



Optimiser les coûts  
de production :  
les leviers d'une  
méthanisation rentable  
aujourd'hui et demain

Jeudi 25 mars 2021 – 14h / 15h30

Bio360 Week



# Introduction



- Modération - Mickael THOMAS – Méthatlantique

1. Les facteurs clés de rentabilité des projets candidatant aux nouveaux tarifs  
**Jérémie PRIAROLLO - SOLAGRO**
2. Les perspectives d'optimisation à moyen terme  
**Sylvain FRÉDÉRIC - CSF Nouveaux Systèmes Energétiques Axe Méthanisation**
3. Optimisation de la production biométhane & performance maintenance & électricité  
**Maxime BRISSAUD – CH4 PROCESS**
4. Une solution innovante pour l'exploitation et la maintenance prédictive  
**Matthieu PETERSCHMITT – ECO-ADAPT**
5. Témoignage d'un exploitant AAMF  
**Mauritz QUAACK – SAS BIOENERGIE DE LA BRIE**



# LES FACTEURS CLÉS DE RENTABILITÉ DES PROJETS CANDIDATANT AUX NOUVEAUX TARIFS

Bio360

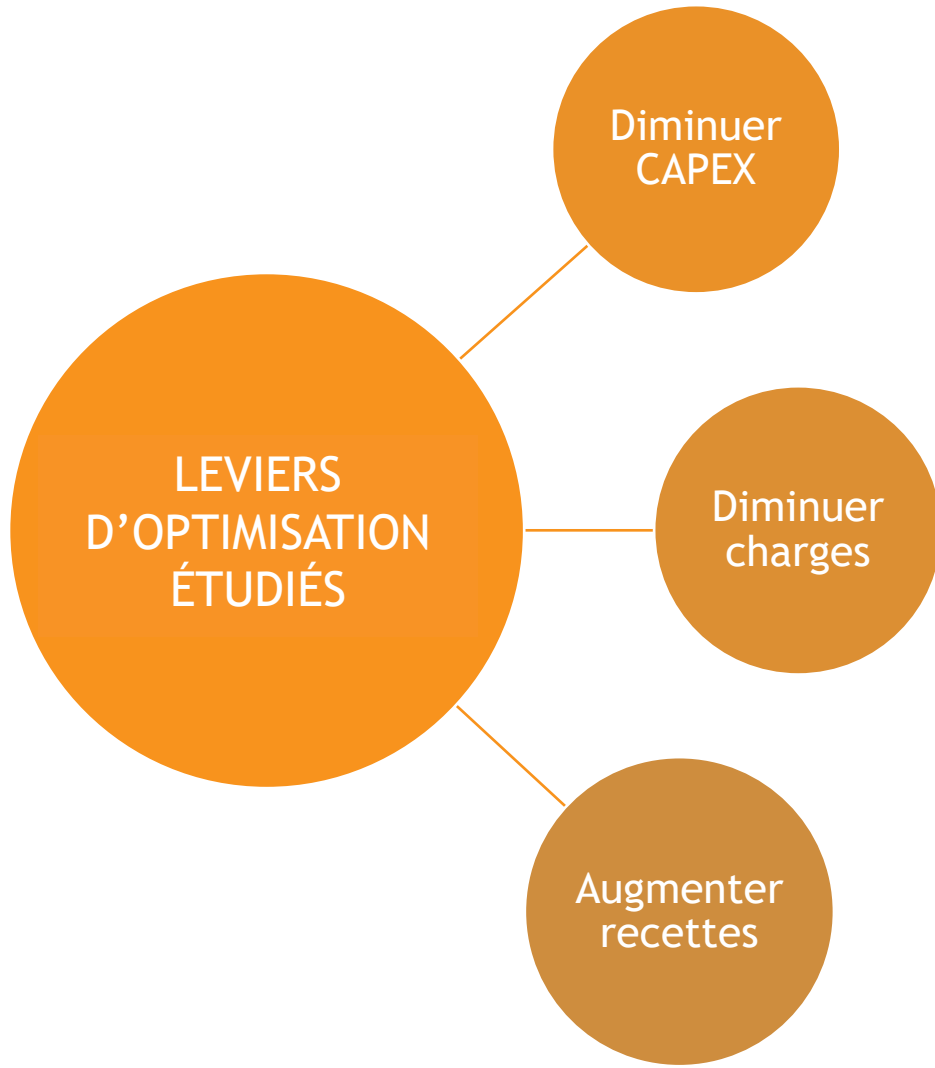
25 mars 2021



Jérémie PRIAROLLO

Mail : [jeremie.priarollo@solagro.asso.fr](mailto:jeremie.priarollo@solagro.asso.fr)





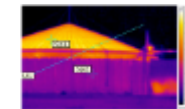
- Optimiser dimensionnement
- Délocaliser stockage digestat
- Standardisation de la filière



- Diminuer le coût d'achat des CIVE
- Autoconsommation électricité solaire



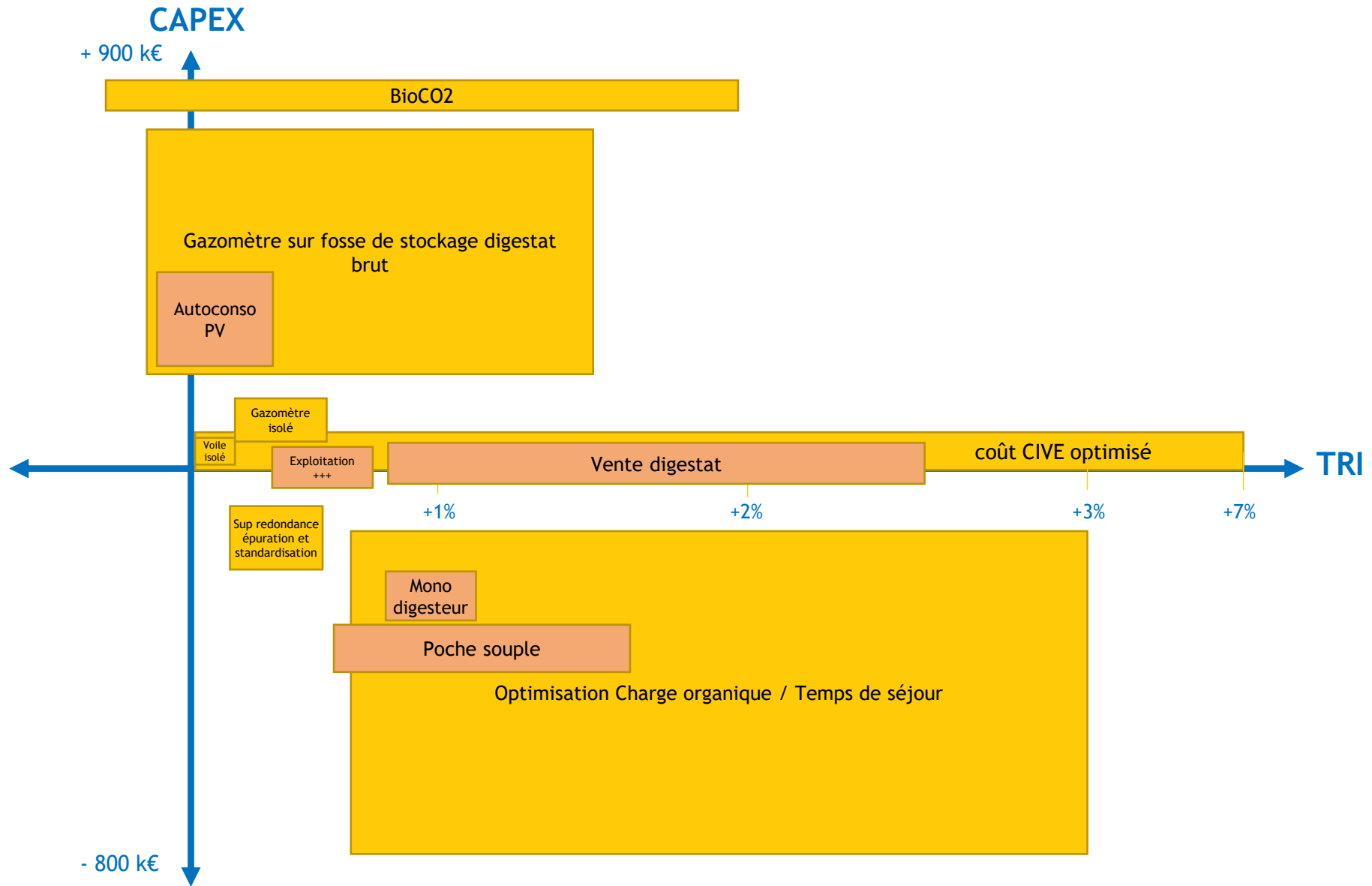
- Récupérer biogaz sur la fosse de stockage digestat
- Sur-isoler digesteurs
- Vendre digestat
- Valoriser le bioCO2
- Améliorer l'exploitation des sites



# Les cas-types

Cas-type	1	2	3	4	5
<b>Tonnage annuel (t/an)</b>	<b>10 900</b>	<b>24 200</b>	<b>36 000</b>	<b>24 600</b>	<b>26 900</b>
<b>CIVE (t/an)</b>	7 700	2 000	17 700	24 000	2 000
<b>Culture principale (t/an)</b>					3 600
<b>Déchets verts (t/an)</b>		300			
<b>Dilution (t/an)</b>	2 500				
<b>Fumier (t/an)</b>	1 400	8 200	600		5 700
<b>IAA animale (t/an)</b>		1 100			
<b>Lisier (t/an)</b>		10 500	13 700		9 100
<b>Résidu végétal (t/an)</b>	1 540	2 100		600	6 500
<b>Débit injecté (Nm3/h)</b>	<b>80</b>	<b>120</b>	<b>200</b>	<b>200</b>	<b>250</b>
<b>Technologie</b>	Infiniment mélangé				Voie solide continue
<b>Proportion effluents</b>	13%	77%	40%	0%	55%
<b>TRI projet sans subvention Avant activation des leviers</b>	Négatif	4,3 %	4,7%	2,5%	7,8%

