficacité énergétique et environnementale, démarche RSE)

- La gamme **Air Control Visual** (ACV Clauger) est spécialement conçue pour toutes les applications de maîtrise des procédés en particulier pour assurer le pilotage d'installations
- Conçue pour accompagner :
 - Les responsables et opérateurs de production à piloter leurs outils de fabrication,
 - Le service maintenance à assurer la fiabilité.

SUIVI DES PERFORMANCES ET OPTIMISATION DE L'UNITÉ CONNECTÉE

Myportal3E by Clauger 2/2

Objectif N°3 - Valoriser le traitement mis en place :

- Gain d'argent : Economie OPEX
- Efficacité énergétique : Diminuer l'empreinte énergétique
- Efficacité environnementale : Diminuer l'empreinte environnementale
- Gain d'image pour l'industriel : Communiquer sur les actions mises en place et leurs suivies en continu



Objectif N°4 - La maîtrise d'ouvrage et la maintenance en travaillant sur

- La réduction des consommables (eau, produits chimiques, énergie, etc.)
- La diminution des volumes de traitement des rejets
- L'optimisation des débits d'air en fonction des besoins de la production
- Le suivi en continu de la maintenance : audits de terrain-expertises - alertes qualité
- Consolidation annuelle des données et proposition d'amélioration du système



- Objectifs :
 - Taux de dispo.
 - Efficacité maxi.
 - E-Maintenance
- => Réduction OPEX



7 rue de l'Industrie
69530 Brignais – France
Tél. +33 (0)4 72 31 52 00

Votre contact:

Louis Goutte +33 (0)6 70 03 17 52

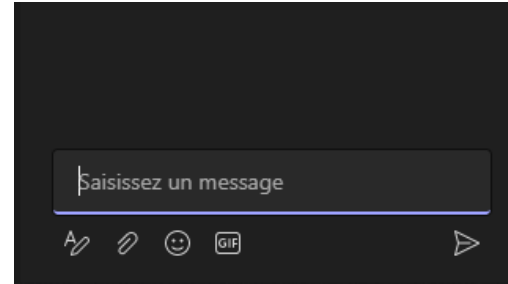
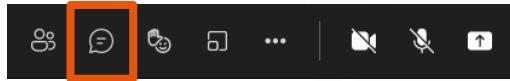
lgoutte@clauger.fr

www.clauger.fr

SUIVEZ NOTRE ACTUALITÉ



Nous répondrons à vos questions avec plaisir



IV – Recommandations à destination des filières

Objectif : favoriser le déploiement de projets de valorisation de chaleur industrielle

Facteurs influents principaux identifiés pendant les entretiens

- Coût des énergies / Part de l'énergie dans le CA
- Accès aux aides et subventions
 - => Temps de Retour sur Investissement
- Compétences nécessaires à disposition et gestion des contraintes (simultanéité, stockages, niveaux de pression / température)
- Cobénéfices des projets
- Formation des équipes aux enjeux énergétiques
- Nombre d'heures de fonctionnement de l'usine

Bonnes pratiques pour la mise en œuvre des projets

- **Bonnes pratiques méthodologiques :**
 - S'appuyer sur **la méthodologie créée** dans l'étude pour donner des outils techniques et des ordres de priorité sur les sujets de chaleur industrielle
 - Poursuite du travail technique **de priorisation des actions** pour décarboner l'industrie afin de créer une méthodologie globale à destination des porteurs de projets
- **Bonnes pratiques de conduite du changement :**
 - **Conception** du projet **en collaboration** avec les équipes d'exploitation / maintenance
 - **Accompagner le changement** pour les exploitants et mainteneurs
 - Identifier les éventuelles surcharges de travail générées
 - **Former** les équipes d'exploitation aux enjeux de la récupération d'énergie
 - Avoir des **relais** « ambassadeurs » de la maîtrise de l'énergie
 - **Intéresser** les personnels aux gains liés aux économies d'énergie

Travailler à une amélioration de la rentabilité des projets

- **Faciliter économiquement**

- Mise en place de **mécanismes incitatifs** sur les prix de l'énergie pour pousser à réduire la consommation énergétique
- Dériskuer les projets et sécuriser les TRI par une **visibilité accrue sur les prix de l'énergie** à long terme
- Augmenter les plages de Temps de Retour sur Investissement acceptables

- **Valoriser les cobénéfices**

- Identifier les **cobénéfices** des projets de valorisation de chaleur industrielle : traitement d'odeurs, traitement de fumées, réutilisation potentielle de l'eau condensée, revente de chaleur sur Réseau de Chaleur Urbain

