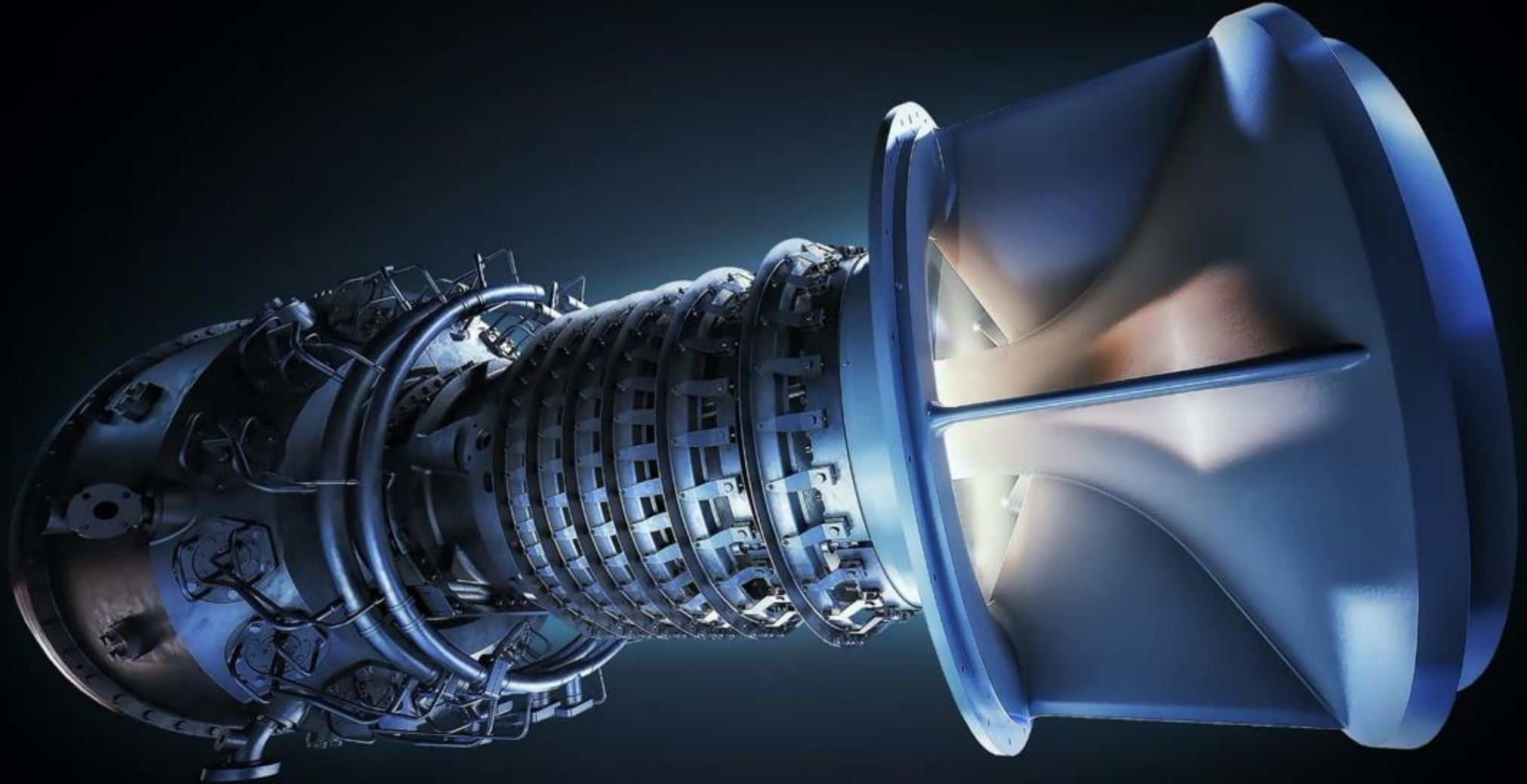


JOURNÉE COGÉNÉRATION





ATEE - Journée Cogénération - Paris 27/09/2023



Solar Turbines
A Caterpillar Company

Powering the Future

A propos de nous:

Qui sommes nous?

- Fournisseur de solutions énergétiques
- 95 ans d'existence, basé à San Diego, Californie
- Exportateur Mondial dans plus de 100 pays
- Filiale de Caterpillar Inc. depuis 1981
- Turbomach, filiale de Caterpillar depuis 2004
- Plus de 16 000 turbines à gaz
- 8 000 employés dispatchés sur 65 bureaux dans le monde

Que faisons nous?

Activités dans la cogénération et l'Oil and Gas

- Production d'électricité et de chaleur pour les hôpitaux, les universités, les installations industrielles, les chaufferies, les data centers.
- Puissance et compression pour le transport du gaz, production électrique pour installation offshore (Plateforme, FPSO, Spool base)

Que fabriquons nous?

- Turbines à gaz industrielles, compresseurs de gaz, Réducteurs de Vitesse, Moteurs électrique (EMD), Solutions énergétiques durables, Solutions numériques accompagnées d'un service tout au long du cycle de vie.



Solar Turbines

A Caterpillar Company

Turbomach

A Caterpillar Company

A propos de nous

Turbomach
A Caterpillar Company

Solar Turbines
A Caterpillar Company

**World's Largest Manufacturer of
Industrial Gas Turbines**

(1 to 39 MW)



**Installations in
100+ Countries**

Direct End-to-End
Sales and Service



**Sales and Service
Locations**

Subsidiary of Caterpillar Inc.

SINCE 1981



16,000+
Gas Turbines Sold



6,500+
Gas Compressors Sold

Global Workforce

8,000+
Employees



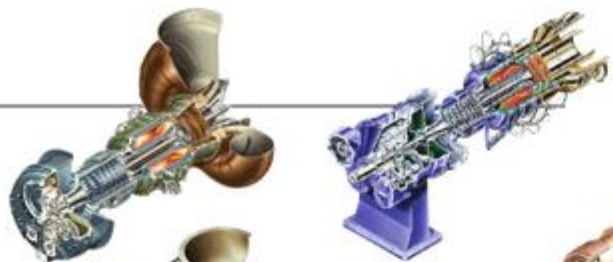


Solar Turbines

A Caterpillar Company

Saturn 20

1590 hp / 1210 kWe



Centaur 40 & 50

4700 - 6130 hp
3515 - 4600 kWe



Mercury 50

4600 kWe



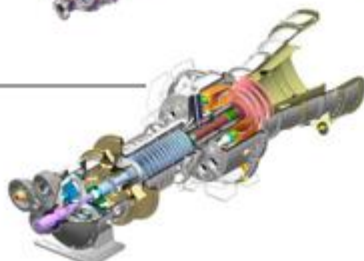
Taurus 60

7700 hp / 5670 kWe



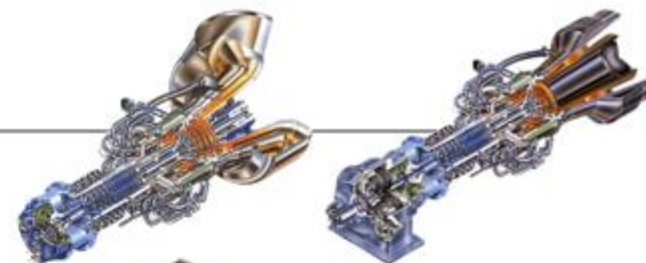
Taurus 65

6500 kWe



Taurus 70

11,110 hp / 8180 kWe



Mars 90 & 100

13,220 - 15,900 hp
9450 - 11,350 kWe



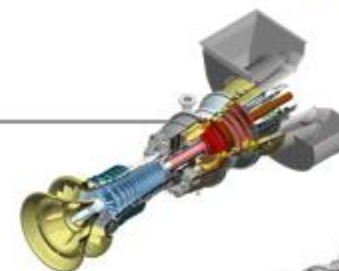
Titan 130

23,470 hp / 16,530 kWe



Titan 250

31,900 hp / 23,100 kWe



Titan 350

47,000 hp / 34,000 kWe
52,500 hp / 38,000 kWe



+ de 2400 Turbines en service secteur de l'industrie

SERVICE SECTOR EXPERIENCE (cumulative MW)