# Impact des leviers sur CAPEX et TRI



# Combinaison de leviers

Leviers d'optimisation	80 Nm3/h	120 Nm3/h	120 Nm3/h	200 Nm3/h Effluent	200 Nm3/h Effluent	200 Nm3/h CIVE	200 Nm3/h CIVE	250 Nm3/h	250 Nm3/h
Couverture gazomètre	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓
Isolation cuve de digestion	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
Isolation gazomètre	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
TSH / CO optimisés	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✗
Mono digesteur	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗
Suppr. redondance épuration	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗
Standardisation métha	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗
Bon exploitant	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗
Autoconsommation élec solaire	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Vente bioCO2	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗
Vente digestat	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
CIVE à prix optimisé	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Prêt BPI	400	✗	400	300	400	300	0	0	0
Obligation	✗	✗	200	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Taux de subvention	15%	5%	5%	5%	5%	5%	0%	0%	0%
<b>TRI</b>	5,8%	8,7%	6,5%	7,8%	7,0%	7,2%	8,3%	8,6%	8,9%
<b>DSCR</b>	135%	135%	134%	135%	132%	134%	133%	133%	136%

- Des combinaisons de leviers permettent de retrouver une rentabilité pour les différents cas-types analysés
- Certains leviers qui induisent des investissements supplémentaires et donc davantage de fonds propres (solutions de co-financement)
- Des leviers qui mobilisent tous les acteurs de la filière pour permettre la poursuite de la dynamique enclenchée





# Maîtrise des coûts de production et optimisation des revenus : quelles solutions prometteuses pour demain ?

---

Intervention de Sylvain Frédéric (CSF NSE, GRDF)

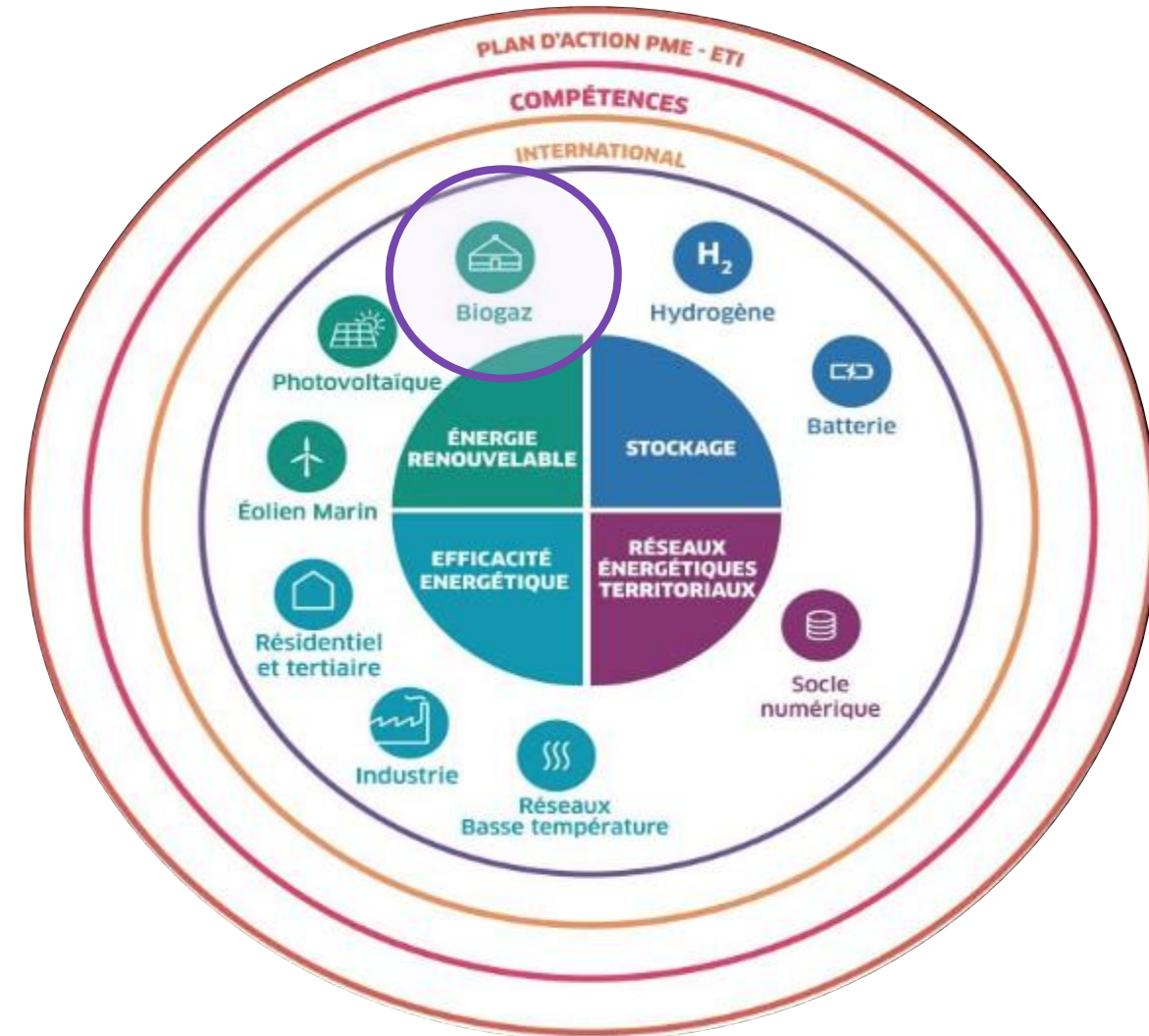
*25 Mars 2021*

# Le Comité Stratégique de Filière (CSF) Nouveaux Systèmes Energétiques (NSE), qu'est-ce que c'est ?



**Nouveaux Systèmes  
Énergétiques**  
Comité stratégique de filière

- Un **Contrat de Filière** signé le 29 Mai 2019 entre l'Etat et la filière Industries des Nouveaux Systèmes Energétiques, pour une durée de 2 ans
- Des **engagements réciproques** de l'Etat et des différentes filières industrielles : biogaz, photovoltaïque, hydrogène, batterie, etc.
- La **filière biogaz**, un des 15 groupes de travail du Comité Stratégique de Filière Nouveaux Systèmes Energétiques (CSF NSE)





**Nouveaux Systèmes  
Énergétiques**  
Comité stratégique de filière

# La compétitivité de la filière, au cœur des actions du groupe de travail Méthanisation du CSF NSE

- Plusieurs enjeux adressés par le CSF NSE : la compétitivité, l'innovation, la valorisation des externalités positives, etc.
- L'industrialisation et la compétitivité au cœur du projet : « Rendre la méthanisation compétitive à l'horizon 2030, en créant simultanément une offre technologique et industrielle en France » (extrait du contrat)
- Objectif de faire émerger les conditions favorisant la baisse des coûts de production : baisse des CAPEX et des OPEX, augmentation des performances, etc.

Plus de 50 acteurs de la filière actifs au sein du groupe de travail Méthanisation (non exhaustif)



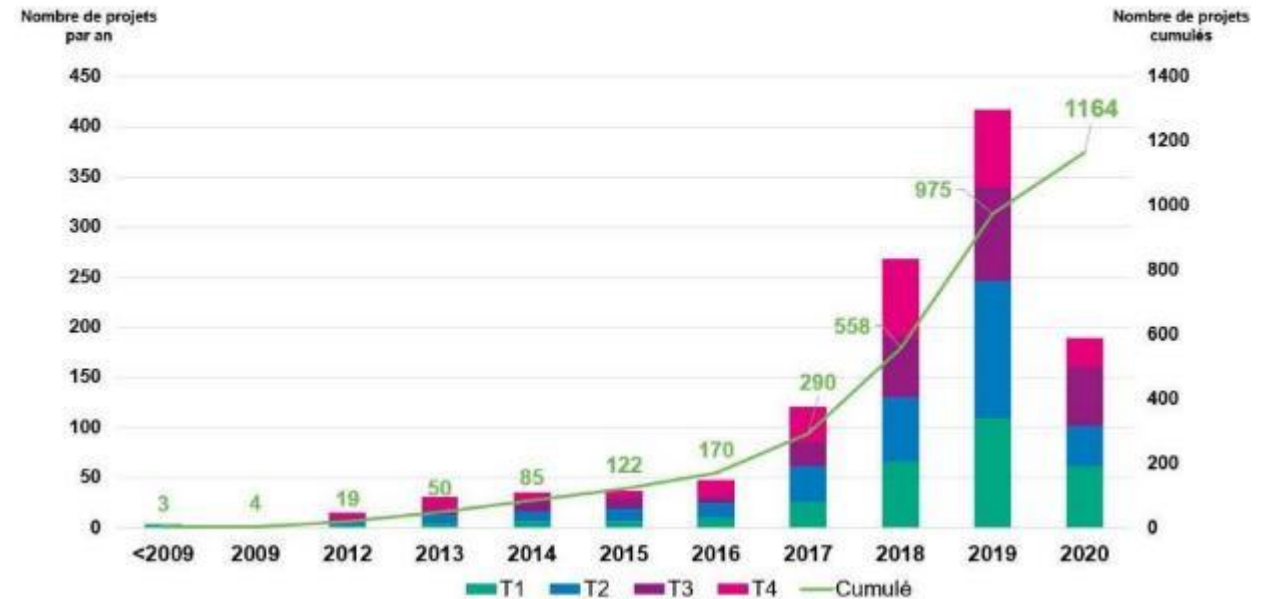
En effet, la capacité de la filière à améliorer la compétitivité du biométhane est indispensable pour assurer sa pérennité



**Nouveaux Systèmes  
Énergétiques**  
Comité stratégique de filière

- Une croissance exceptionnelle des filières biogaz/biométhane sur la dernière décennie : plus de 1 100 unités produisant du biogaz en 2021
- La Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE, décret d'Avril 2020) vient conditionner le soutien de l'Etat aux baisses de coûts que saura atteindre la filière
- Une baisse des coûts de production attendue de 30% à l'horizon 2030

