



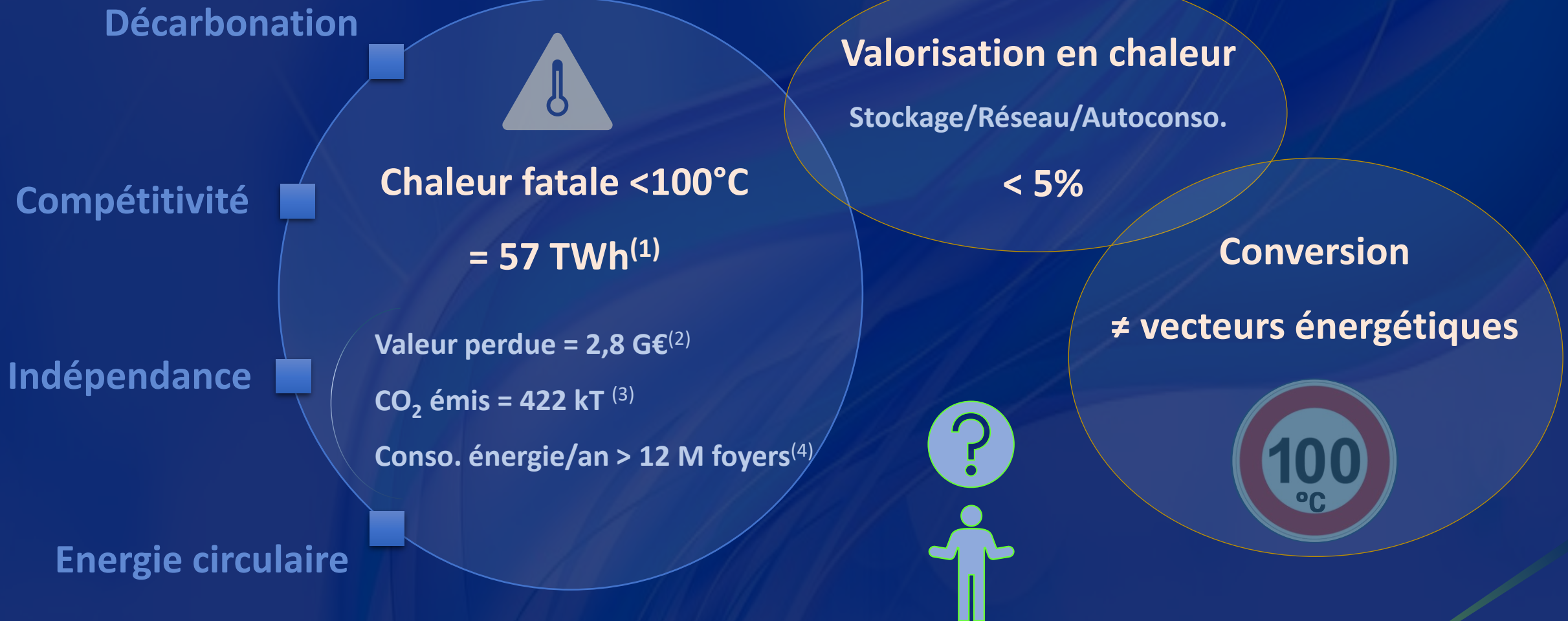
Le CO₂ moteur de la décarbonation

Pour un leader français de la valorisation de chaleur fatale industrielle

Janvier 2023

SEMIA

L'enjeu: neutralité carbone en 2050!