- **Simplifier l'accès aux aides**

- Simplifier via la mise en place d'un **guichet unique** regroupant toutes les aides départementales, régionales, françaises et européennes

Travailler avec les filières pour accélérer le déploiement des projets de récupération

- Définir des références en termes de performances énergétiques
 - Définition des **Énergies Minimales Requises** pour chaque procédé industriel pour définir le cap
 - Intégrer des contraintes d'**efficacité énergétique dès la conception des machines**, opérations unitaires, équipements, procédés et des industries plus généralement
 - Concevoir les nouvelles usines et les machines de manière performante **en intégrant des énergéticiens dès les phases amont**
 - Intégrer une **analyse en coût global** informative pour l'achat des matériels
 - Diminuer les niveaux de température et de pression (besoins exergetiques) des usages de la chaleur
 - Intégrer toutes les sources de chaleur fatale y compris les **cogénérations**

Travailler avec les filières pour accélérer le déploiement des projets de récupération

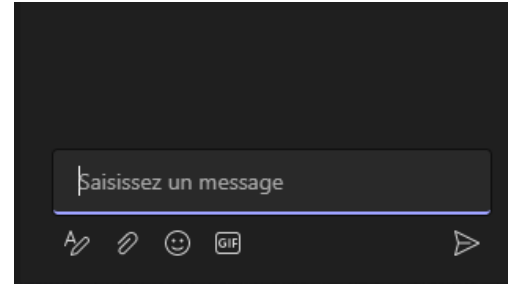
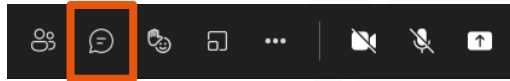
- **Montée en compétence**

- Réaliser et **diffuser les méthodologies** pour le secteur de la maîtrise de l'énergie
- Promouvoir les **formations sur les bonnes pratiques énergétiques**
- Promouvoir les **technologies d'avenir** : Compression Mécanique de Vapeur, échangeurs air/air, échangeurs en direct, séchage par Vapeur d'Eau Surchauffée, stockages d'eau tampon, réseaux d'eau tempérée, ...

- **Favoriser les collaborations**

- **Traiteurs de fumées et énergéticiens** => la récupération de chaleur au service du traitement de fumées
- **Énergéticiens et automaticiens** => intégrer des Indicateurs de Performance Énergétique (IPE) et des alarmes sur les problématiques process impliquant de l'inefficacité (taux de retour condensats bas, baisse IPE, ...)
- **Énergéticiens et techniciens d'exploitation** => favoriser les bonnes pratiques dans l'exploitation quotidienne des installations
- **Industriels et exploitants de réseaux de chaleur** => favoriser les récupérations de chaleur fatale