**Projets inscrits au registre des capacités au 31/12/2020 :  
1 164**

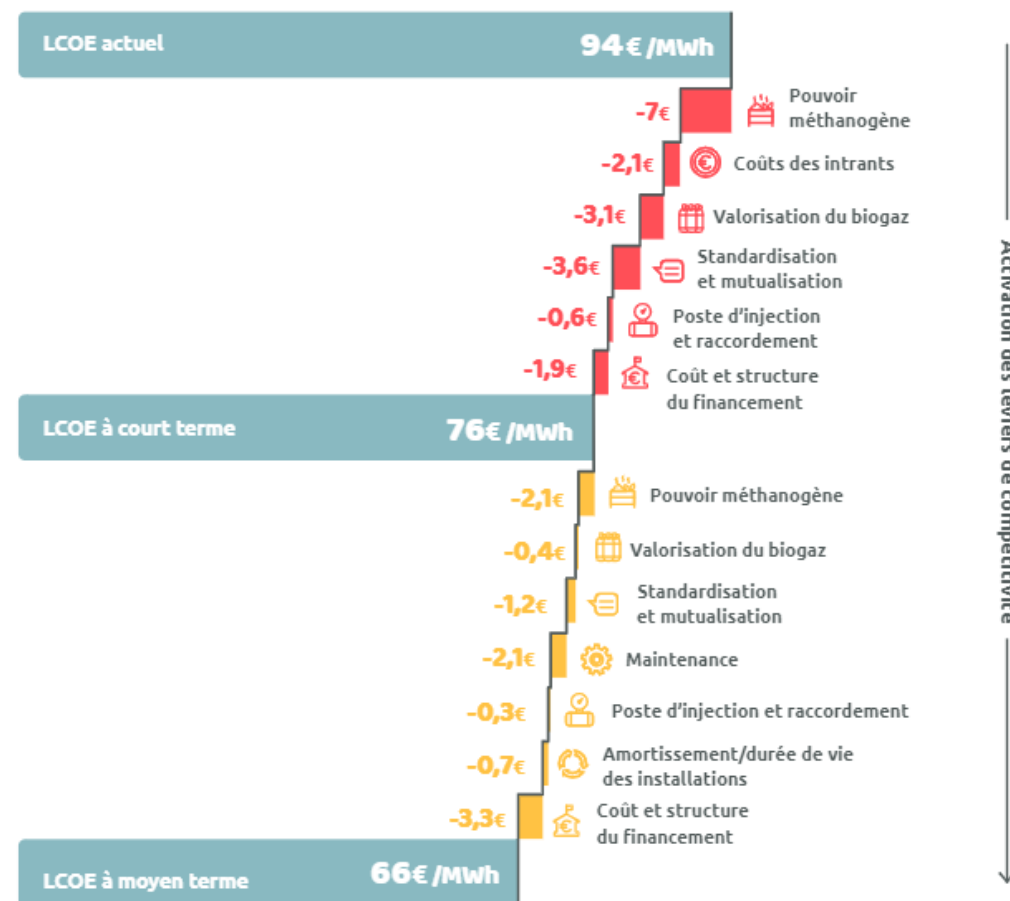




# Plusieurs leviers pour conduire cette démarche

- Des leviers complémentaires à actionner :
  - Sur les **intrants**
  - Sur les **équipements des unités**, tant leur conception que leur maintenance
  - Sur le **financement des projets**
  - Sur la **valorisation du biogaz**, une fois celui-ci produit
- Par ailleurs, la filière Française – plus de 500 acteurs –, est **majoritairement composée de PME et d'ETI**, pour qui l'industrialisation et le changement d'échelle est un défi majeur

## Estimation des leviers de réductions de coûts actionnables à court et moyen terme



D'après étude menée en 2018 par ENEA Consulting et ASTRADE

# Le sujet compétitivité, traité en groupes de travail thématiques, pour faire émerger des bonnes pratiques pour la filière



**Nouveaux Systèmes  
Énergétiques**  
Comité stratégique de filière

- Des **groupes de travail thématiques** rassemblant des acteurs volontaires pour s'engager pour la filière dans son ensemble
- Des groupes de travail qui visent à **échanger sur les bonnes pratiques et produire des livrables concrets** à destination des acteurs de la filière :
  - Recueil de bonnes pratiques,
  - Catalogues d'offres,
  - Guides techniques,
  - Cartographie des formations biogaz, etc.
- Ces travaux se font en complément (ou en collaboration) de travaux similaires portés par d'autres acteurs : ATEE, Ademe, etc.

## Groupes de travail thématiques du groupe de travail Industrialisation

### Intrants

- Maîtrise du coût des intrants
- Rencontre offre-demande

### Pré-traitement des intrants

- Diffusion des bonnes pratiques
- Standardisation des procédés

### Formation des opérateurs

- Référencement des offres
- Meilleure formation des opérateurs d'unités

### Label qualité filière

- Développement du label Qualimétha

### Epuration du biogaz Valorisation du CO<sub>2</sub>

- Diffusion des bonnes pratiques
- Récupération du CO<sub>2</sub> des unités

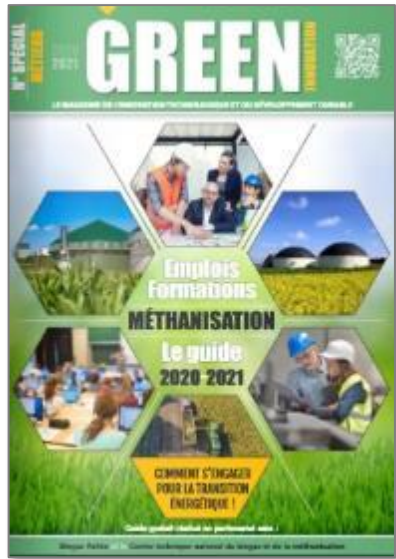


# Quelques exemples de livrables publiés ou en cours de construction par le groupe de travail Industrialisation



**Nouveaux Systèmes Énergétiques**  
Comité stratégique de filière

L'ensemble des livrables seront disponibles prochainement sur le site du CSF NSE : <https://systemesenergetiques.org/> [centre de ressources en construction]



Catalogue des offres de formation existantes / Guide emplois  
*Disponible [ici](#)*  
*Mise à jour prévue Juin 2021*



Fiches-métiers du biogaz  
*Disponible [ici](#)*



Outil d'aide à la décision pour la récupération de CO<sub>2</sub> sur les unités biométhane  
*Publication prévue Avril 2021*



Charte d'engagement des plateformes de marché biomasse pour la méthanisation  
*Publication prévue Avril 2021*



Cartographie des observatoires régionaux de flux biomasse  
*Publication prévue Avril 2021*



Etude des solutions de pré-traitement mécanique  
*Publication prévue Avril 2021*

# Lancement d'une démarche de sensibilisation/formation à la méthodologie de Design-to-value pour l'ensemble de la filière



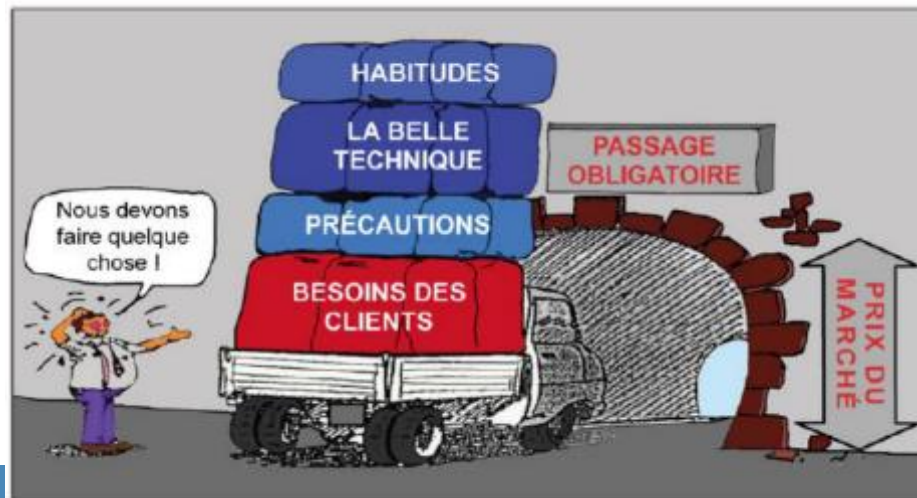
**Nouveaux Systèmes  
Énergétiques**  
Comité stratégique de filière

## Le design-to-value, qu'est-ce que c'est ?

- Une solution fiable et efficiente, applicable à toutes les filières industrielles
- Une démarche structurée applicable par des entreprises de toute taille, y compris les PME
- Un outil pour améliorer la rentabilité (jusqu'à plus de 30%)
- La sécurisation du processus de développement
- Également un moyen de booster l'innovation



Une méthodologie  
adaptée à la filière  
Méthanisation et à ses  
entreprises



## Une méthodologie structurée

0. Cadrage
  - Périmètre
1. Analyse
  - Coûts performance
  - Benchmark risques
  - Faisabilité
2. Solutions
  - Brainstorming évaluation coûts/risques
  - Plan d'actions par concept

# Une démarche inédite proposée par le CSF NSE, ouverte à l'ensemble des acteurs de la filière Méthanisation



Nouveaux Systèmes  
Énergétiques  
Comité stratégique de filière

- En collaboration avec le cabinet spécialisé Design-to-value Hutisa
- Objectif : Donner envie aux acteurs de la filière méthanisation de lancer des projets Design-to-value, et ainsi gagner en compétitivité
- Un accompagnement aux acteurs de la filière en deux phases :
  1. Sensibiliser les acteurs et démystifier les méthodologies Design-to-value [via des webinaires de 2h30](#) → [Inscriptions ici](#)
    - Comprendre l'intérêt à travers des exemples d'application dans des secteurs similaires, faciles à dupliquer pour les acteurs de la filière
    - Expliquer la plus-value d'une telle démarche pour les acteurs de la méthanisation
    - Démystifier la méthodologie et communiquer les bonnes pratiques
  2. Former les acteurs intéressés aux bonnes pratiques et aux méthodes [via des formations en physique d'une journée](#)
    - Comprendre en détail la méthodologie et la mise en œuvre
    - Analyse de projets déjà réalisés, y compris hors filière pour montrer la diversité et l'efficacité de la méthode
    - Bonnes pratiques de mise en œuvre et pièges à éviter
    - Fourniture d'outils pour prendre en main la méthode







Merci de votre attention

Pour aller plus loin :



Lien vers site internet CSF NSE



Lien vers page LinkedIn CSF NSE



LE CSF NSE VOUS AIDE À OPTIMISER VOS COÛTS POUR RENDRE LA FILIÈRE MÉTHANISATION PLUS COMPÉTITIVE

Lien d'inscription webinaire de sensibilisation Design-to-value

# Optimisation de la production biométhane & Performance maintenance & électricité

Maxime BRISSAUD – Président

**CH4 Process**

Email : [maxime.brissaud@ch4process.fr](mailto:maxime.brissaud@ch4process.fr)

Téléphone : +33 (0)1 40 12 63 59

Mails : [contact@ch4process.fr](mailto:contact@ch4process.fr)  
[atelier@ch4process.fr](mailto:atelier@ch4process.fr)  
[bretagne@ch4process.fr](mailto:bretagne@ch4process.fr)