⁽¹⁾ Source ADEME pour l'année 2017, industrie France

⁽²⁾ Au prix moyen de 5cts/kWh_{th}

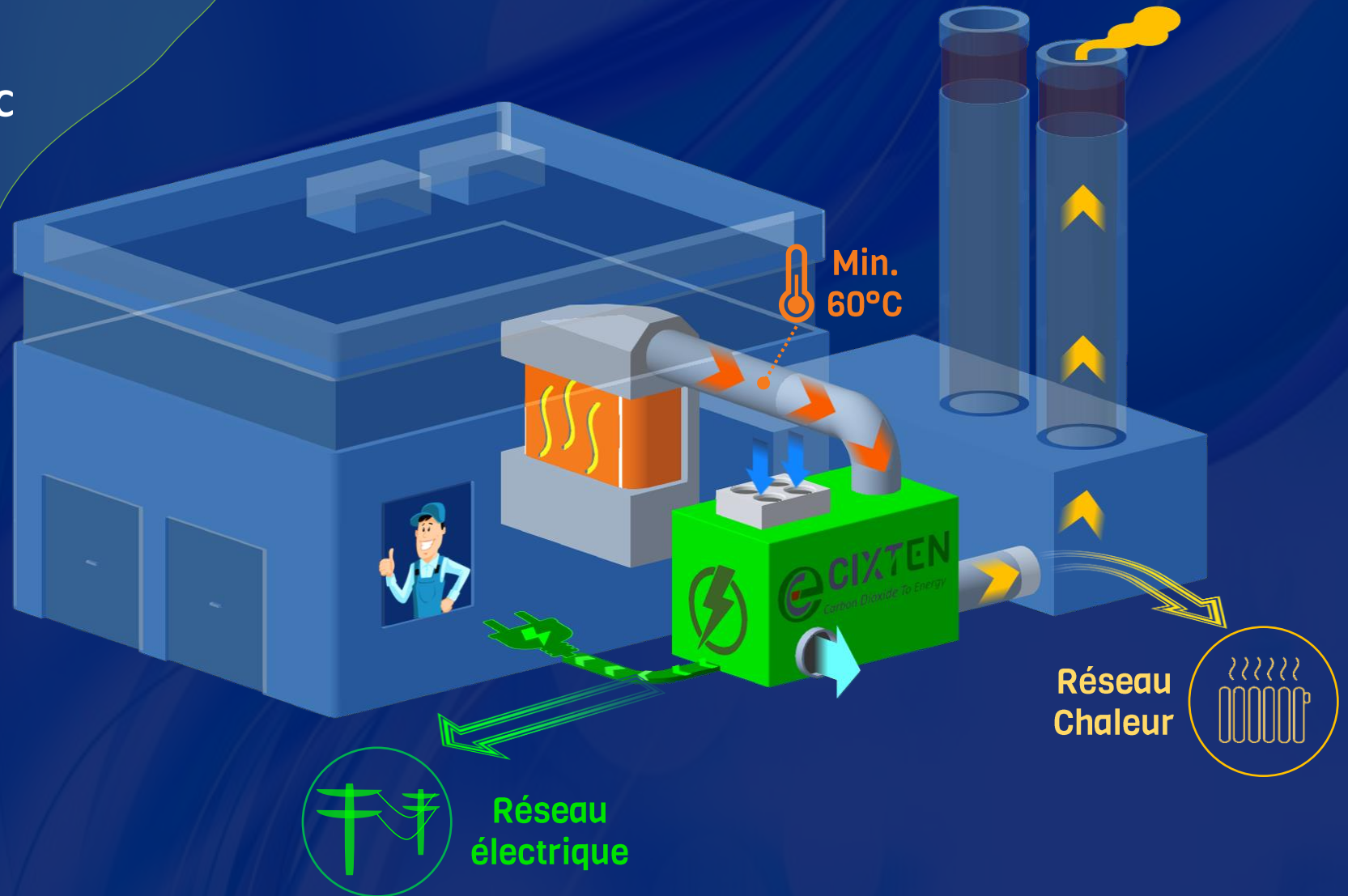
⁽³⁾ Mix énergétique français 74g CO₂/kWh produit (2017)