Nous répondrons à vos questions avec plaisir



Intervention de Marc CLAUSSE

Professeur des Universités – INSA Lyon

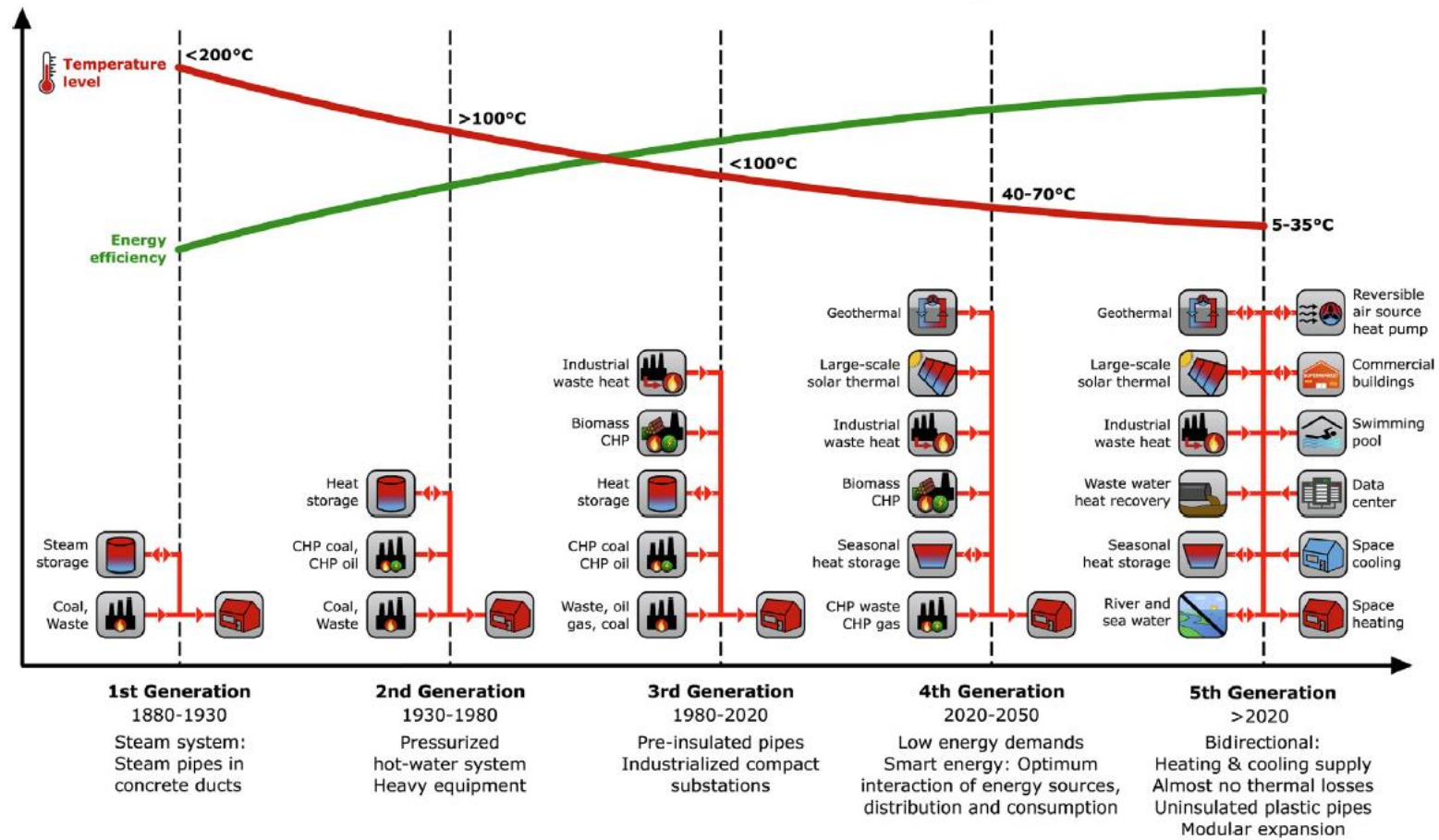
Les réseaux de chaleur de 4^{ème} et 5^{ème} génération :
Une voie de valorisation de la chaleur fatale

Chaleur fatale industrielle et réseau de chaleur 5G

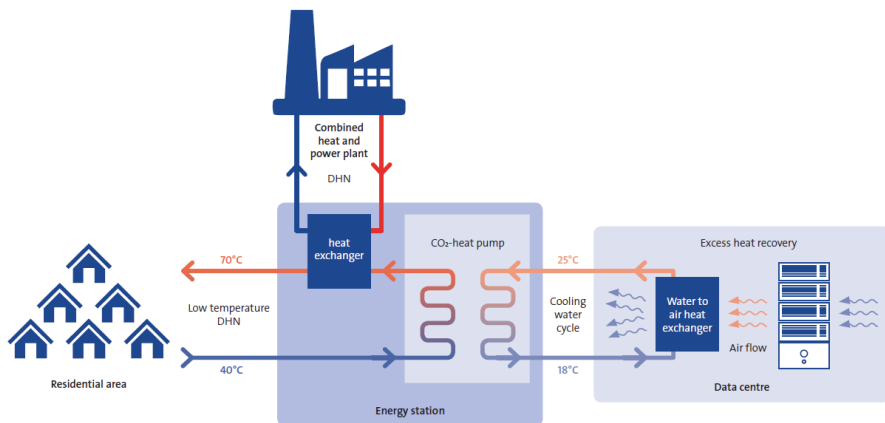
Marc CLAUSE

marc.clausse@insa-lyon.fr

Evolution of District Heating



EXEMPLE DE RÉSEAUX 4G



LT4GDH, Brunswick (UK), commissioning (2021)

- Base couverte par récupération sur Datacenter
- Pointe avec cogé



PAC HT du RCU de Rødskær (DK)

Installed heat capacity: 1600 kW

Heat source: Low temperature industrial waste water (22-25 °C from Dairy Industry)

Heat demand: 38 -> 52 -> 70 °C (2st HP)

Heat pump COP: 4.6

Production: 6500 MWh per year (40-45% of the demand)

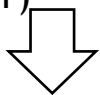
Investment cost: €1.8 M (grants of € 320,000)