# Qui est CH4PROCESS ?



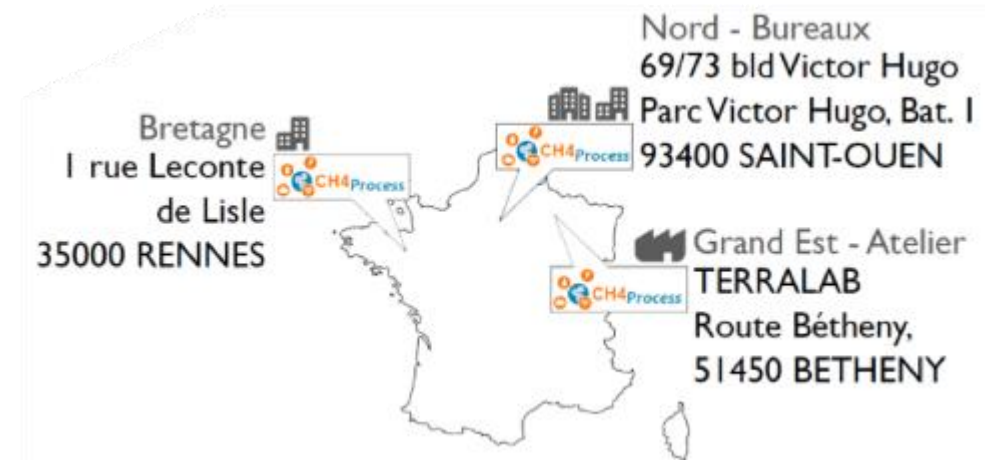
Equipe d'experts spécialisés dans les interventions sur sites en exploitation ou en démarrage.  
méthanisation – traitement biogaz – valorisation



13 collaborateurs :

⇒ du Bac+2 au Bac+8

⇒ Intervention en France et pays limitrophes



Entreprise de l'Economie Sociale et Solidaire (**ESS**)

Détections de fuites gaz !



## Etudes Techniques

Bilans de performances



## Interventions sur site



## Outils






## Machines spéciales

Skids CE de traitement ou  
compression biogaz







## Assistance technique à l'exploitation et fabrication de machines spéciales

 <h3>Etudes Techniques</h3>	 <h3>Interventions sur site</h3>	 <h3>Machines spéciales</h3>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Etudes techniques pour modification de site existant</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Accompagnement à la conformité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Skids de compression gaz, biogaz et biométhane</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Rédaction de documentations techniques :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de maintenance,</li> <li>- Notice d'instructions,</li> <li>- Manuel d'exploitation,</li> <li>- Liste pièces première urgence</li> <li>- Procédures d'exploitation...</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recherche d'origine de panne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ensembles prêts à monter : lignes préparation et traitement biogaz               <ul style="list-style-type: none"> <li>↳ Solutions <b>Modulogaz</b>®</li> <li>- Surpression</li> <li>- Séchage</li> <li>- Filtration</li> <li>- Analyse</li> <li>...</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Revue PID et rétro ingénierie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modification d'automatisme</li> <li>Remplacement ou mise à jour de supervision</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Skid hydraulique</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Recherche de solutions process</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interventions pour maintenances complexes :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zones Atex</li> <li>- Equipements en pression</li> <li>- Niveaux 3-4 (NF X60-000)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unité autonome de télésurveillance process (Vigie)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bilans de performances</li> <li>Formations</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suivi et pilotage de chantier</li> <li>Mise en Service Industrielle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intégration machines pour gaz explosifs, corrosifs, difficiles               <ul style="list-style-type: none"> <li>↳ Machine sur mesure</li> <li>↳ Démonstrateurs, pilotes</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Remplacement ou ajout d'équipements</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recherche de fuites gaz (Caméra InfraRouge CH4)</li> </ul>	

## Catalogue évolutif d'outils, équipements et consommables dédiés au biogaz et à la méthanisation

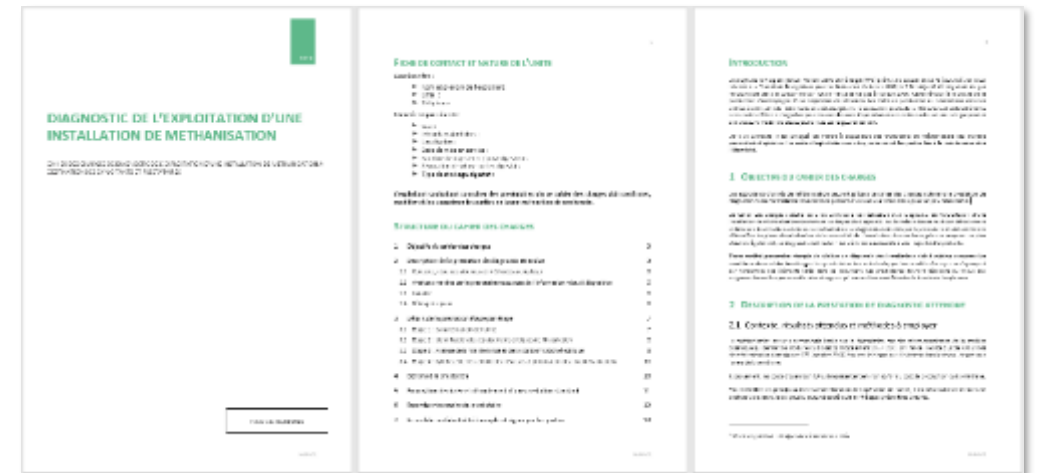
*Notre catalogue est évolutif : faites nous remonter vos besoins !*

 <h3>OUTILS D'ANALYSE</h3>	 <h3>CONSOMMABLES</h3>	 <h3>EQUIPEMENTS DE SECURITE</h3>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyseurs multigaz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Filtres (cartouches)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Détecteurs de gaz (fixes et portatifs)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Tubes colorimétriques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Huiles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gants, lunettes, casques</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Poches Tedlar et matériel de prélèvement divers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solutions tampon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Masques à gaz et cartouches</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipements de laboratoire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Charbons actifs et médias filtrants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protections auditives</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Posons</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Additifs et nutriments</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Douche de sécurité</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyseurs de combustion</li> </ul>	<h3>OUTILS D'EXPLOITATION</h3>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Marquages équipements et tuyauteries</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Outils et équipements de métrologie (pression, température, débit...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Outillage portatif et trousse (Atex)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Barrières collectives</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mesure électrique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Outillage électroportatif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bordereaux de suivi</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Outil de gestion des fluides</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Outils de consignation (électrique et mécanique)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Robinerie, boulonnerie et raccords inox</li> </ul>	

# Réflexion menée avec AAMF et GRDF

- Est-il possible de réaliser un cahier des charges types pour qu'un maximum de bureaux d'études puisse intervenir en audit de site ?
  - ⇒ pour identifier des possibilités d'amélioration dans la **maintenance**
  - ⇒ pour cibler les économies réalisables sur les **consommations électriques**

## Audits blancs sur 2 sites afin de définir les éléments opportuns à intégrer à ce cahier des charges type



### Pourquoi ces sujets d'études ?

➡ Ces postes sont identifiés comme les plus importants dans les charges d'exploitation !

# Préalable à tout audit !

- Il est indispensable de réunir et préparer certains documents et informations pour permettre aux auditeurs de travailler

## ☑ ETAPE I : TRANSMISSION DES INFORMATIONS PAR L'EXPLOITATION

- Point téléphonique avec l'exploitation pour explication de la méthode et des documents nécessaires
- Récupération des documents de travail :
  - Descriptif de l'installation (DOE constructeurs)
  - PID partie méthanisation
  - PID partie valorisation du biogaz
  - Schémas électriques partie méthanisation
  - Schémas électriques partie épuration
  - Plan de prévention
  - Copie main courante (si numérique)

Ne pas négliger la préparation de l'audit par l'exploitant !



### **Pourquoi c'est important ?**

- ➔ En l'absence de ces informations, l'auditeur doit commencer par un travail de rétro-ingénierie chronophage et donc couteux!
- ➔ Ces documents sont la base de compréhension du fonctionnement d'un site, ils doivent être tenus à jour et disponibles pour l'exploitant afin qu'il organise sa maintenance. Certains sont légalement obligatoires (Plan de prévention, Main Courante).

# Partie maintenance





# Identification des équipements critiques

- Utilisation de la méthode PIEU (proposition) lors d'un tour de site
  - ⇒ pour chaque équipement, calcul d'un score selon une grille établie
  - ⇒ selon le score obtenu, classification des équipements.

		Poids				
		0	1	2	3	4
Indices	P	Répercussions graves avec perte de toute la production et/ou impact environnement ou sécurité	Répercussions importante avec perte d'une partie de la production	Rattrapage de production possible		Aucune répercussion sur la production ou la sécurité
	I	Stratégique : <input type="checkbox"/> pas de delestage sur une autre machine, <input type="checkbox"/> pas de soustraction possible, <input type="checkbox"/> pas de machine de secours en stock	Important : <input type="checkbox"/> pas de delestage sur une autre machine, <input checked="" type="checkbox"/> soustraction possible, OU <input checked="" type="checkbox"/> machine de secours en stock	Primaire : <input checked="" type="checkbox"/> pas de delestage sur une autre machine, <input checked="" type="checkbox"/> soustraction possible, OU <input checked="" type="checkbox"/> machine de secours en stock	Secondaire équipement en redondance d'une machine principale	De secours équipement en stock disponible en cas de panne
	E	A réformer	A rénover	Mauvaise état	Bon état	Neuf
	U	Saturé 100%	Fort >75% soit plus de 18h/jour	Moyen entre 10 et 75% soit entre 2,5h et 18h/jour	Faible <10% soit moins de 2,5h/jour	Très faible <1% soit moins de 15min/jour



Catégorie	Type d'équipement	Score
A	Equipement critique	0 à 2
B	Equipement ordinaire	3 à 24
C	Equipement non critique	24 à 256



Figure 3 : Définition des poids d'indices pour la méthode PIEU (adapté à la production biométhane)

$$\text{Score} = P \times I \times E \times U$$

**P**anne, **I**mportance dans le process, **E**tat et taux d'**U**tilisation



# Orientation de la maintenance



Catégorie	Type d'équipement	Score
A	Equipement critique	0 à 2
B	Equipement ordinaire	3 à 24
C	Equipement non critique	24 à 256

## A. TRAVAIL POUR BAISSER LA CRITICITE D'UN EQUIPEMENT :

- ⇒ Engager des réflexions sur la capacité à rattraper un retard de production pour améliorer l'indice P de panne
- ⇒ Mettre en place une redondance d'équipement, acheter une machine de secours ou conserver une machine reconditionnée en stock, souscrire à un contrat de maintenance avec astreinte et engagement de redémarrage pour améliorer l'indice I d'importance
- ⇒ Remplacement d'équipement pour améliorer l'indice E d'état
- ⇒ Soulager un équipement en répartissant mieux la charge afin d'améliorer l'indice U d'usure

## PRISE EN COMPTE DE LA CRITICITE DE L'EQUIPEMENT :

- ⇒ S'assurer de la présence des pièces de première urgence et kits de maintenance pour les équipements critiques ;
- ⇒ Vérifier que les outils adaptés sont présents sur site et identifiés pour permettre une intervention sur la machine (notamment EPI et outils de consignation électrique, mécanique et fluide) ;
- ⇒ Former son personnel aux interventions sur les équipements critiques (formations internes, externe idéalement avec le fabricant de la machine ou son intégrateur) ;
- ⇒ Mettre en place des contrôles réguliers pour surveiller l'état de l'équipement critique : engager lorsque possible des opérations de maintenance prédictive (analyses d'huile, de vibration, de thermie...)
- ⇒ Créer et entretenir un cahier machine dédié à l'équipement critique pour disposer d'un suivi précis de l'équipement et des maintenances réalisées.