⁽⁴⁾ Consommation moyenne annuelle 4500 kWh par foyer

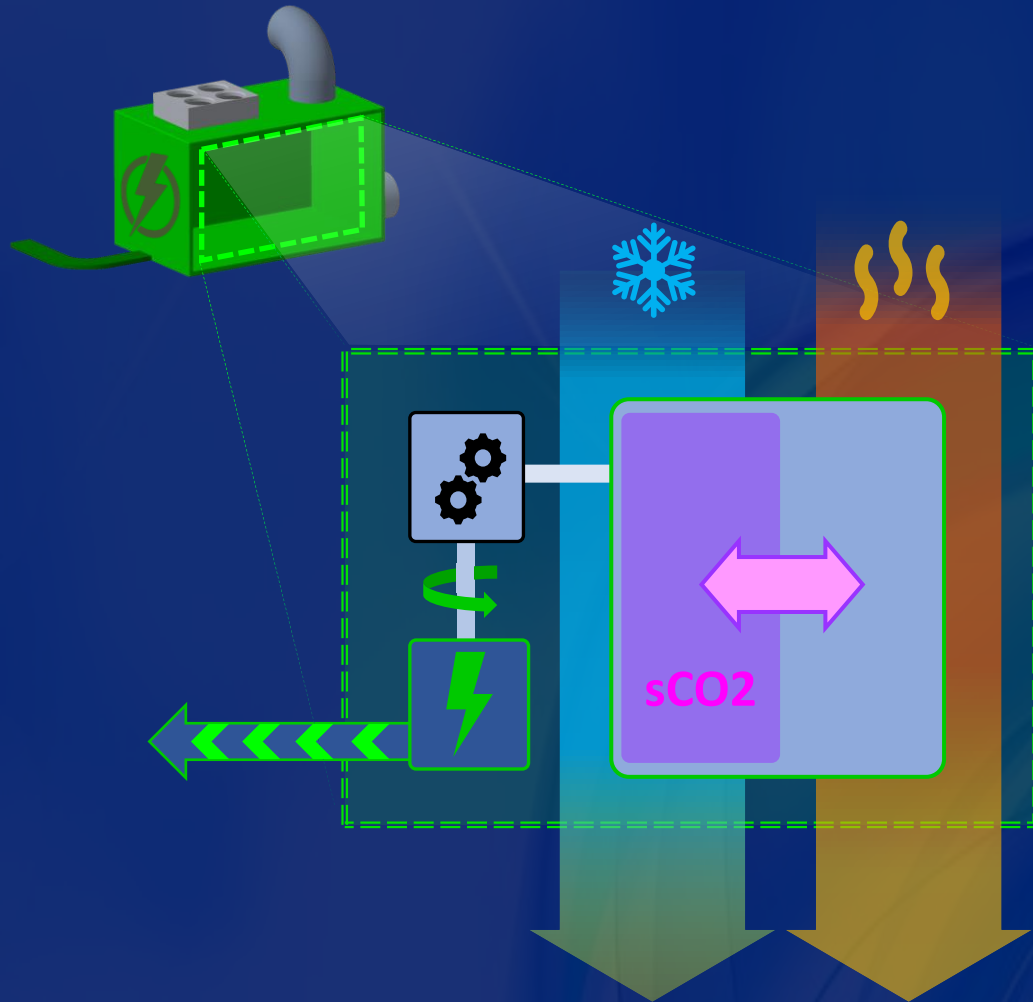
Le principe Cixten



Machine thermique modulaire
valorisant la chaleur fatale dès 60°C
en sources d'énergies
(électricité, gaz comprimé),
exploitant un cycle
au CO2 supercritique



Le principe Cixten



Le CO₂ supercritique

A la fois liquide....

Conductivité
thermique



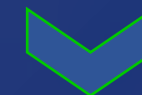
... et gazeux!

Dilatation
thermique

**Alternance
Chauffage / Refroidissement**



Cycle thermodynamique



Energie utile



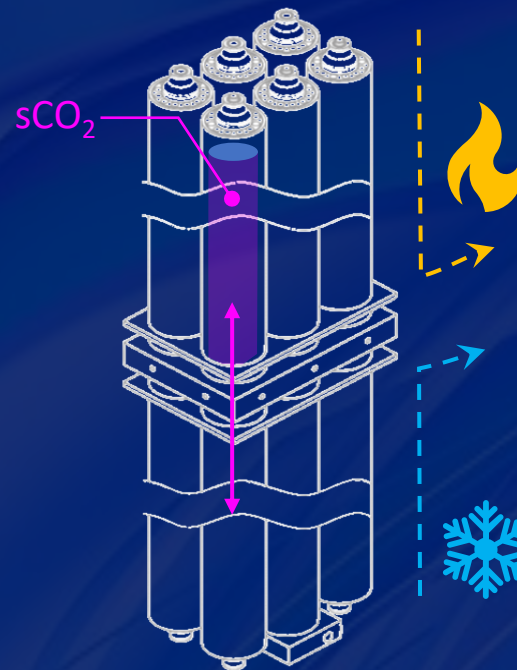
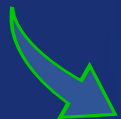
2 défis techniques solutionnés