Payback period: 7 years

EXEMPLE DE RÉSEAUX 5G

Différences 4G/5G peu tranchées

- Boucles chaudes et froides couplées
- Températures « + basses » pour le chaud et « + hautes » pour le froid
- Power-to-heat / Heat-to-Power (stockage HT)

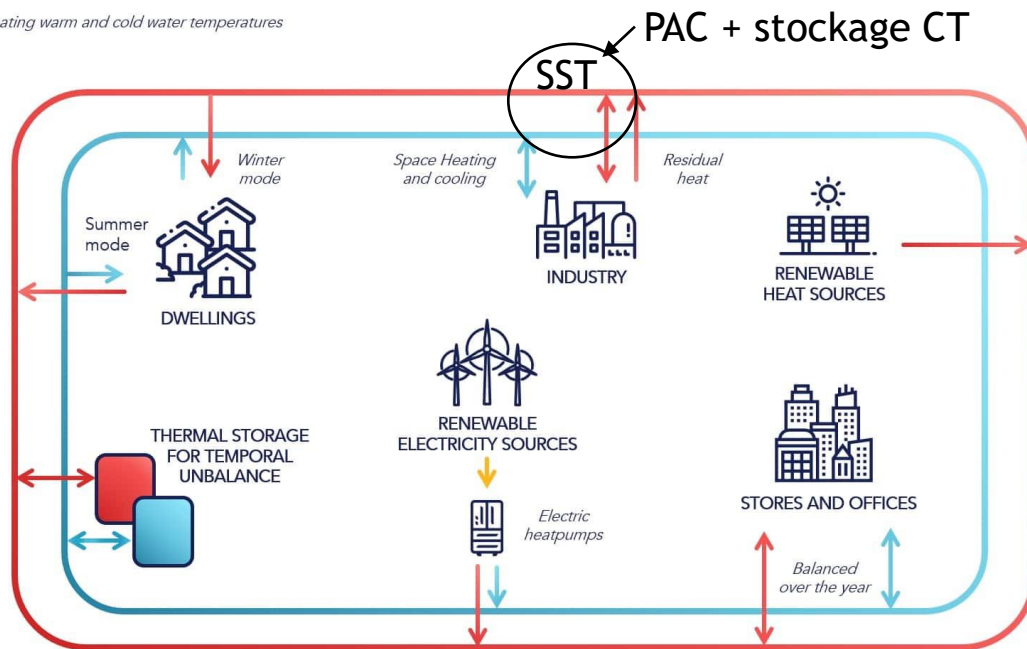


Objectif principal :

- T proches ambiante
- Profiter du foisonnement/complémentarité demande chaud/froid (acteurs multiples)
- Réseau auto-équilibré avec correction minimal (en général par une PAC centralisée et/ou stockage) + pilotage par la demande