# Echanges avec l'exploitant et analyse qualitative

- Entre 1 et 2 heures d'interview et échanges avec l'exploitant
  - ⇒ grille de questions avec score par rapport à un état de l'art de la maintenance selon 6 thèmes permettant une analyse qualitative structurée
  - ⇒ émission de préconisations et conseils, caractérisés pour prioriser les actions

Question : Descriptif rapide de l'état analysé ou de la question posée

Indices	Inexistant voire dangereux	Quelques éléments de l'état de l'art mais peu	Plusieurs éléments de l'état de l'art, il ne manque que quelques points	Suit l'état de l'art	Va un peu plus loin que l'état de l'art
Notes	0	1	2	3	4

Remarques : Après avoir donné une note par rapport à la grille d'analyse (colonne colorée), l'auditeur ajoute quelques commentaires ou précisions de contexte pour mieux situer le site et le fonctionnement observé.




.....

.....

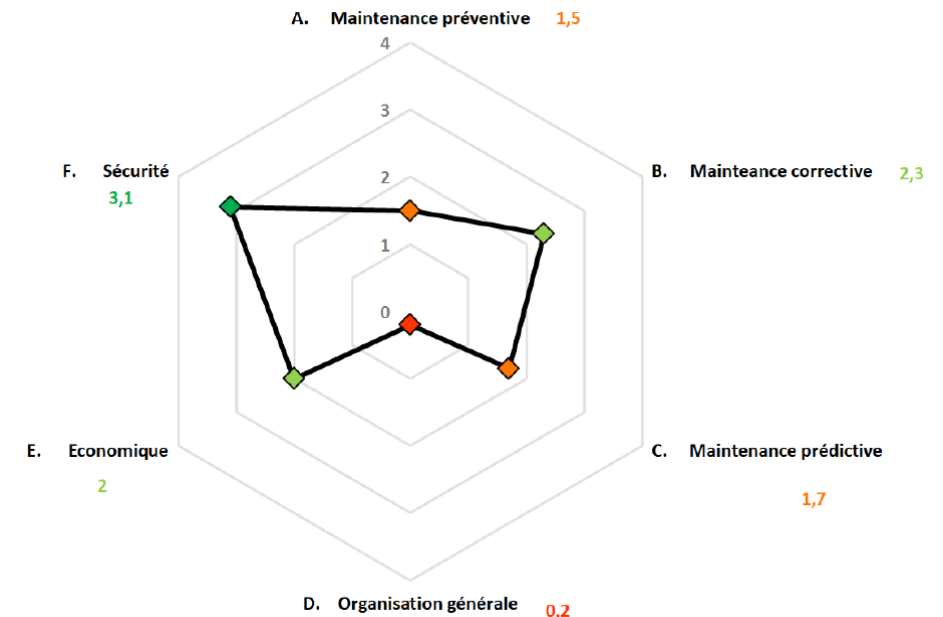
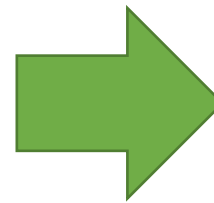
.....



### Préconisations

- Recommandations suite aux observations (avec marqueur de caractérisation ,  ou ).
- Renvoi vers une éventuelle annexe avec un modèle d'outils de suivi ou d'organisation

- A. Maintenance préventive
- B. Maintenance corrective
- C. Maintenance prédictive
- D. Organisation générale
- E. Economique
- F. Sécurité





# Echanges avec l'exploitant et analyse qualitative

## ➤ Exemples de questions et préconisations :

### VI.A.g. Stock de pièces détachées

**Question :** L'exploitant dispose-t-il d'un stock de pièces détachées identifié et suivi ?

Indices	Aucune pièce détachée neuve disponible sur site	Quelques pièces sont disponibles pour les équipements critiques	Présence d'un stock de pièces identifié mais non suivi	Stock organisé avec un suivi permettant un maintien	Organisation de maintien de stock et suivi des consommations de pièces par équipement
Notes	0	1	2	3	4

**Remarques :** L'exploitant dispose de très nombreuses pièces détachées achetées à l'avance et organisées par boîte (une boîte par équipement). Toutefois le contenu de ces boîtes ou stocks n'est pas listé dans un tableau de suivi et les consommations ne sont pas suivies dans le temps ou par machine. Actuellement seul le responsable de site peut faire le contrôle du contenu des boîtes (réalisé à intervalles réguliers mais non programmés)

**Préconisations**

- Prévoir pour chaque boîte la liste des pièces à retrouver pour que tous les opérateurs puissent pointer le contenu du stock
- Construire la liste des pièces détachées nécessaires à partir des gammes et plans de maintenance des équipements
- Organiser le suivi des consommations par équipements afin d'identifier à terme si certaines machines ont des besoins anormalement élevés

### VI.A.c. Suivi des obligations réglementaires

**Question :** L'exploitant dispose-t-il d'outils de suivi des obligations réglementaires ?

Indices	Absence de suivi des obligations réglementaires et retard sur des contrôles	Absence d'outil de suivi mais contrôles effectués	Existence d'une liste des obligations réglementaires mais non mis à jour	Existence et utilisation avec mise à jour régulière d'un outil de suivi des obligations réglementaires	Outils de suivi des obligations réglementaires et contrats de vérification passés à l'avance
Notes	0	1	2	3	4

**Remarques :** Malgré une absence d'outil de suivi des obligations réglementaires il a pu être observé que les contrôles extincteurs / Q18 / Q19 / détecteurs gaz étaient bien réalisés. Une partie de ces contrôles est réalisée dans le cadre du contrat de maintenance avec .....

**Préconisations**

Une absence de suivi formalisé sur les EPI et des obligations réglementaires peut poser problème en cas d'incident avec des conséquences graves en cas d'accident.

- Il convient de formaliser dans un outil de suivi les contrôles réglementaires et notamment liés au respect du code de travail en cas de contrôle.
- Il faut aussi noter les obligations liées à l'ICPE ou à l'agrément sanitaire.



# Quel impact économique ?

- ✓ L'identification des équipements critiques permet d'orienter la maintenance
  - en agissant pour baisser la criticité de l'équipement
  - en s'organisant pour pouvoir agir en cas de panne de l'équipement critique
  
- ✓ Les préconisations permettent de donner des axes clairs d'améliorations
  - la catégorisation des recommandations permet de prioriser les actions

## Gains directs et indirects par :

- Maintenance préventive moins chère qu'une maintenance corrective
- Gain de temps dans l'organisation des équipes (astreinte, stress...)
- Temps d'arrêts réduits et maîtrisés
- Achats de pièces, kits et prestations négociés (achats groupés)
- Maîtrise des données en cas sinistre ou litige



	IMPACT	Faible (estimé à <1000€/an)	Fort (estimé à > 1000€/an)
DIFFICILTE			
Faible (coût <1000€)			
Fort (coût >1000€)			

IMPORTANT ou URGENT (relatif à la sécurité ou à la réglementation)	
---	--

Figure 7 : Caractérisation des préconisations

# Partie électrique





# Analyse des factures

- Identifier si des dépassements de puissance souscrite ne conduisent pas à des pénalités trop importantes

**Changement de puissance souscrite 250kW ⇒ 280kW :**  
⇒ Jusqu'à 800 € HT/mois de pénalité réduits à 0 ou <100€/mois !

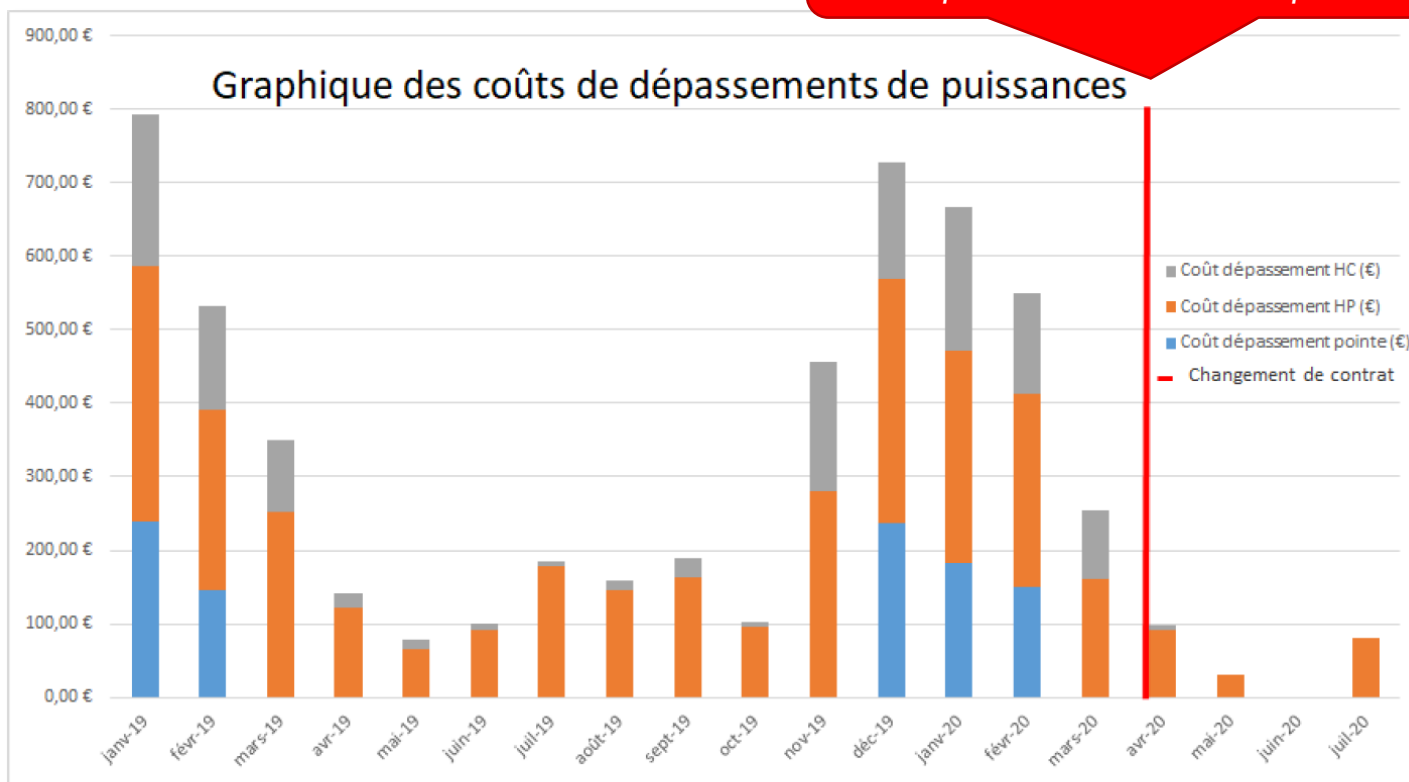


Figure 9 : Evolution des montants de pénalités mensuelles liées aux dépassements de puissances souscrites