Transferts de chaleur très efficaces
à haute pression



Segmentation du CO₂
en cartouches

1^{er} Brevet
PCT



Pilotage centralisé du cycle
thermodynamique



Indépendance du nombre
de cartouches CO₂

2nd Brevet
PCT



Modularité et évolutivité



Scalabilité grande série

La feuille de route



2020

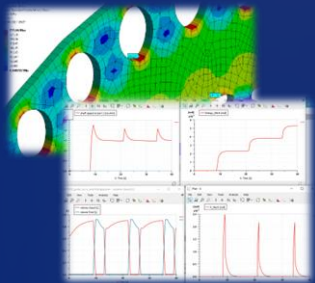
2021

**LABEL BPI
DEEPTECH**

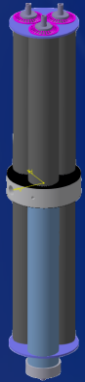
2022-2023

2023-2024

2025



2 Brevets PCT + POC (TRL5)



**Base
théorique** ☒

PI ☒

**Faisabilité
Technique** ☒

**Prototype avancé
laboratoire (TRL 6)**

Choix des procédés

Matériaux

Chaine de conversion

**Fiabilité &
Performance** ☐

**Projet Pilote sur site
industriel (TRL 7)**

Mise au point procédés

Interfaces

Test environnement réel

**Viabilité
industrielle** ☐

Présérie (TRL 8)

Industrialisation

Commercialisation

**Viabilité
commerciale** ☐

Analyse réglementaire (dont DESP 2014/68/UE)

(Thèse CIFRE)