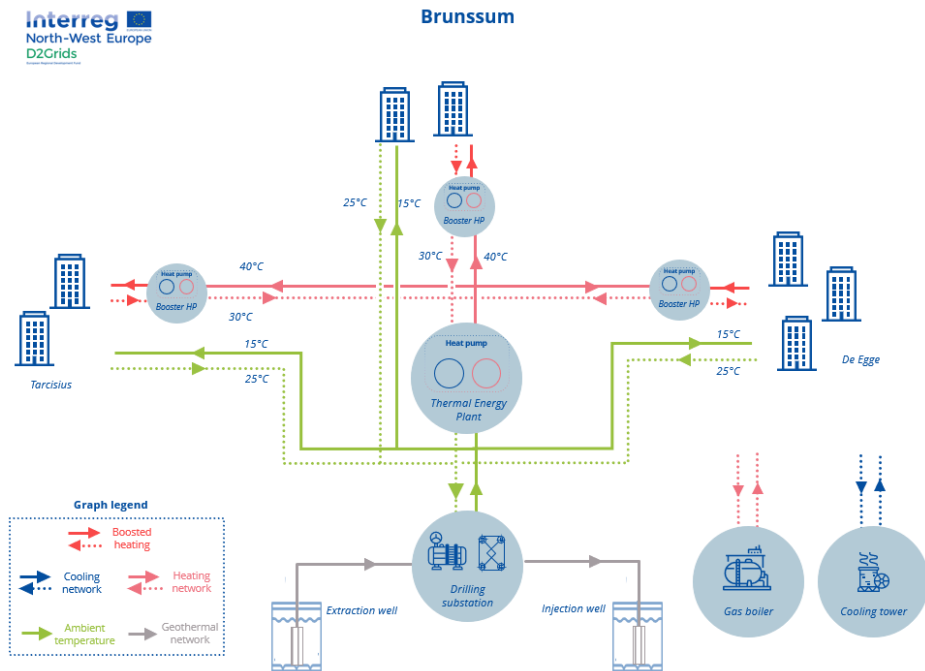
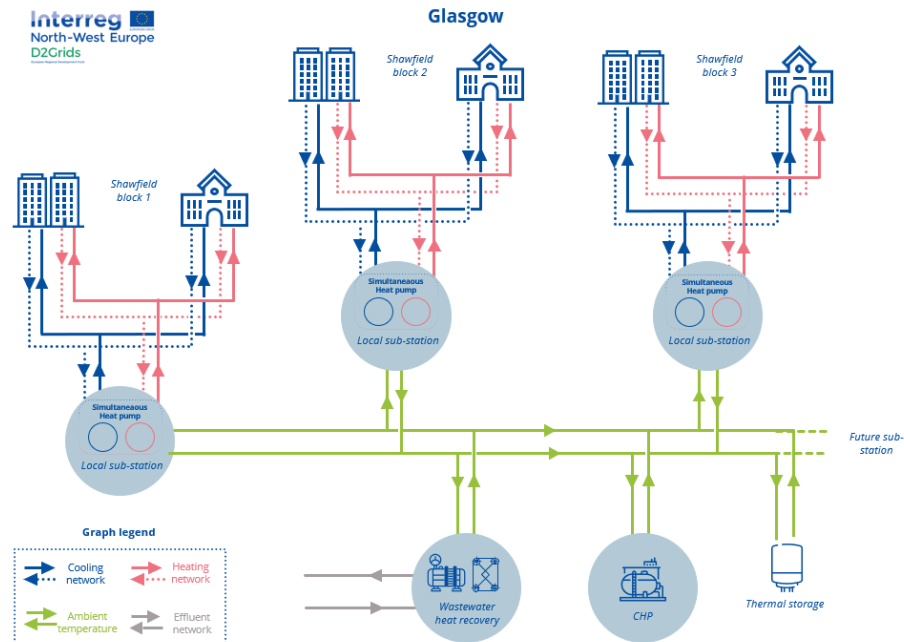
Floating warm and cold water temperatures



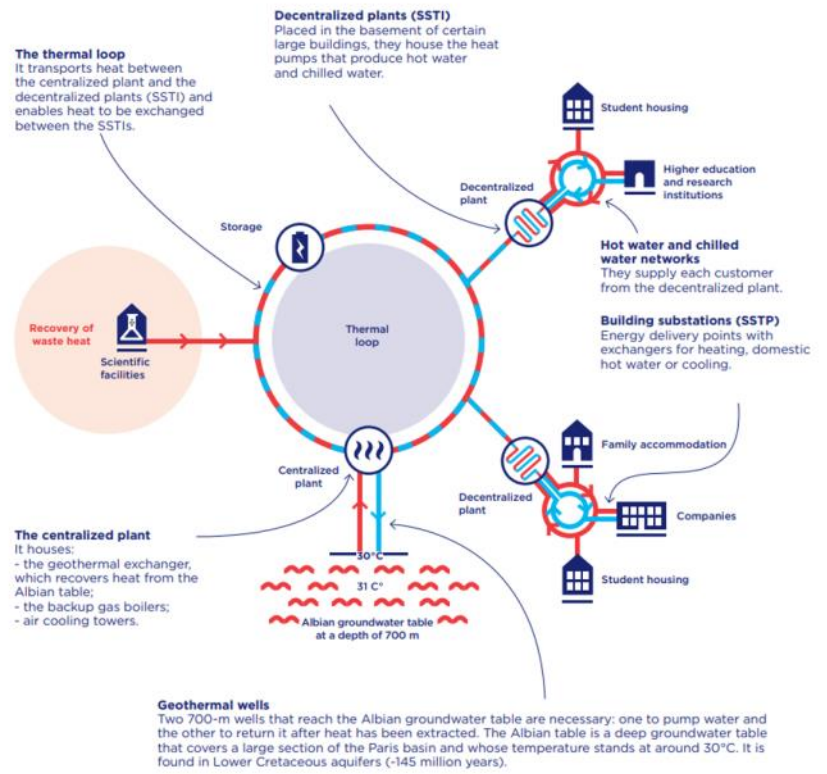
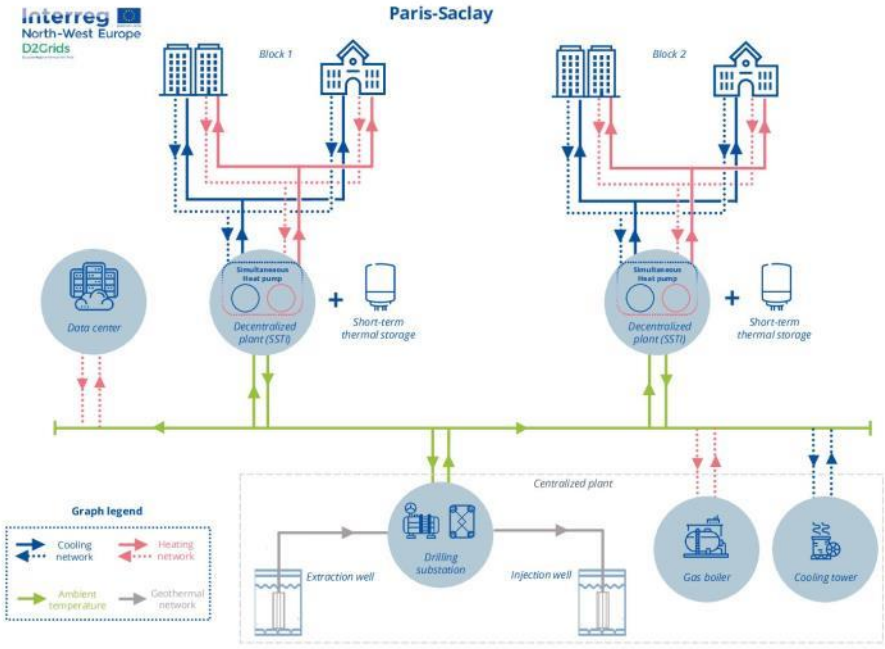
<https://5gdhc.eu/5gdhc-in-short/>