2974	Power Plant
848	Education Services
778	IT Facilities
645	Gov/inst.
473	District Heating Power Plant
426	Water Treatment Plant
352	Solid Waste Facilities
333	Health Care Facilities
311	Other - Commercial
104	R&D Facilities

INDUSTRIAL SECTOR EXPERIENCE (cumulative MW)

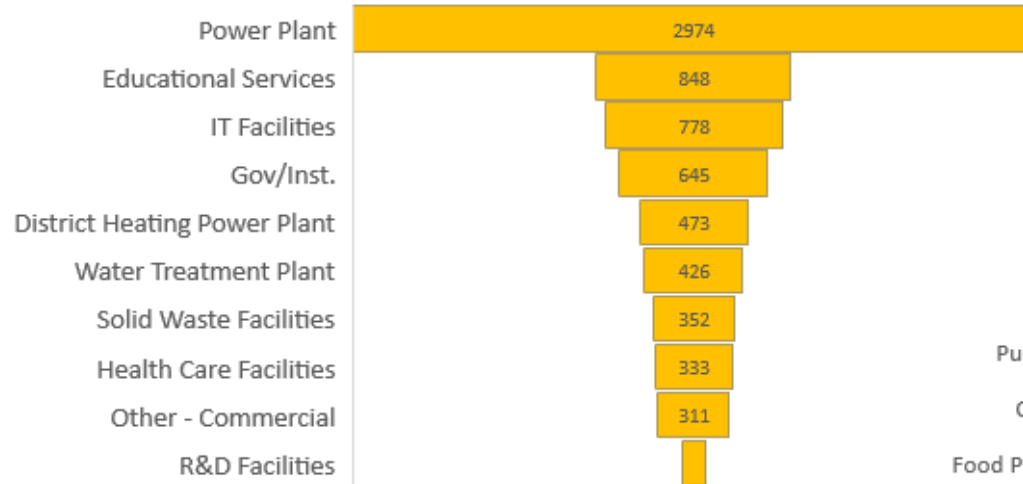
1871	Pulp&Paper
1693	Chemicals
1323	Food Processing
1116	Other - Industrial
584	Mining
444	Stone, Clay, Glass and Concrete Pro
443	Textiles
314	Pharmaceutical
271	Refinery
255	Tires and Rubber



A full view on power generation

Solar Turbines
A Caterpillar Company

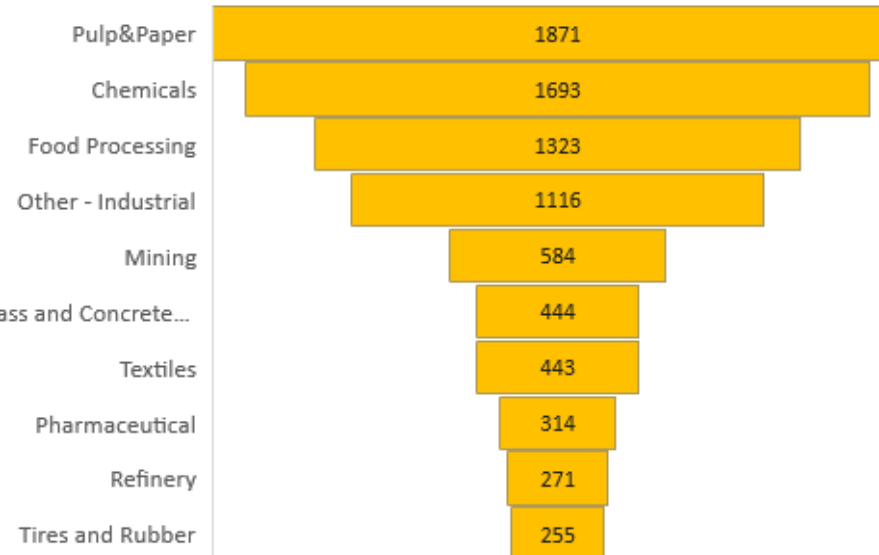
Services Sector Experience - MW



+1200 Gas Turbines
in industrial CHP applications

40% average reduction
of CO2 emissions in CHP application
(ref. <https://www.eia.gov/>)

Industrial Sector Experience - MW



>30%
cost savings on utilities bill

Evolution des technologies de cogénération

Turbomach
A Caterpillar Company

Solar Turbines
A Caterpillar Company

Trajectoires de développement de Solar Turbines



**Process et Efficacité
Opérationnelle**



**H₂, Bio-Methane,
Carburant durable**



**Digital et
Energy
Optimization**

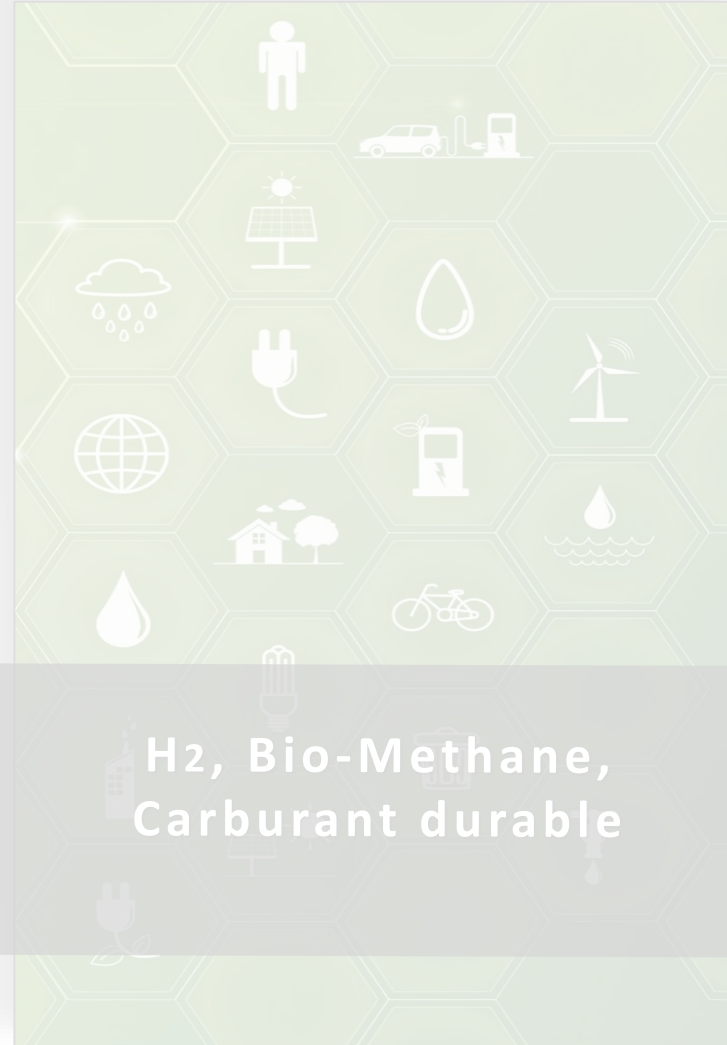
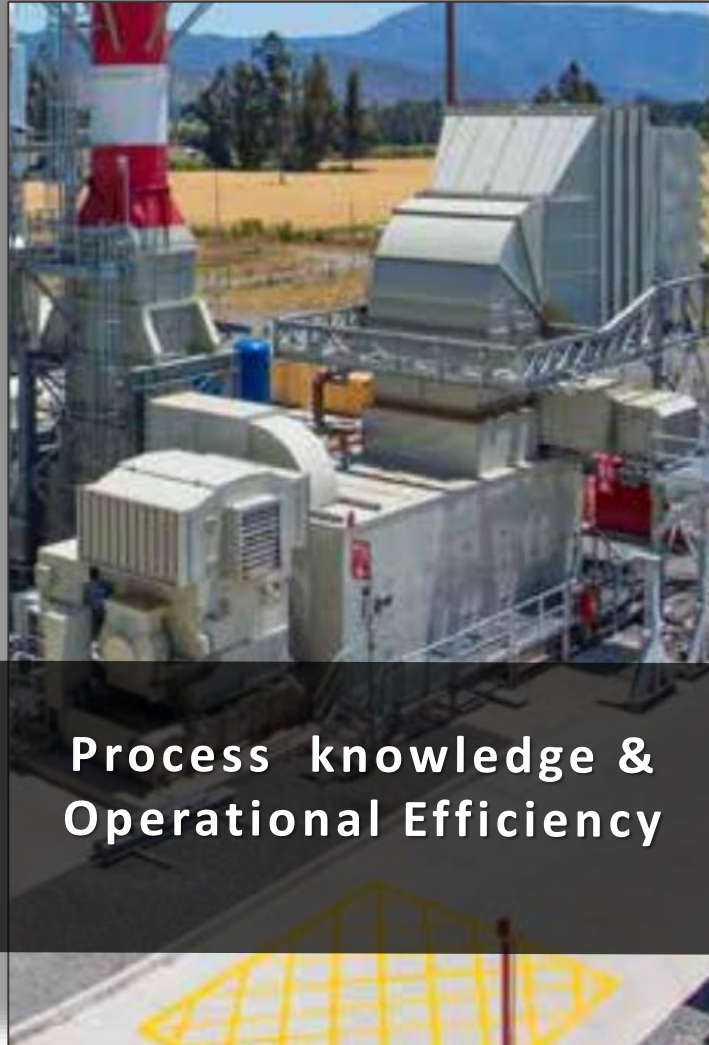
Journée Cogénération – 27/09/2023