Fonds propres

**Fonds propres
BFTE/ Bourse Région**

**1^{ère} levée de fonds / i-Lab
AAP iBaC / FTS / prêts**

**2nd levée de
fonds**

L'équipe



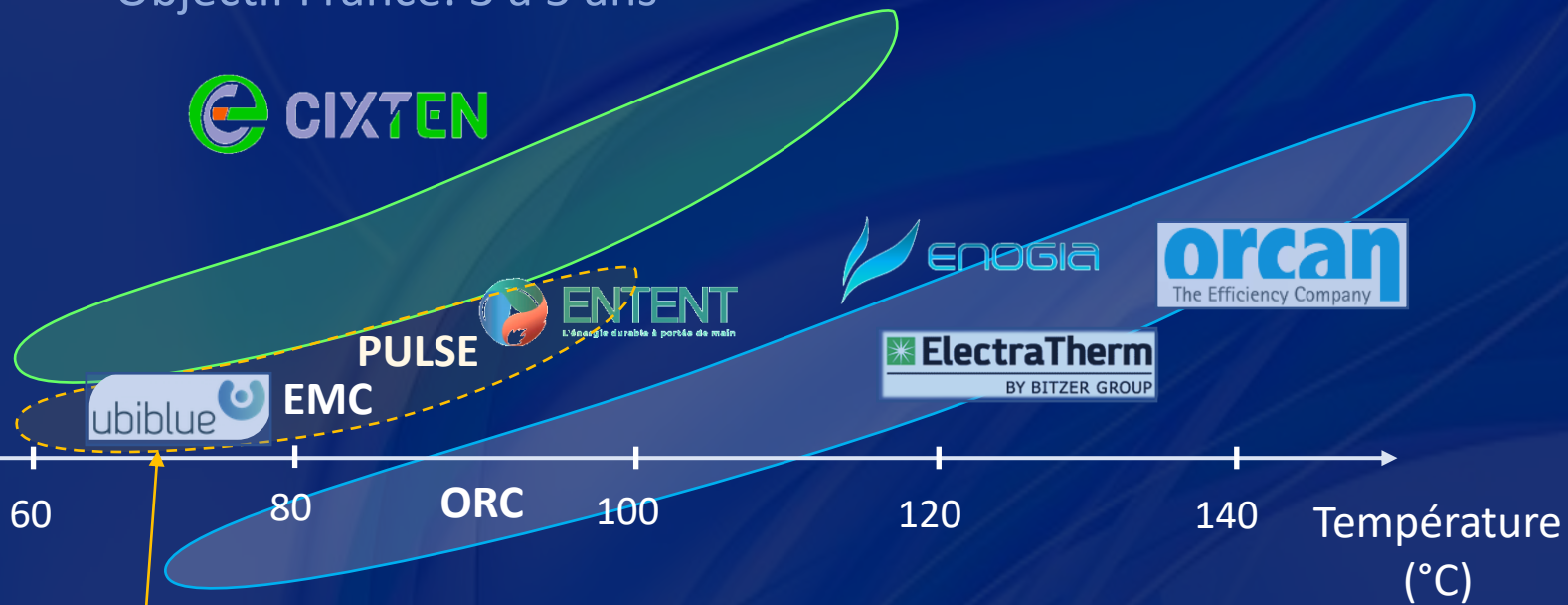
Les acteurs concurrentiels



Rentabilité

+

Retour sur Investissement
Objectif France: 3 à 5 ans



Acteurs en développement
Pas de solutions commercialisées

Thermoélectricité

EMC= Effet Magnétocalorique
ORC = Organic Rankine Cycle
PULSE = ORC sans compresseur