EXEMPLE DE RÉSEAUX 5G

- Premiers demonstrateurs rentrent en production 2022/2023
- Des architectures diverses -> adaptation au contexte local pour la recherche de l'auto-équilibrage

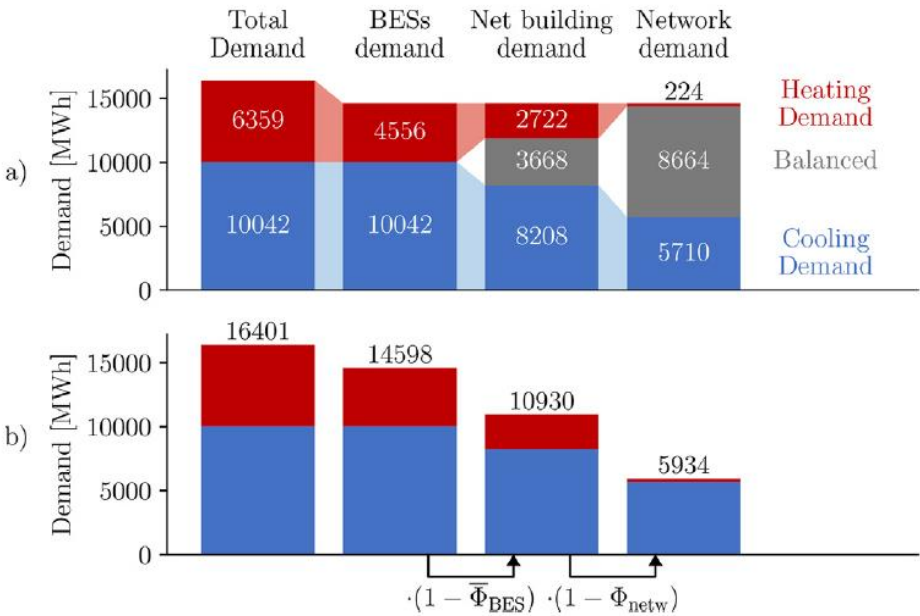
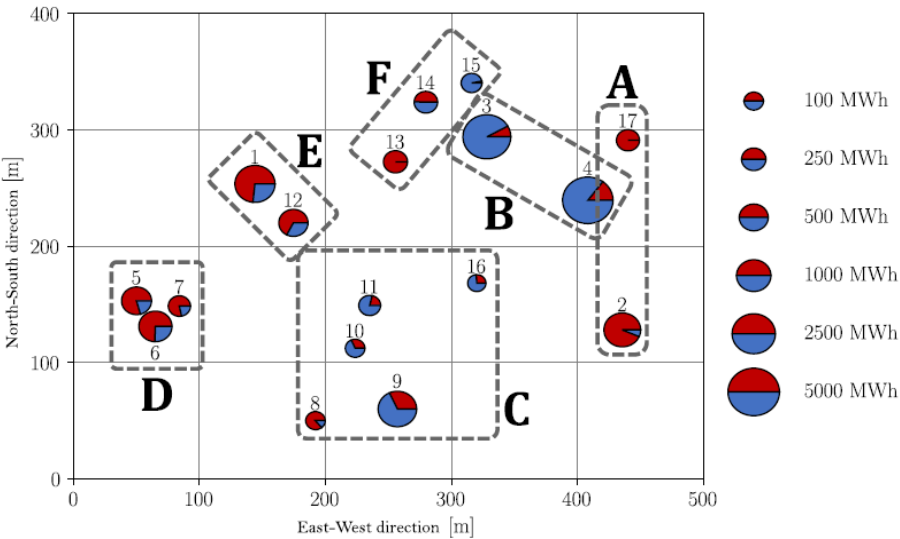