Evolution des technologies de cogénération

Turbomach
A Caterpillar Company

Solar Turbines
A Caterpillar Company

Trajectoires de développement de Solar Turbines



Journée Cogénération – 27/09/2023

Marché de l'UE – le contexte macroéconomique (2021-2023)

Solar Turbines

A Caterpillar Company

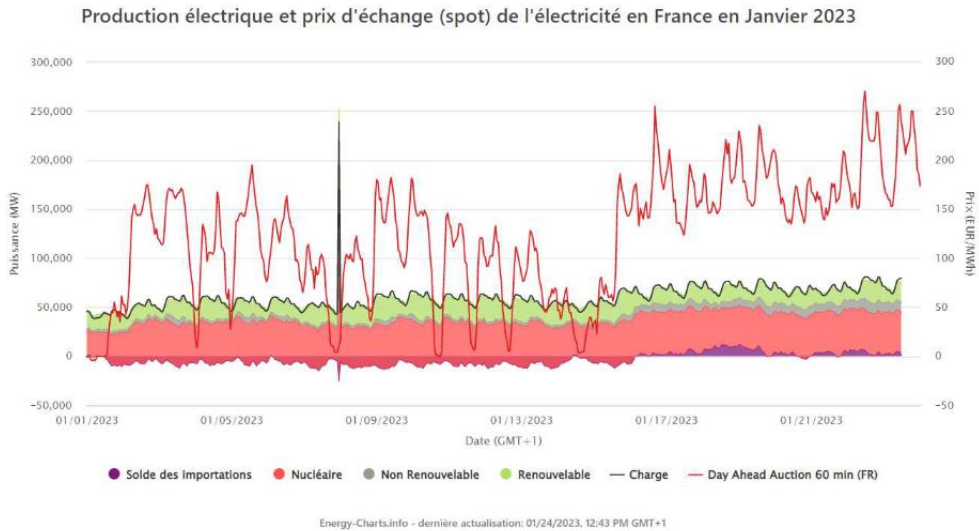
Turbomach

A Caterpillar Company

- Reprise de la demande et de la consommation post-COVID
- Situation géopolitique & Crise énergétique
- Coût du gaz et de l'électricité
- Disponibilité des matières premières et croissance des prix
- Retour de l'inflation et phénomènes spéculatifs

**NET
ZERO
CARBON**

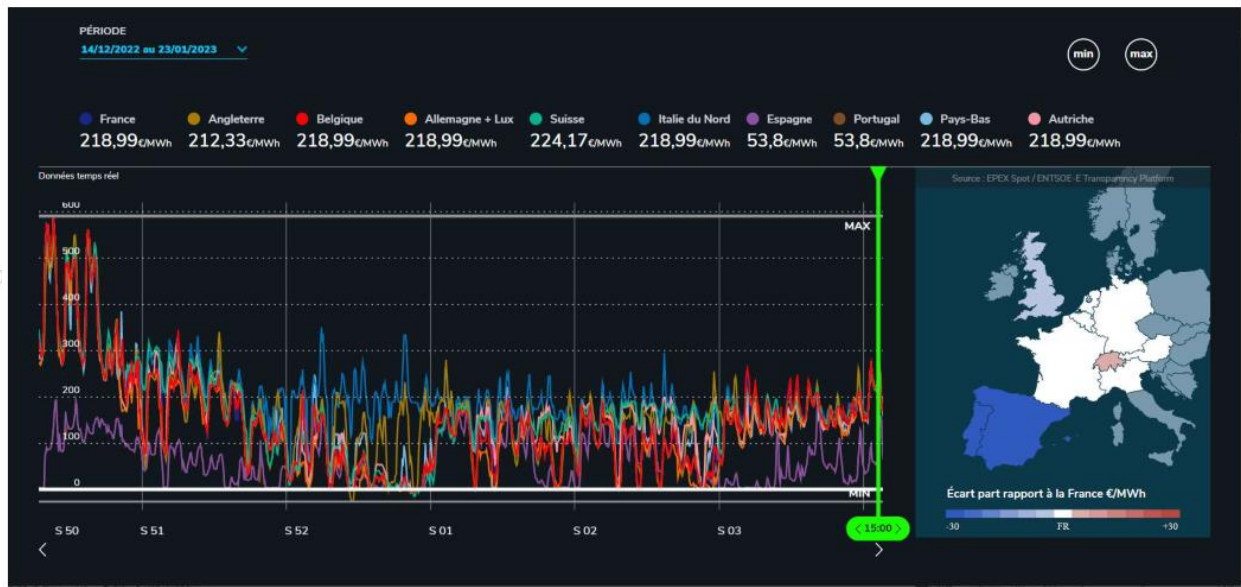
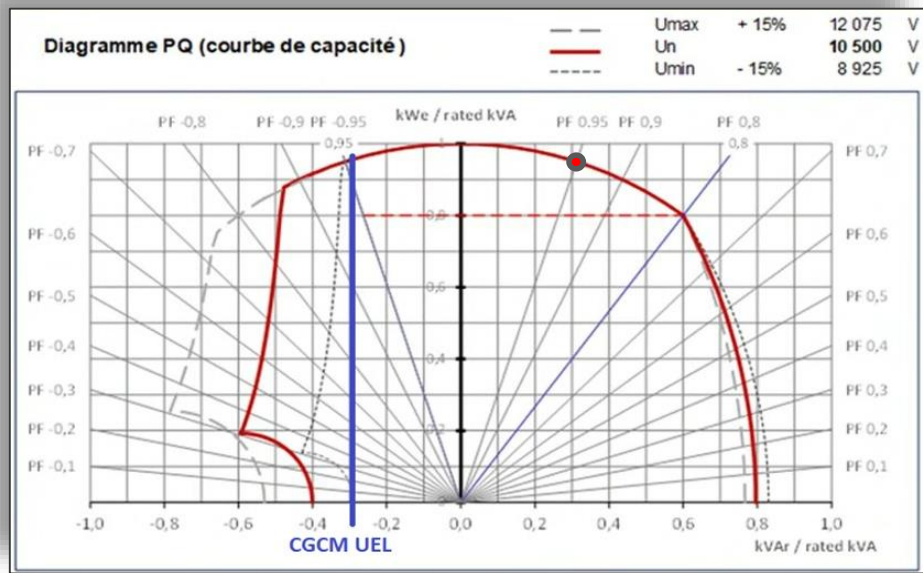
Accompagnement de production