CIXTEN

VS

solution actuelle
ORC

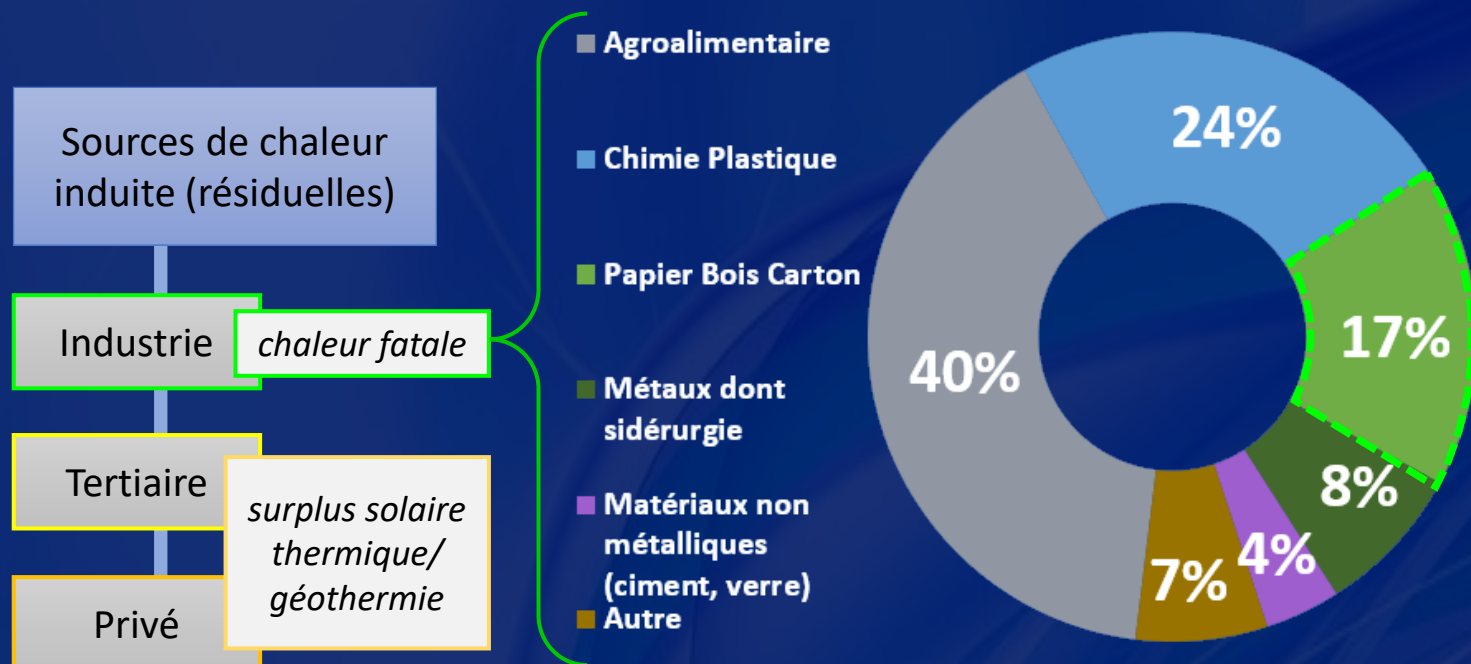


Rendement
amélioré
x2

Stratégie d'accès au marché



Répartition de chaleur fatale <100°C par secteur industriel ⁽¹⁾



Buées séchage Papier Bois Carton

- Poids énergie production de 10 à 30%
- Typologie de rejets
- Filière démarche RSE
- Intégration aux procédés

850 sites industriels ⁽²⁾⁽³⁾

800 GWh_e productibles ⁽⁴⁾

≈ 1000 Machines de 100kWe

≈ Conso. électrique /an
d'une ville de 360.000 hab.

>10 000 sites industriels

57 TWh thermiques

1 LOI signée avec PDL

⁽¹⁾ Source ADEME rapport chaleur fatale 2017

⁽²⁾ Source industrie papetière COPACEL

⁽³⁾ Source FNB Fédération National du Bois

⁽⁴⁾ Consommation moyenne d'électricité /personne 2223 kWh (2020)

Prévisions financières



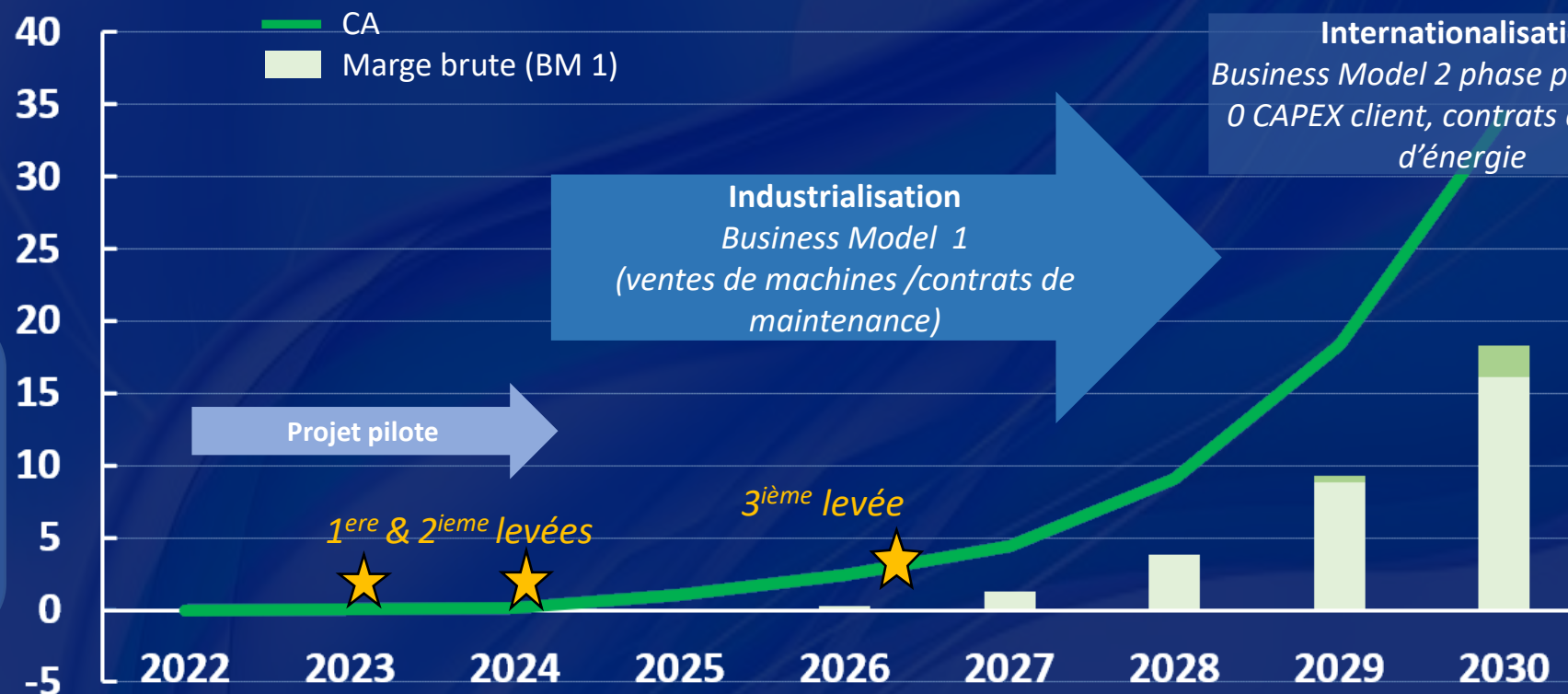
Marge brute:

BM 1 (ventes):
50% en moyenne

Marchés prioritaires:

1. Chaleur fatale industrie
2. Energies renouvelables
3. Compression gaz haute pression

M €

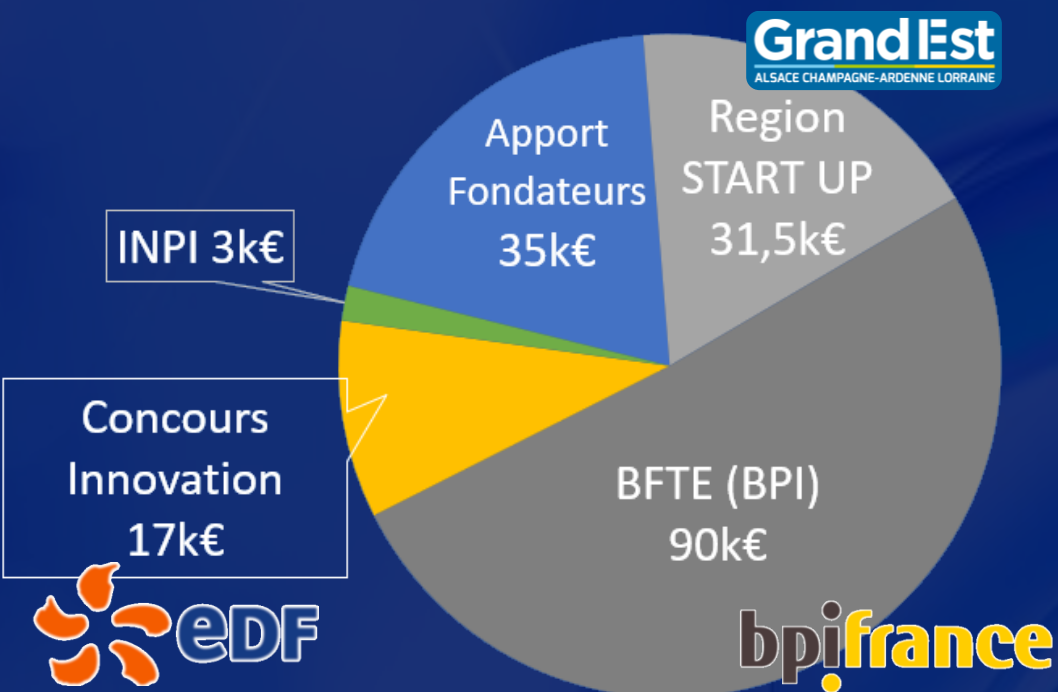


Besoins (k €)		400	3 000		6 000		3 000		
Capacité auto-financement (k €)	1	-282	-907	- 1 336	- 1 467	-859	1 277	8 140	19 583
Fds de roulement (variations k €)	31	1 084	1 910	- 1 816	3 315	- 2 684	54	1 219	3 452
Effectifs	3	8	11	17	21	26	31	37	45
Machines vendues (BM1)				1	4	16	31	74	136