PARIS-SACLAY

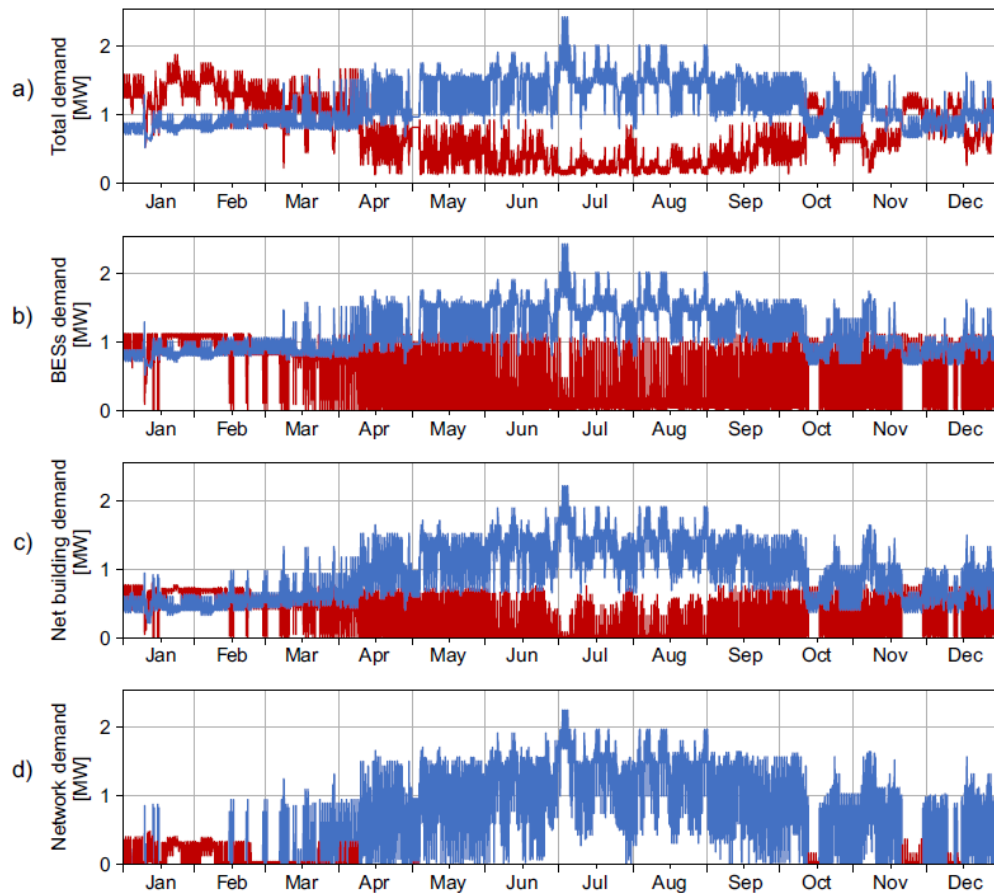


Verrous communs aux deux générations → adéquation demande/ressource

Exemple d'un centre de recherche avec deux Datacenter en B



Verrous communs aux deux générations → adéquation demande/ressource



Diminution des besoins
nets par intégration mais
attention à la variabilité !

Comment atteindre l'équilibre ?