InSight Platform
Caterpillar Confidential Yellow

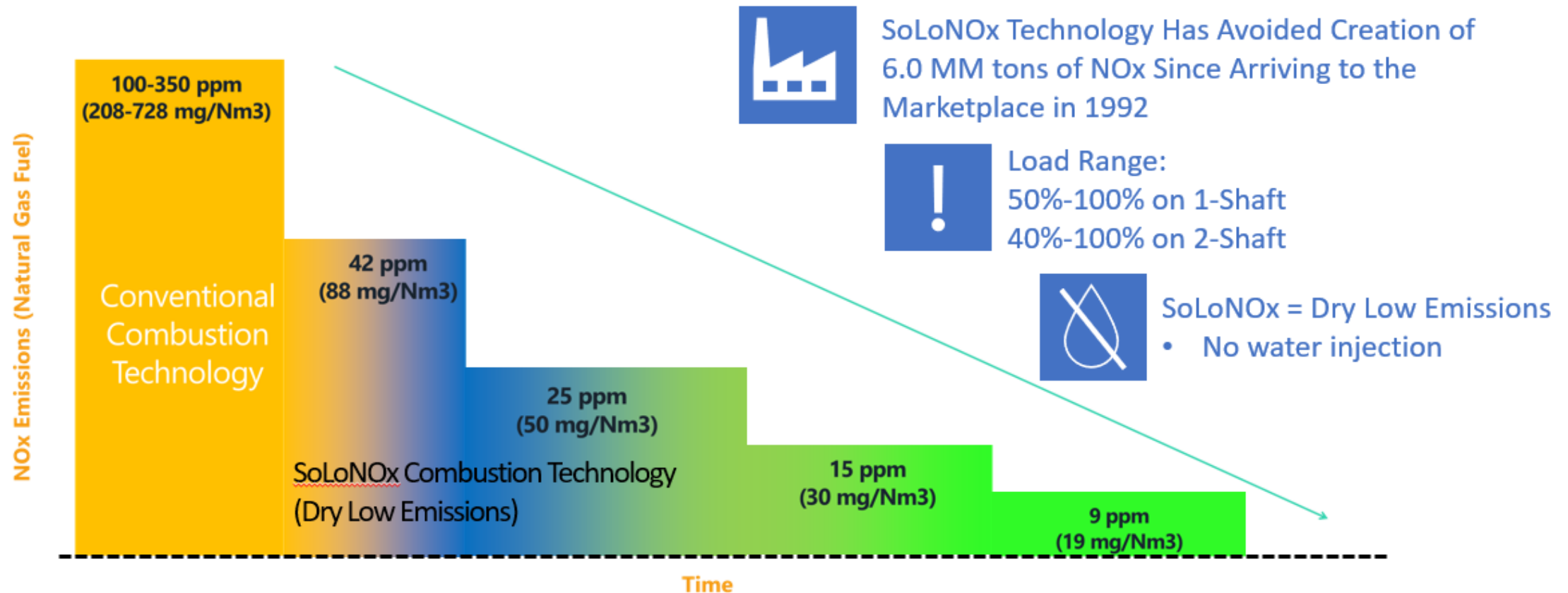
https://energy-charts.info/charts/price_spot_market/chart.htm?l=fr&c=FR&interval=month&year=2023&legendItems=111111

Solar DIGITAL 10



Gas Fuel Emissions Overview

Emissions Improvements



Baisse de tension sur le réseau Français

UAR4N (AP106f7) , Sottotensione (ANSI 27), Sovratensione (ANSI 59), Statore a terra (ANSI 64S)												S/N :	
Undervoltage (ANSI 27), Overvoltage (ANSI 59), Stator earth fault (ANSI 64S)													
Trasformatori di tensione / Voltage Transformers												6600/1.73 / 110/1.73 V, 10 VA	
Trasformatore di tensione, triangolo aperto / Voltage Transformer, open delta												6600/1.73 / 110/1.73 V, 30 VA	
Tensione nominale di esercizio / Rated voltage of plant												20000/6300 V	
Insert.	Nominal Values	Threshold Set-up	85%	75%	115%	125%	Uo>> = 0.1 x (6.3/6.6)						
3U<+ST	Un : 110 V	ANSI 27 : on	ANSI 27 : on	ANSI 59 U> : on	ANSI 59 U>> : on	ANSI 59N : off	Ansi 59N 64S Uo>> : on						
	Uon : 110 V	U< : 0.81	U<< : 0.72	U> : 1.10	U>> : 1.20	64S Uo> : --	Uo>> : 0.10						
	U prim : 6600 V	TI : 3 sec	TI indip : 1,5 sec	TI : 3 sec	TI indip : 1,5 sec	TI : --	TI indip : 3 sec						
	Uo prim : 6600 V	TA U< : --	TA U<< : --	TA U> : --	TA U>> : --	TA Uo> : --	TA Uo>> : --						
	Display : NORMAL	TA U< : --	TA U<< : --	TA U> : --	TA U>> : --	TA Uo> : --	TA Uo>> : --						
	Contrast : 9												
Relays Function					Digital Input	Special Function	Test reale / Field test			Tested b			
							Threshold	Test value	Tripped value				
R1 norm : on	R2 norm : on	R3 norm : on	R4 norm : on	Dig1 : LO of U<	Inhibit U<<< : off								
R1 U< : --	R2 U< : --	R3 U< : Trip	R4 U< : --	Dig2 : LO of U<<	3 U<U<< : --	ANSI 27 U<							
R1 U<< : --	R2 U<< : --	R3 U<< : Trip	R4 U<< : --	Dig3 : --	3 U>U>> : --	ANSI 27 U<<							
R1 U> : Trip	R2 U> : Trip	R3 U> : --	R4 U> : --			ANSI 59 U>							
R1 U>> : Trip	R2 U>> : Trip	R3 U>> : --	R4 U>> : --			ANSI 59 U>>							
R1 Uo> : --	R2 Uo> : --	R3 Uo> : --	R4 Uo> : --			ANSI 64S Uo>							
R1 Uo>> : Trip	R2 Uo>> : --	R3 Uo>> : --	R4 Uo>> : Trip										
Test R1 : off	Test R2 : off	Test R3 : off	Test R4 : off										

Exemple de setting
Protection Mini U: 0,82

Evolution des technologies de cogénération

Turbomach
A Caterpillar Company

Solar Turbines
A Caterpillar Company

Trajectoires de développement de Solar Turbines



Process knowledge &
Operational Efficiency



H₂, Bio-Methane,
Carburant durable



Digital et
Energy
Optimization

Bas carbone et Carburants bio

Carb. Gazeux

- Hydrogène
- Gaz de synthèse
- Biomethane & Biogaz
- Gaz naturel renouvelable (GNR/e-GN)
- Biopropane

Carb. Liquides

- B20-B50 Biodiesel mix
- Diesel renouvelable (e-diesel)

- Ammoniac

- B100 Biodiesel*
- Ethanol*
- Dimetil Ether (DME)*
- HVO (Huile végétale hydrogénée)*
- Biomasse huileuse ou liquide