# Exonération de la CSPE pour sites producteurs d'énergies

- La CSPE correspond à la contribution au service public de l'électricité.
  - ⇒ Une exonération à cette contribution est possible pour les entreprises consommatrices utilisant l'électricité notamment pour la production de biométhane ou d'énergie électrique (voir article 266 du Code des douanes).
  - ⇒ A noter si la facture de l'exploitant regroupe à la fois l'unité de méthanisation et l'exploitation agricole, **seul le pourcentage d'électricité consommée par l'unité de méthanisation peut bénéficier de cette exonération.**



## Préconisations

Pour éviter tout redressement en cas de contrôle, et pour aider à la compréhension des consommations de l'unité de méthanisation, nous vous conseillons

- de contrôler la déclaration qui a été faite au fournisseur pour éviter des problèmes ;
- d'installer un compteur général sur l'unité de méthanisation.



## **Comment bénéficier de cette exonération ?**

- ⇒ Il faut remplir le formulaire Cerfa n° 14318 avec la notice n° 52072.
- ⇒ Ces documents seront à envoyer au service des douanes.



# Importance d'un contrat adapté

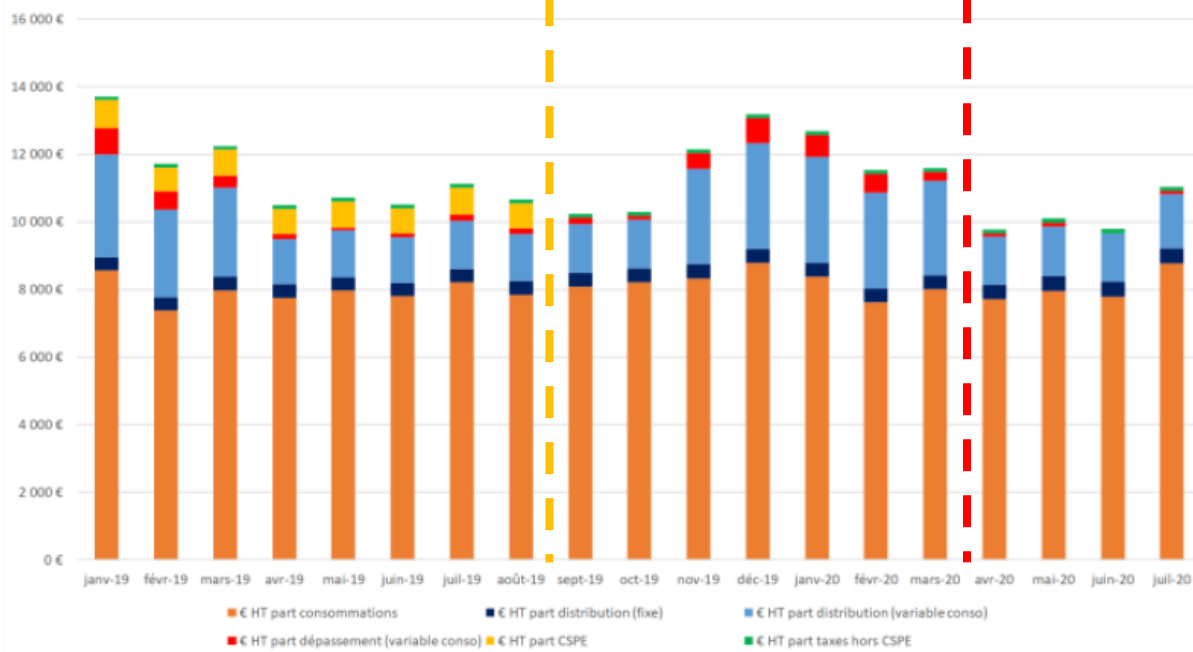
**Changement de puissance souscrite 250kW  $\Rightarrow$  280kW :**

$\Rightarrow$  Jusqu'à 800 € HT/mois de pénalité réduits à 0 ou <100€/mois !

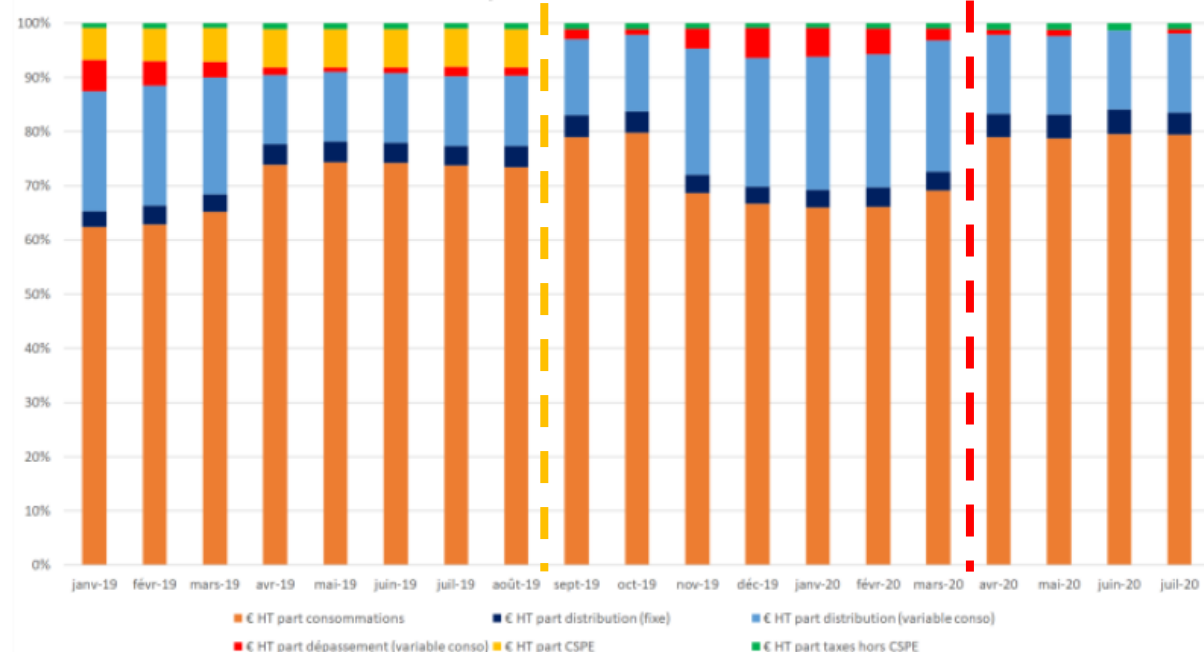
**Exonération de CSPE :**

$\Rightarrow$  Entre 600 et 900€/mois économisés !

Evolution de la répartition des coûts sur les factures électricité



Evolution de la répartition des coûts sur les factures électricité





# Mesures électriques avancées sur site

- Mise en place d'outils de mesure des consommations électriques.
  - ⇒ **Attention, nécessite un temps important et des relevés équipements par équipements !**



## Quels sont les données analysées ?

- ⇒ Analyse des puissances effectives par rapport aux puissances moteurs
- ⇒ Analyse des intensités et détection des écarts (besoin d'un référentiel)
- ⇒ Vérification de l'équilibre des phases
- ⇒ Contrôle des harmoniques
- ⇒ Cohérence des cycles de fonctionnement



Intérêt de ces mesures détaillées relativement limité pour un premier audit ?



# Réflexion sur les catégories de moteurs IE

- Les moteurs électriques sont classés par classes de performance/rendement.

⇒ Quel impact entre moteurs IE2, IE3 et IE4 ?

Poste	Référence équipement	Équipement	N° disjoncteur	Puissance installée (kW)	Efficacité énergétique du moteur	Energie finale économisée si passage en IE3 (kWh cumac par kW) selon calculateur ADEME	Economie finale si passage en IE3 (€)	Energie finale économisée si passage en IE4 (kWh cumac par kW) selon calculateur ADEME	Economie finale si passage en IE4 (€)
Incorporation	EKS01D1-AE	Doseur BioG	-	75	IE3	-	-	64500	4 515 €
Incorporation	-	Broyeur sous doseur BioG	-	22	IE3	-	-	27400	1 918 €
Incorporation	PR010	Pompe circulation PR010	174U1	15	IE3	-	-	22500	1 575 €
Incorporation	PR020	Pompe circulation PR020	-	11	IE3	-	-	19700	1 379 €
Digestion	RSV02N1	Agitateur 1	346Q1	22	IE3	-	-	27400	1 918 €
Digestion	RSF03N1	Agitateur 2	348Q1	22	IE2	65600	4 592 €	27400	1 918 €
Digestion	RQV01G1	Agitateur 3	-	22	IE2	1481	104 €	27400	1 918 €
Digestion	-	Agitateur 1	-	18,5	IE3	-	-	24950	1 747 €
Digestion	RSV02F1	Agitateur 2	70 Q1	15	IE3	-	-	22500	1 575 €
Digestion	RSF03F1	Agitateur 3	72 Q1	15	IE3	-	-	22500	1 575 €
Digestion	-	Agitateur 1	-	18,5	IE3	-	-	24950	1 747 €
Digestion	RQV02G1	Agitateur 2	100Q1	15	IE3	-	-	22500	1 575 €
Digestion	-	Agitateur 3	101Q1	15	IE3	-	-	22500	1 575 €
Digestats	-	Presse à vis	-	5,5	IE3	-	-	15850	1 110 €
Digestats	-	Pompe sortie presse à vis	-	5,5	IE3	-	-	15850	1 110 €
Digestion	EKS01A-AE	Torchère	-	3	Non trouvée	-	-	14100	987 €
Epuration	-	Groupe froids	-	16,97	Non trouvée	-	-	23879	1 672 €
Epuration	-	2 surpresseurs Continental	-	7,5	Non trouvée	-	-	17250	1 208 €
Epuration	-	2 compresseurs à pistons	-	11	IE2	39200	2 744 €	19700	1 379 €
Epuration	-	Compresseur	-	132	IE2	274600	19 222 €	104400	7 308 €



## Quelles conclusions ?

- Il n'est pas opportun de changer un moteur encore en fonctionnement
- Lors des remplacements à la maintenance, toujours privilégier la catégorie IE la plus élevée !
- Ne pas hésiter lors de la conception construction à exiger des moteurs IE4!