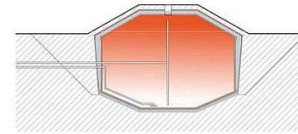
Optimisation conception + contrôle

- Méthodes avancées de conception optimale
 - Incertitudes
 - Schéma intégration en dynamique
 - Critères environnementaux (ACV)
- Contrôle prédictif
 - Pilotage de la demande
 - Gestion conflit entre producteurs (particulièrement sensible si nombreuses sources fatales)

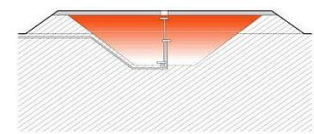
R&D interdisciplinaire Energie & Numérique

Stockage grande taille

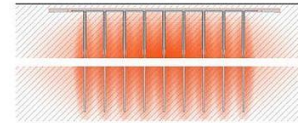
Tank thermal energy storage (TTES)
(60 to 80 kWh/m³)



Pit thermal energy storage (PTES)
(30 to 80 kWh/m³)



Borehole thermal energy storage
(BTES)
(15 to 30 kWh/m³)



Aquifer thermal energy storage
(ATES)
(30 to 40 kWh/m³)



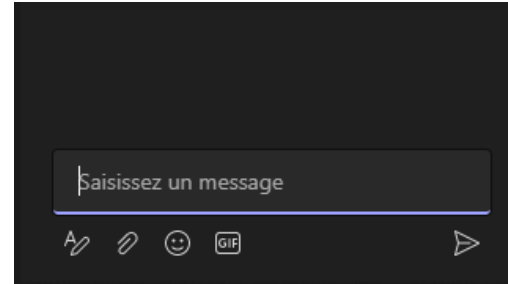
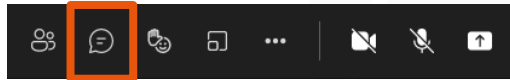
- Conception
- Contrôle
- Vieillessement
- REX ?

Projet Europe (H2020, Horizon Europe,...)



Merci pour votre attention

Nous répondrons à vos questions avec plaisir



Conclusions

- Un secteur qui a commencé à émerger dans la documentation en 2017
- Un bilan de projets réalisés en demi-teinte entre 2017 et 2020
- Un travail réalisé dans le présent projet :
 - Création de **méthodologie de maîtrise de l'énergie** en milieu industriel intégrant la chaleur industrielle dans son environnement
 - Définition de **voies de valorisation** de chaleur industrielle rassemblant les technologies disponibles
 - Vulgarisation technique pour faciliter la réalisation des projets avec **effluents encrassant**
 - **Fiches de Retours d'Expérience** de projets menés par des partenaires
 - **Fiches technologies** pour les systèmes jugés à hauts potentiels

Conclusions

- Des perspectives nombreuses :
 - Au niveau de la conduite des projets
 - Faciliter par des **méthodologies**
 - **Accompagner** le changement
 - Aux niveaux économique et financier
 - Le tissu industriel a besoin de **leviers de compétitivité** que la maîtrise de l'énergie apporte
 - La diminution des coûts liés à l'énergie est un **enjeu** de + en + **stratégique** pour l'industrie française
 - Au niveau des filières
 - **Diffuser** les notions de maîtrise de l'énergie en industrie pour assurer la **montée en compétences** sur ces sujets
 - Favoriser **les collaborations** et **approches transversales inter filières**

Actualités ALLICE

Animation de la communauté et valorisation de la filière

Calendrier 2023

Webinaire adhérents ALLICE	Webinaire adhérents ALLICE	Journée technique	Webinaire adhérents ALLICE	Webinaire adhérents ALLICE	Réunion adhérents ALLICE	Rencontre partenaire
17 janvier	31 janvier	2 février	23 février	16 mars	30 mars	4 avril
Récupération de chaleur industrielle : potentiel de déploiement des projets	Potentiel du solaire thermique dans l'industrie	Journée co- organisée avec AXELERA sur les solutions de décarbonation	Maintenance prévisionnelle	Décarbonation des procédés de cuisson et de séchage	Club PRIME Réunion plénière	Visite laboratoire Mines PSL - Sophia Antipolis
Webinaire adhérents ALLICE	Rencontre partenaire	Réunion adhérents ALLICE	Congrès ALLICE	Rencontre partenaire	Réunion adhérents ALLICE	Rencontre partenaire
25 avril	10-11 mai	6 juillet	19-20 Sept	7 nov	30 nov	12 déc
Solutions performantes de ventilation	MIX.E Salon du mix énergétique neutre	Club PRIME Réunion plénière	Congrès ALLICE	Journée Métrologie CFM	Club PRIME Réunion plénière Vote sujets 2024	Rencontre Ecotech Innovation Energie du PEXE

2e Congrès biennal : à vos agendas !



Mardi 19 et mercredi 20 septembre 2023
Aux Salons Hoche à Paris