* Disponible su alcune configurazioni di prodotto

Disponible dès maintenant

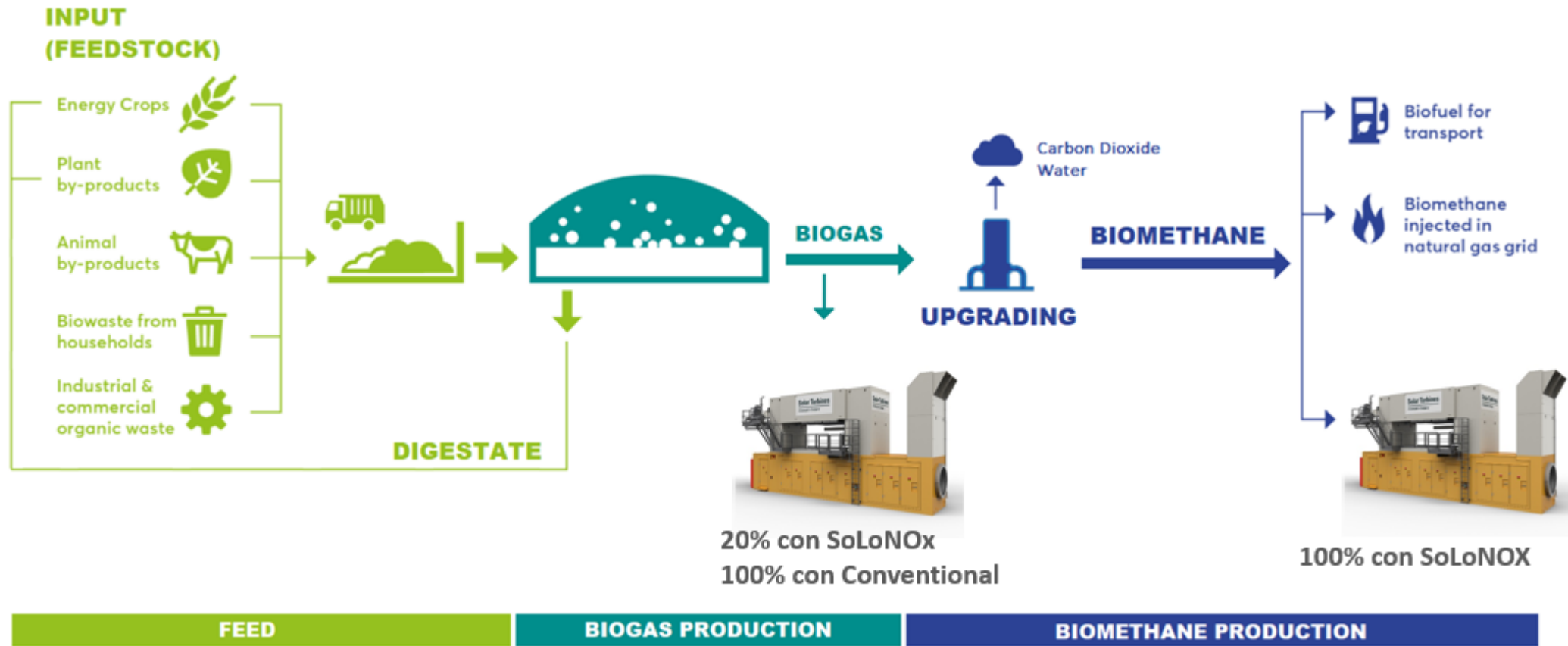
En cours d'élaboration



Evolution des technologies de cogénération H2, Biométhane, carburant durable

Turbomach
A Caterpillar Company

Solar Turbines
A Caterpillar Company



Note: la capacité bicarburant est également possible (sécurité de fonctionnement)

Evolution des technologies de cogénération - Hydrogène

Solar Turbines

A Caterpillar Company

Turbomach

A Caterpillar Company

1985



First high-H₂ experience
at 40% H₂ (wet)

1995



U.S. refinery runs
Centaur 50 at 100% H₂

2003



Titan 130 SoLoNOx
at 15% H₂

2007



First Coke Oven
Gas Application

2018



46 Gas Turbines
Up to 65% H₂

2023



Titan 130
up to 83% H₂

- 35 Ans d'expérience dans l'application d'Hydrogène
- 55 turbines en service avec plus de 2M d'heures d'opérations

Evolution des technologies de cogénération - Hydrogène

<https://www.grtgaz.com/medias/actualites/tests-melange-hydrogene-turbine-gaz>

SoLoNOx™ jusqu'à 20% H₂

- Raffinerie aux Etats Unis jusqu'à 20% H₂
- Industrie chimique en Chine & Europe jusqu'à 14% H₂
- Projet demonstration Titan 130S jusqu'à 24% H₂



Solar Turbines Partners with
GRTgaz Deutschland and OGE

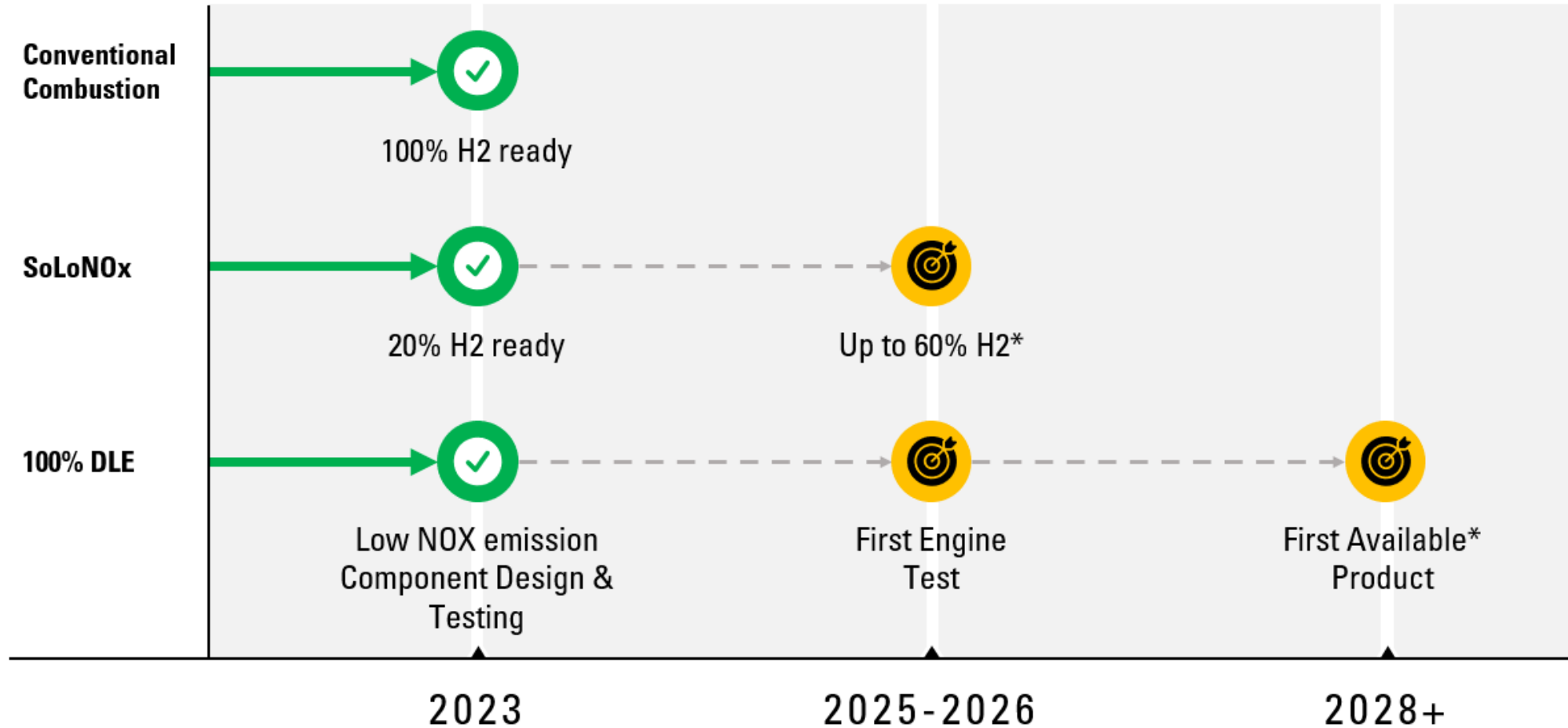
February 23, 2023

Conventional Combustion jusqu'à 100% de H₂

- Metallurgie en Chine jusqu'à 65% H₂
- Application Propane Dehydrogenation en Belgique jusqu'à 83% H₂
- Raffinerie aux Etats Unis jusqu'à 37% H₂