Estimations en euros sur toute la durée de vie de l'équipement réalisées en considérant 70€/MWhcumac



# Quelques exemples d'anomalies détectées

## Identification d'efforts anormaux sur deux agitateurs :

- ⇒ Modification des consignes envoyées aux variateurs ;
- ⇒ Maintenance et contrôle avancés dans le planning,



### Préconisations

L'analyse des intensités de fonctionnement fait ressortir des risques sur les équipements suivants :

- Agitateur BS2-RW1 (déséquilibre important)
- Agitateur BS1-RW3 (important appel au démarrage)

Ces mesures doivent toutefois être vérifiées sur des cycles plus nombreux pour confirmer ces observations.

## Surconsommation au niveau d'un compresseur biogaz :

- ⇒ Fuite identifiée au niveau d'une soupape de sécurité HP !
- ⇒ Passage de 76kW à 72kW après manœuvre de la soupape.



### Préconisations

Les soupapes de sécurité doivent être contrôlées régulièrement selon un programme défini par l'exploitant (maximum 2 ou 3 ans selon si la soupape est neuve ou non).

- ⇒ Ces vérifications réglementaires permettent aussi d'éviter des ouvertures non contrôlées de ces ouvrages qui conduiraient à des pertes de biogaz (impacts économiques et environnementaux).

## Identification de pertes de charges anormales :

- ⇒ Remplacement de filtres encrassés ;
- ⇒ Remplacement d'échangeurs encrassés.



### Préconisations

Vérifier auprès du constructeur quelles sont les pertes de charges maximales sur les équipements de filtration (souvent entre 10 et 20mbars).

- ⇒ Un nettoyage du filtre dévésiculeur du skid de séchage peut permettre de gagner entre xx et xkW
- ⇒ Mettre en place un contrôle hebdomadaire ou à minima mensuel des pertes de charges sur les différents filtres et échangeurs.



### Préconisations

Vérifier auprès du constructeur quelles sont les pertes de charges maximales sur les équipements de séchage HP.

- ⇒ Un remplacement des échangeurs à plaques peut permettre de gagner entre xx et xkW

## Régulation à optimiser :

- ⇒ Consignes de surpression inutilement haute avant un détendeur



### Préconisations

Réduire la consigne de pression du surpresseur au minimum acceptable pour l'épuration, par exemple 80mbars

- ⇒ Une réduction de 50mbars de consigne de surpression peut conduire à réduire de 1 à 1.5kW la puissance consommée sur la fonction EPURATION (soit entre 600 et 1000€/an).





# Questions, échanges ?



## INTERVENANT :

**Maxime BRISSAUD**

 06 65 33 58 79

 01 40 12 63 59

 [maxime.brissaud@ch4process.fr](mailto:maxime.brissaud@ch4process.fr)

# Une solution innovante pour l'exploitation et la maintenance prédictive

Matthieu PETERSCHMITT - Technology & product development

**Eco-Adapt**

Email : [matthieu.peterschmitt@eco-adapt.com](mailto:matthieu.peterschmitt@eco-adapt.com)

# Eco-Adapt propose 2 offres pour l'industrie

## Solutions



**Monitoring  
énergétique**

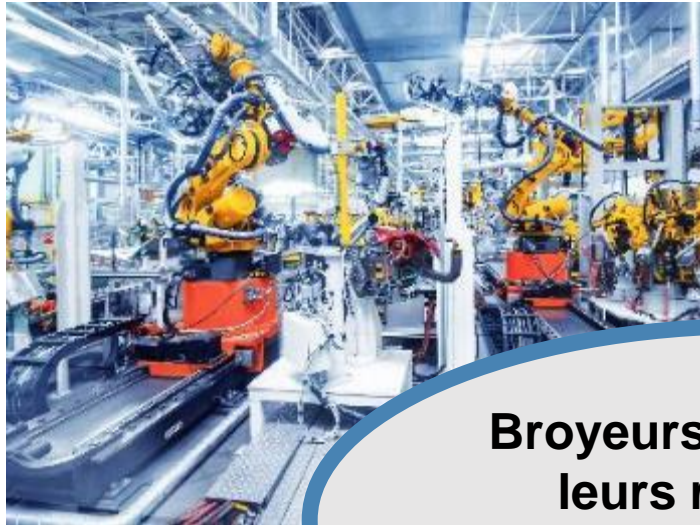


**Maintenance  
prédictive**





**300+ millions de machines tournantes critiques**  
*98% de la production d'électricité*  
*69% de la consommation d'électricité en industrie*



**Broyeurs, agitateurs et leurs réducteurs, Compresseurs d'injection et générateurs...**





# La disponibilité des machines industrielles reste encore insuffisante

97%

Disponibilité

180 h

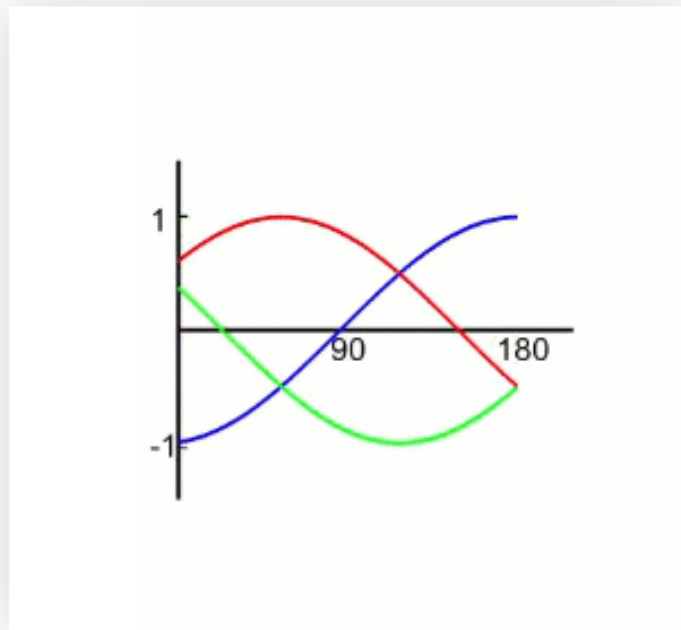
Arrêts imprévus  
par an





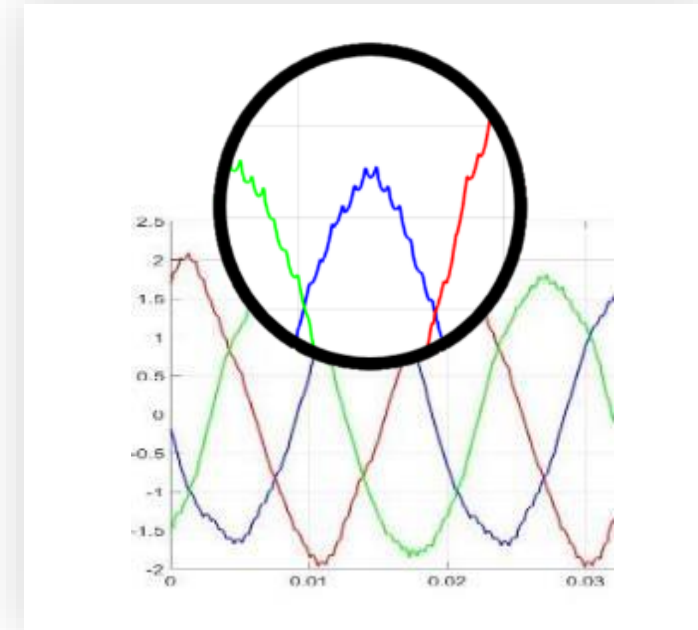
# Predict-Adapt analyse le signal électrique des machines

Théorie



vs.

Réalité



# L'analyse fine des alterations du signal équivaut au ressenti d'un cycliste



Exemple: roue voilée

**Predict-Adapt rationalise le  
« ressenti »**

**Sensation de résistance  
→ variation de couple**

# La technologie Predict-Adapt détecte les principaux défauts des machines tournantes

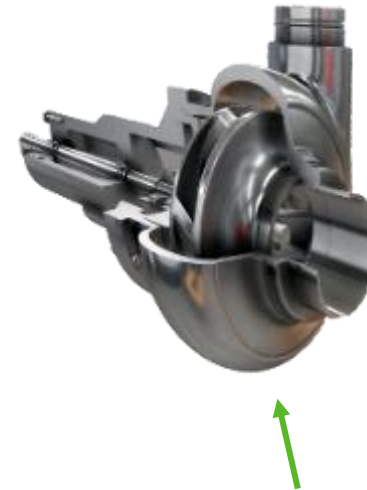
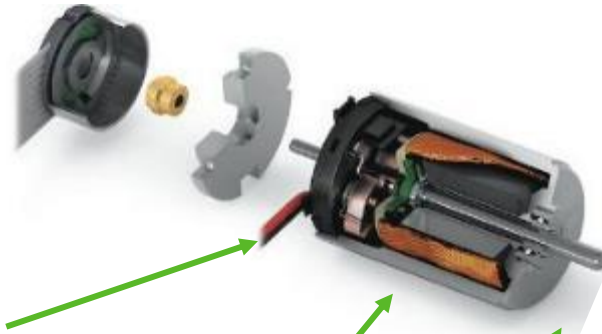
- ✓ Câbles desserrés
- ✓ Défaut de variateur