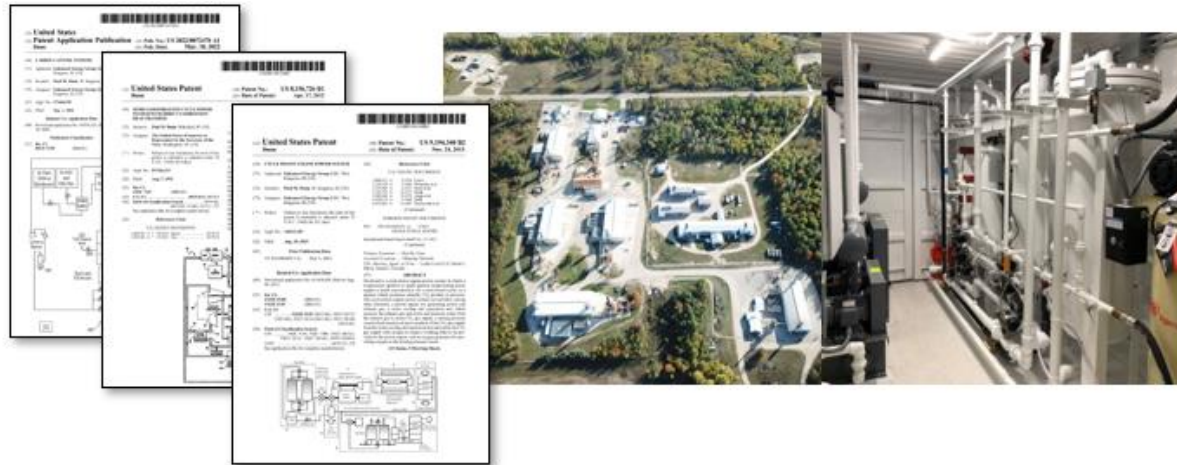


Feuille de route Hydrogène



* Disponibilité dépendra des résultats des tests, des produits et des émissions requises

Evolution des technologies de cogénération - Captation du Carbone



carbonpoint
SOLUTIONS

- Independent technology company acquired in September 2021
- Patented processes for CO2 concentration and capture
 - Exhaust Gas Recirculation
 - CO2-TSA Carbon Capture
- Applicable to lean burn engines and gas turbines
- Design and Engineering Services
 - Requires EPC integration

Evolution des technologies de cogénération

Solar Turbines

A Caterpillar Company

Trajectoires de développement de Solar Turbines



Process knowledge &
Operational Efficiency



H₂, Bio-Methane,
Carburant durable



Digital et
Energy
Optimization

Journée Cogénération – 27/09/2023

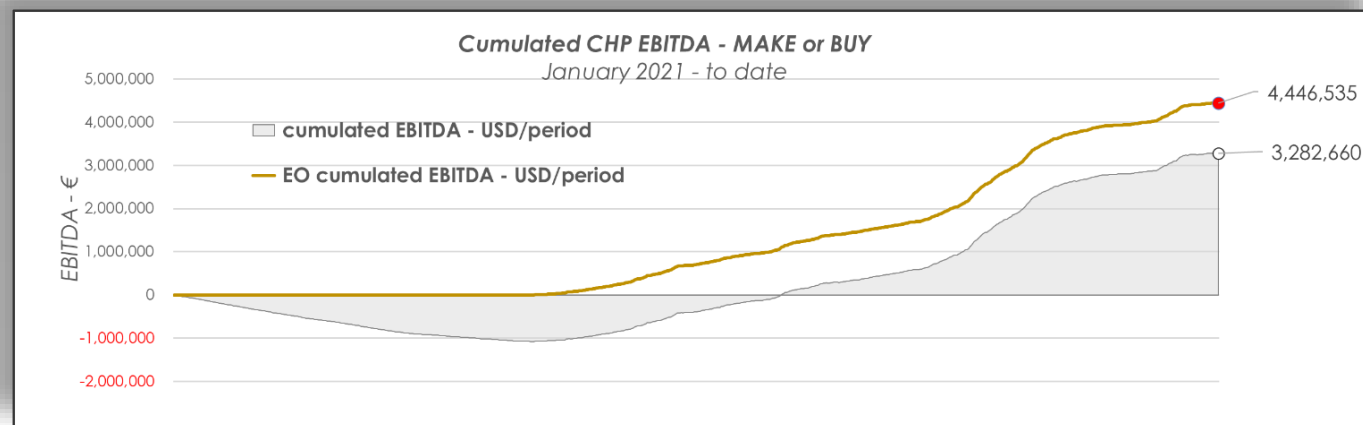
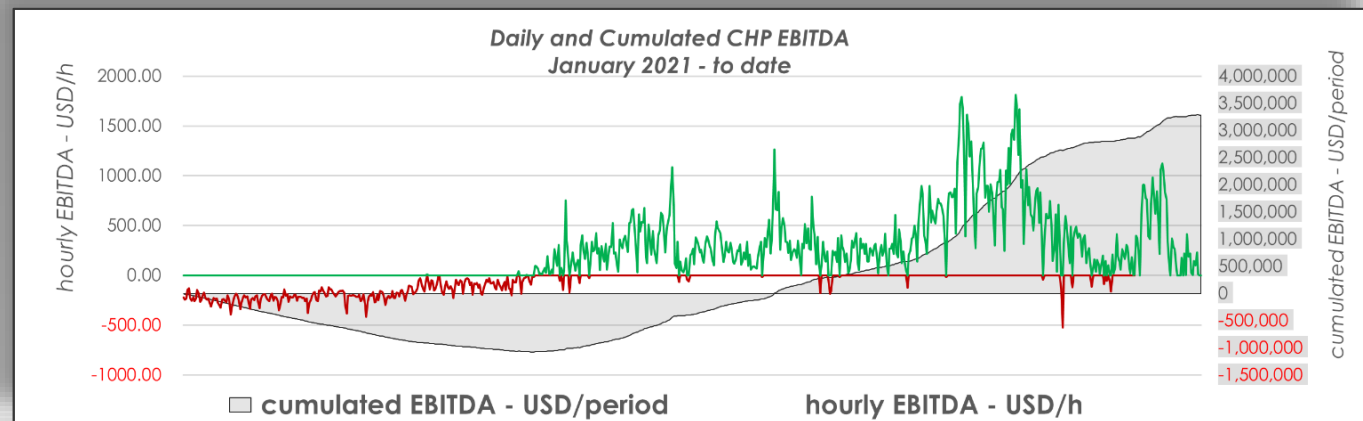
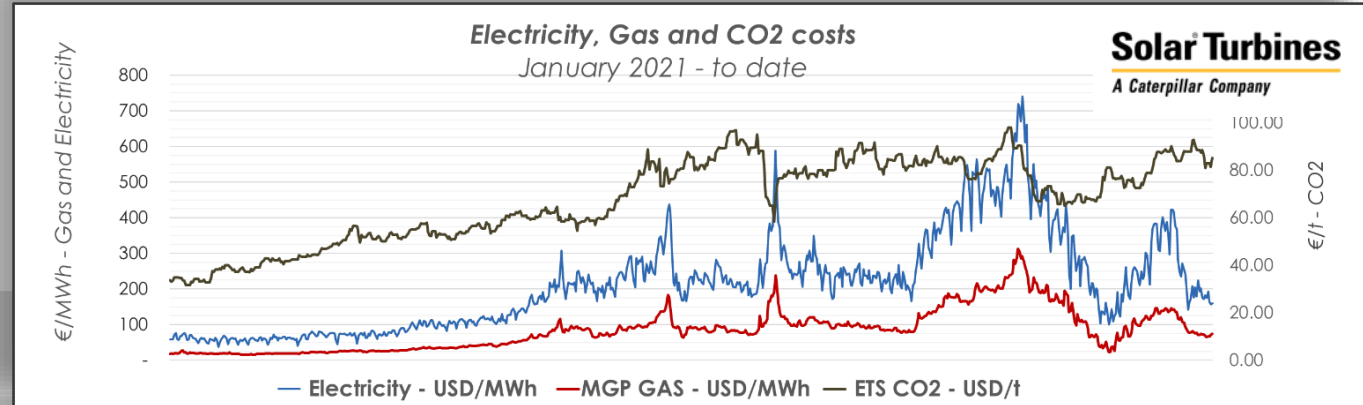
Améliorer la performance opérationnelle avec
le **DIGITAL**

Fenêtre +24 mois

Analyse dynamique des
performances de la cogénération
et analyse des écarts

Gestion dynamique de MAKE ou BUY

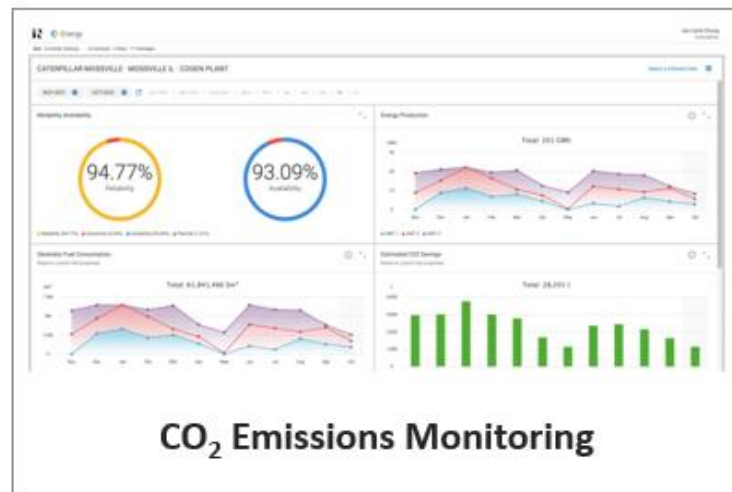
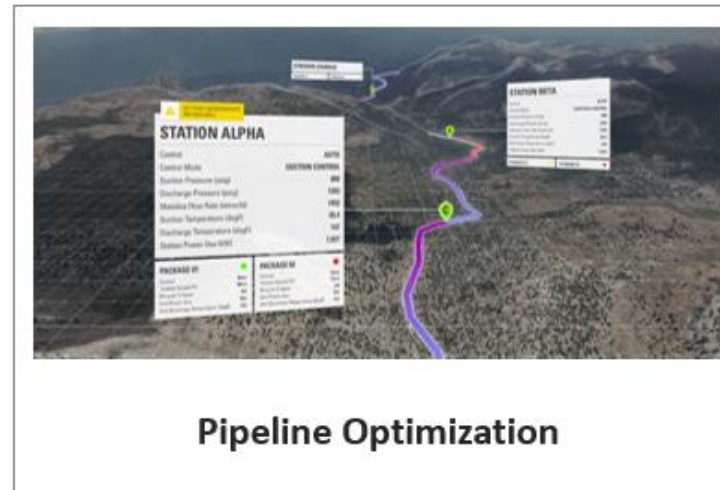
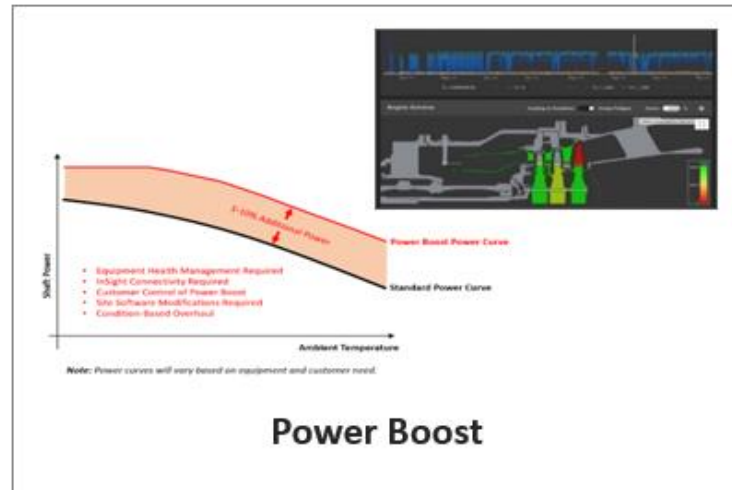
Solar[®] DIGITAL



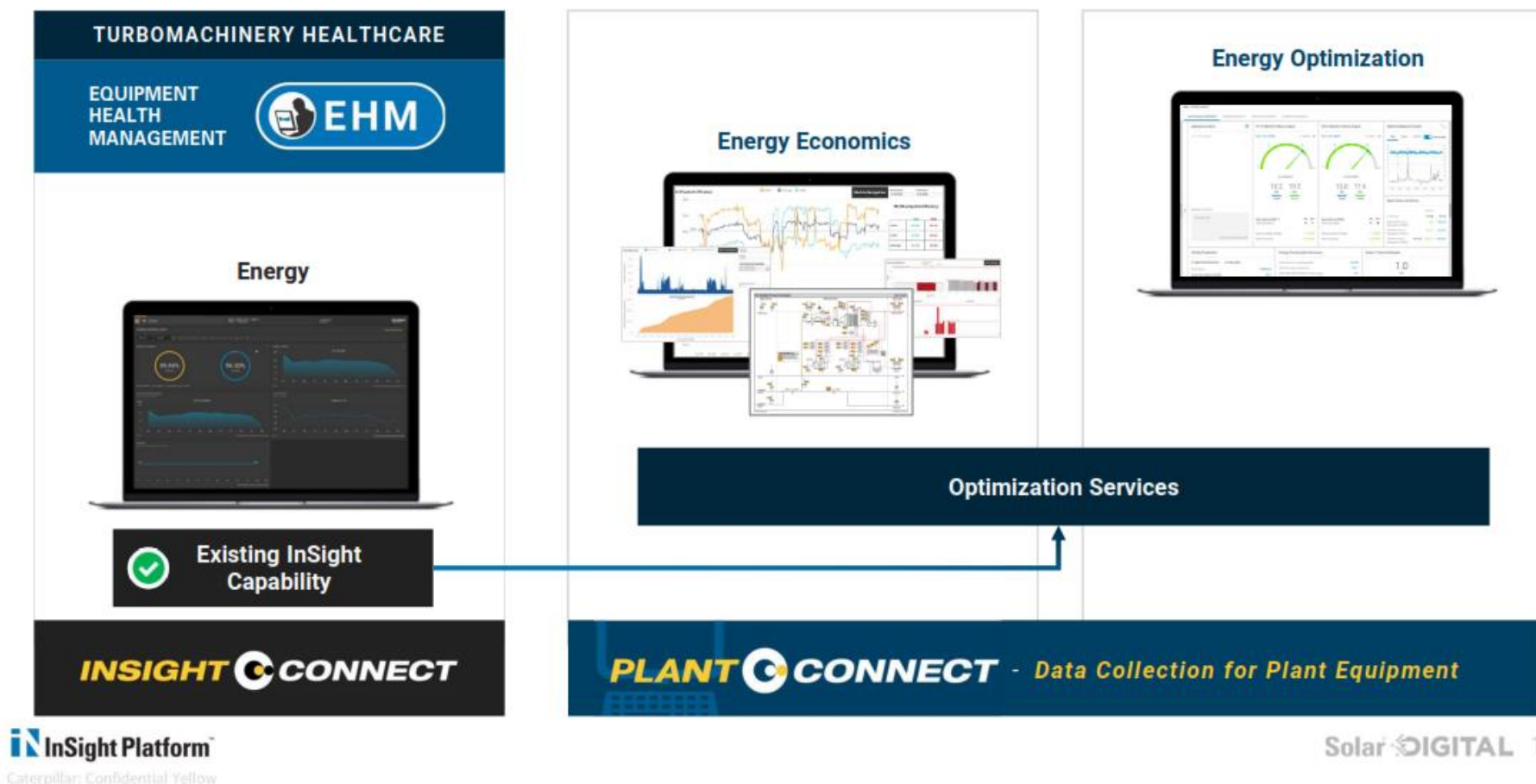
Evolution des technologies de cogénération