- ✓ Court-circuit statorique
- ✓ Casse de barre de rotor

- ✓ Désalignement d'arbre / courroie
- ✓ Excentricité

- ✓ Défaut d'engrènement

- ✓ Défaut de roulement



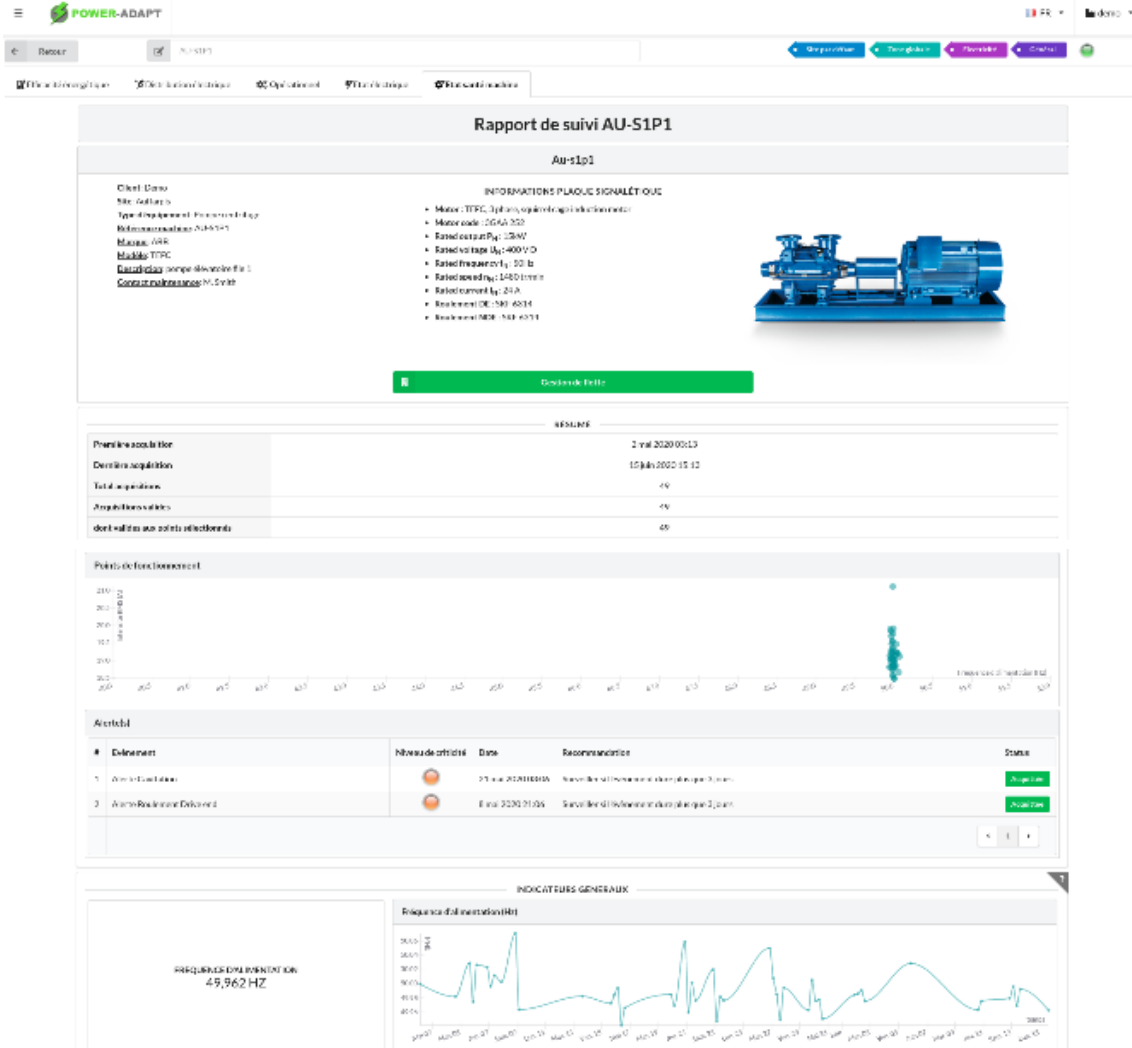
- ✓ Problème lié à la charge
- ✓ Défaut spécifique (cavitation...)

# Une solution très simple et rapide à mettre en oeuvre

## Predict-Adapt Hardware et Software



# L'application web permet de comprendre l'état de santé de la machine en un clin d'oeil





# Un positionnement prix très compétitif pour répondre aux besoin de monitorer de nombreuses petites machines



Centrale d'acquisition et de calcul



Abonnement annuel cloud

## Différentiation forte

- Automatisation complète avec une intelligence en locale sans intervention d'expert
- **5x à 10x** plus compétitif en coût total de possession vs. concurrence

# Predict-Adapt a déjà été validé sur des machines très critiques

## Ferroviaire



**DB BAHN**

**SNCF**

## Gestion de l'eau



**VEOLIA**

**saur**

## Eolien



**e.on**

**edf**  
renouvelables

## Chimie



**Air Liquide**  
creative oxygen

**ARKEMA**  
INNOVATIVE CHEMISTRY

## OEMs

**Schneider Electric**

**OPTIMEX**  
CANNEO MOTOR PUMPS

**SAFRAN**

**sOmeflu**  
Pompes Centrifuges AxoCentrifuges

**PCM**  
keep it moving

# Cas d'usage 1 – Prévention des arrêts imprévus

- Contexte: **amorce de panne** statorique détectée sur le compresseur d'injection biométhane d'une installation
- Conséquences:
  - **Défaillance complète** du moteur du compresseur, qui doit être remplacé
  - Process biogaz impacté, **manque à produire**
- Predict-Adapt permet de **caler l'intervention nécessaire au maintien en fonctionnement**



15M€/an  
économies  
potentielles sur base  
installée Fr 2017

# Cas d'usage 2 – Sécurisation de la montée en charge d'une installation

- Contexte: **montée du facteur de charge** d'une installation, ajustement du personnel difficile
- Conséquences:
  - **Taux de vieillissement** de l'installation accru
  - Risque de **non détection d'une amorce de panne**
- La prévention permise par Predict-Adapt permet l'augmentation du taux de charge en **limitant l'impact négatif sur le taux de disponibilité**



Sécurisation montée en charge de plusieurs  
10M€ CA pour la filière





Just-in-time maintenance & Energy Efficiency. Delivered.

[matthieu.peterschmitt@eco-adapt.com](mailto:matthieu.peterschmitt@eco-adapt.com)



# Témoignage d'un exploitant AAMF

Mauritz QUAAK – Exploitant & Vice-président AAMF  
& Pilote du GT technico-économique AAMF

**SAS BioEnergie de la Brie**

Email : [bioenergiedelabrie@gmail.com](mailto:bioenergiedelabrie@gmail.com)




# ✓ 5 outils d'optimisation

1. Etablir un suivi analytique de ses coûts
2. Dresser des indicateurs de comparaison
3. Anticiper les imprévus
4. Garantir la production nominale
5. Chasser les dérives



# ✓ Etablir un suivi analytique de ses coûts



- Coût électrique, idéalement par poste (€/Nm<sup>3</sup>)
- Coût des intrants (€/Nm<sup>3</sup>) 
- Coût d'épandage (€/Nm<sup>3</sup>)
- Coûts de maintenance (partie métha/partie valo)
- Coût main d'œuvre vs prestation externalisée



# ✓ Dresser des indicateurs de comparaison

- par mois
- par année
- avec d'autres sites
- avec Méthacompare



# ✓ Anticiper les imprévus



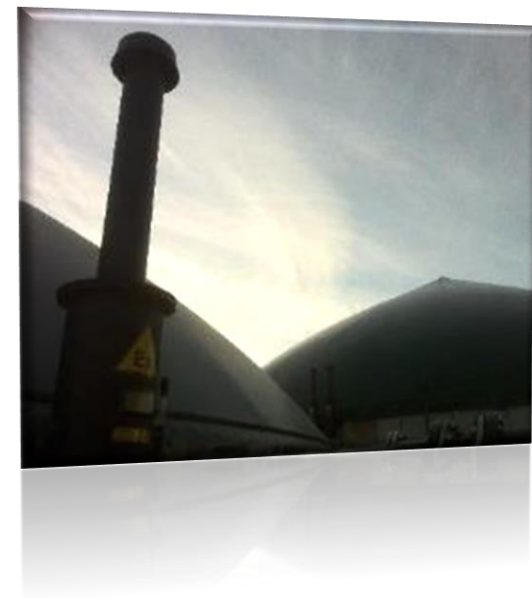
- Checklist quotidienne et mensuelle  
*contrôle visuel / auditif / olfactif*
- Maintenance préventive  
*liste par machine*
- Stock pièces critiques  
*à constituer tout au long de la vie de l'unité*





# ✓ Garantir la production nominale

- Dimensionnement épurateur 120%
- Suivi continu de sa biologie (pH, FOS/TAC, ...)
- Maintenance lourde à cheval sur 2 mois
- Tableau d'avancement : 105% au 15 du mois
- Avoir une bonne capacité de gazbags
- Redondance équipements / plan B

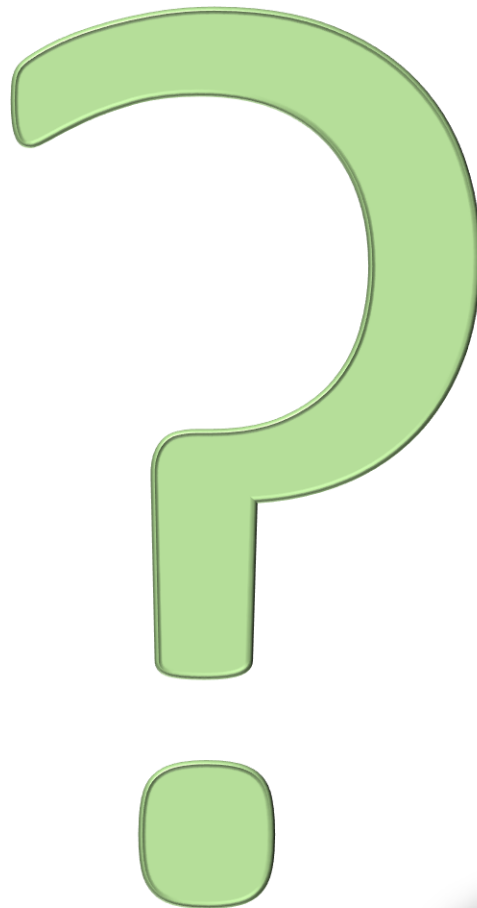


# ✓ Chasser les dérives

- Le diable est dans le détail...
- Ne pas laisser traîner !
- Avoir les bons outils de mesure
- Se fixer des limites à ne pas dépasser



✓ Questions



*...merci*