Solar Turbines

A Caterpillar Company



Digital Service Offerings for our Power Generation Customers



EQUIPMENT HEALTH MANAGEMENT

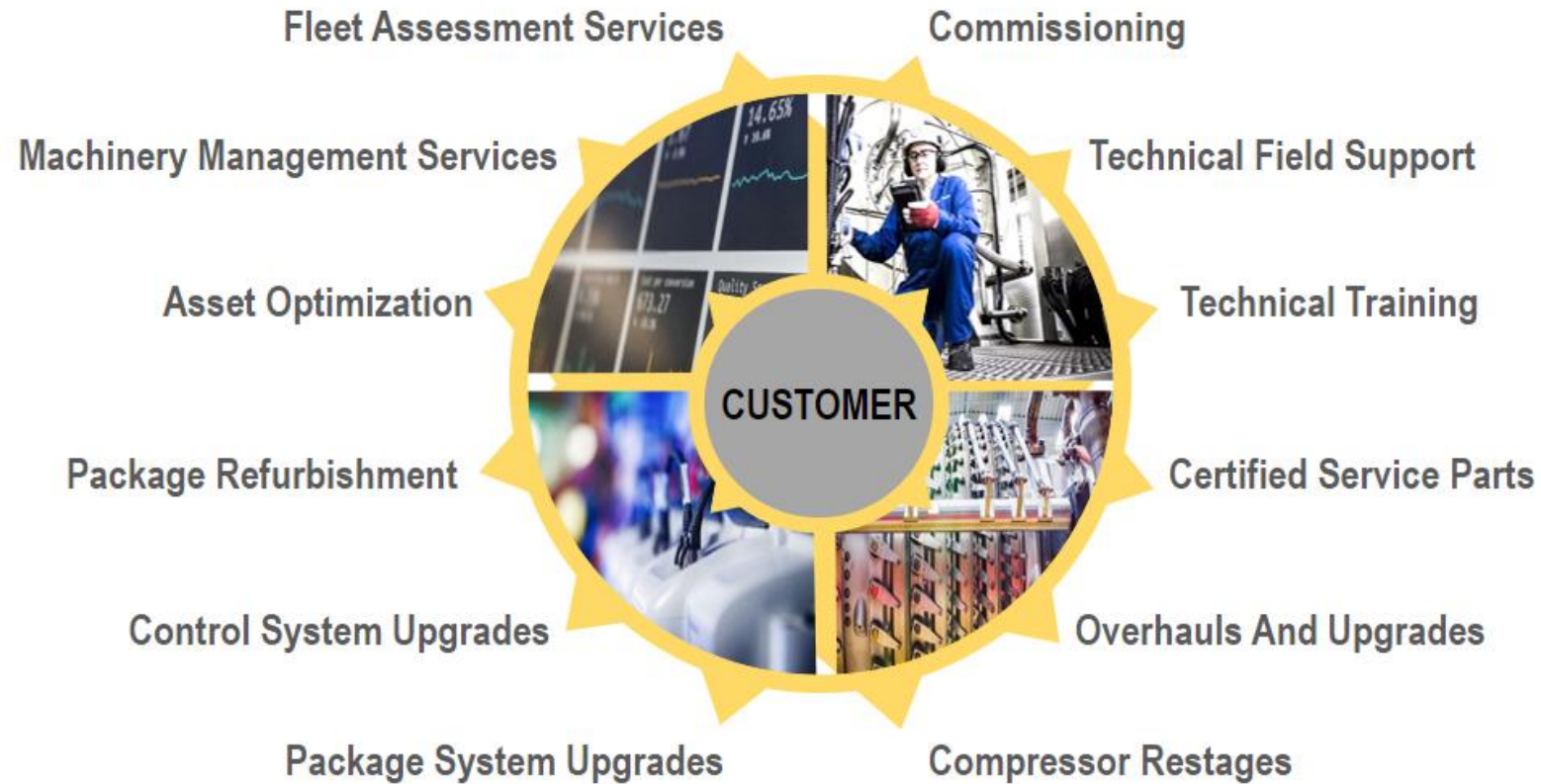


Instrumental to package high reliability:
fleet managers, *Insight* applications and infrastructure: deviations vs fleet,
preventive maintenance, early detection of anomalies ...

Post OA - Marché Libre

Total Life Cycle Support

Solar Turbines
A Caterpillar Company



Contrat à la carte: FLEXIBILITE

- Adaptabilité aux heures de fonctionnement
- FSA- BUSA-BUOA- EHMM- Option ? Offres tiroirs
- Buffer Engine

Niveau d'investissement suivant les exigences du Marché: DURABILITE

- FAS Fleet Assessment Service
- PRU (Package Refurbishment & Upgrade), Audit Package (Condition Assessment)
- Solutions Flexibles de pérennité de l'équipement (Obsolescence, conseil sur court et moyen termes)

Support client: OPTIMISER

- Solution Digitale (Energy Optimisation- Energy Economic)
- Etude de cas (Réduction empreinte carbone, Minimisation des coûts sur la durée de vie)
- Maintenance Préventive intelligente selon les besoins de l'équipement

Relocalisation de packages: ADAPTABILITE

- Support pour démontage /remontage & mise en service

THANK YOU

Merci

Solar[®] Turbines

A Caterpillar Company

All rights reserved. This material may not be reproduced, displayed, modified or distributed without the express prior written permission of Solar Turbines Incorporated.

Back Up Slides

Package Changes with H2

0-4% H2

● No Impact



Package Changes with H2

4-20% H2

● Limited Changes

0-4% H2

● No Impact

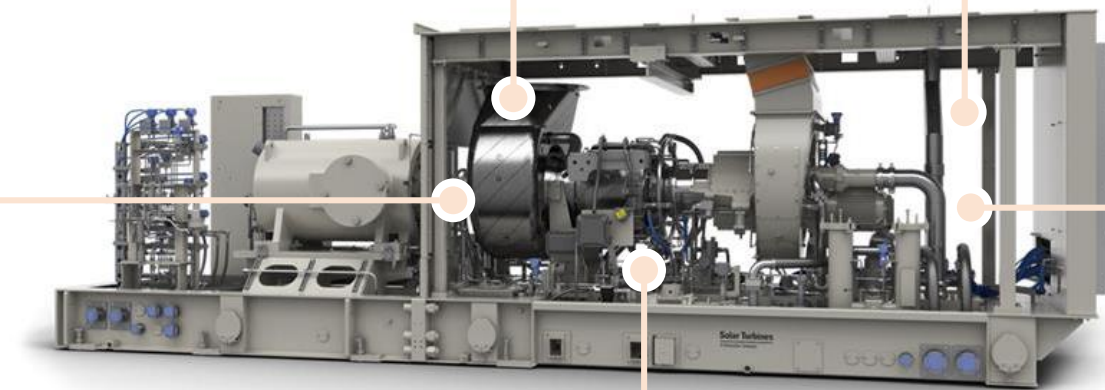
Engine & ancillary exhaust
system review

Fire suppression

Controls settings
update to fuel
characteristics

Fire & gas detection
calibration

Fuel system update



Package Changes with H2

20-100% H2

● Significant Changes

4-20% H2

● Limited Changes

0-4% H2

● No Impact

Controls settings & operating conditions

Engine & ancillary exhaust system modifications

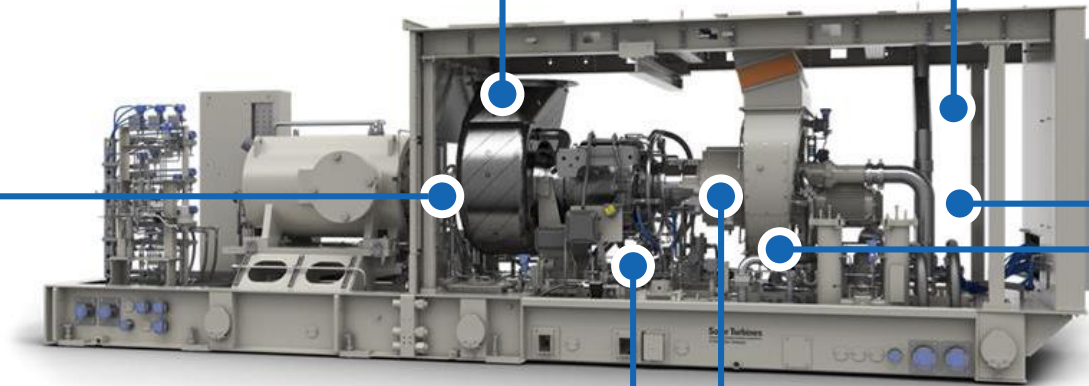
Fire suppression

Fuel system modifications

Fire & gas detection modifications

Gas turbine combustor modifications

Electrical devices upgrade (i.e., IIB, IIC)



Exemple – Schéma d'un système énergétique