Financement actuel



Développement du TRL 6 sécurisé jusqu'à début 2023



HEGE Conseils

Création Cixten SAS 01/22
Capital Social 50 k€

Points clés

- Développement du design du prototype TRL 6
- Identification de sous-traitants pour l'industrialisation de composants clés
- Premiers recrutements (Doctorant, Ingénieur R&D, responsable technique)
- Faible masse salariale grâce au support de Pôle Emploi
- Installation de l'activité dans des locaux

177k€ disponibles // 0% dilution du capital

Stratégie de financement 2023-2024



Recherche de
350k€



Effet de levier important jusqu'à 1,85 M€ avec les subventions sécurisées
Développement d'éléments clés pour une levée de fonds de 4m€ en 2024



Contreparties

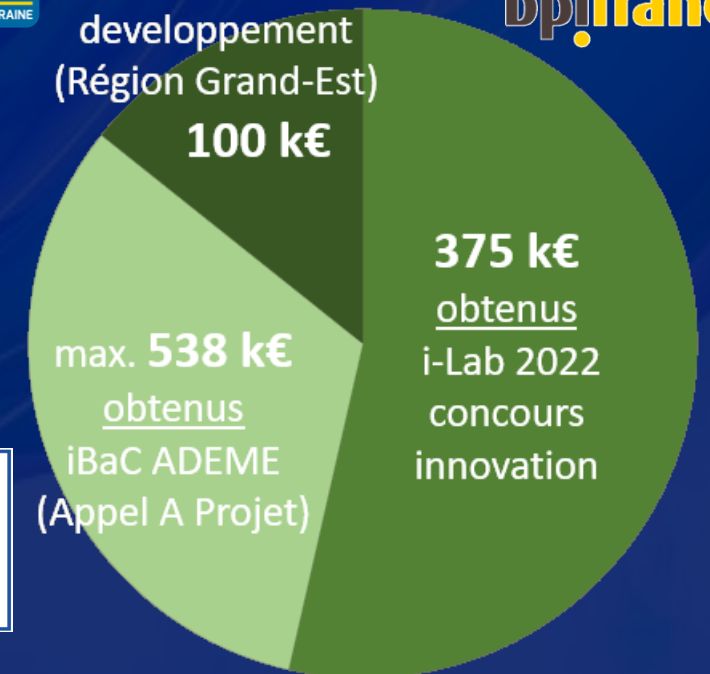
Grand Est
ALSACE CHAMPAGNE-ARDENNE LORRAINE



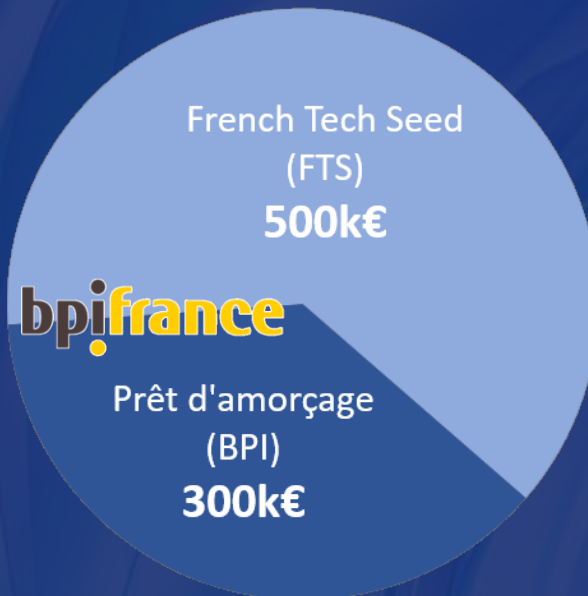
> 700k€
subventions

Aide au 1er
développement
(Région Grand-Est)
100 k€

bpi france



800k€



bpi france

Σ 1,85 M€ visés, faible dilution du capital

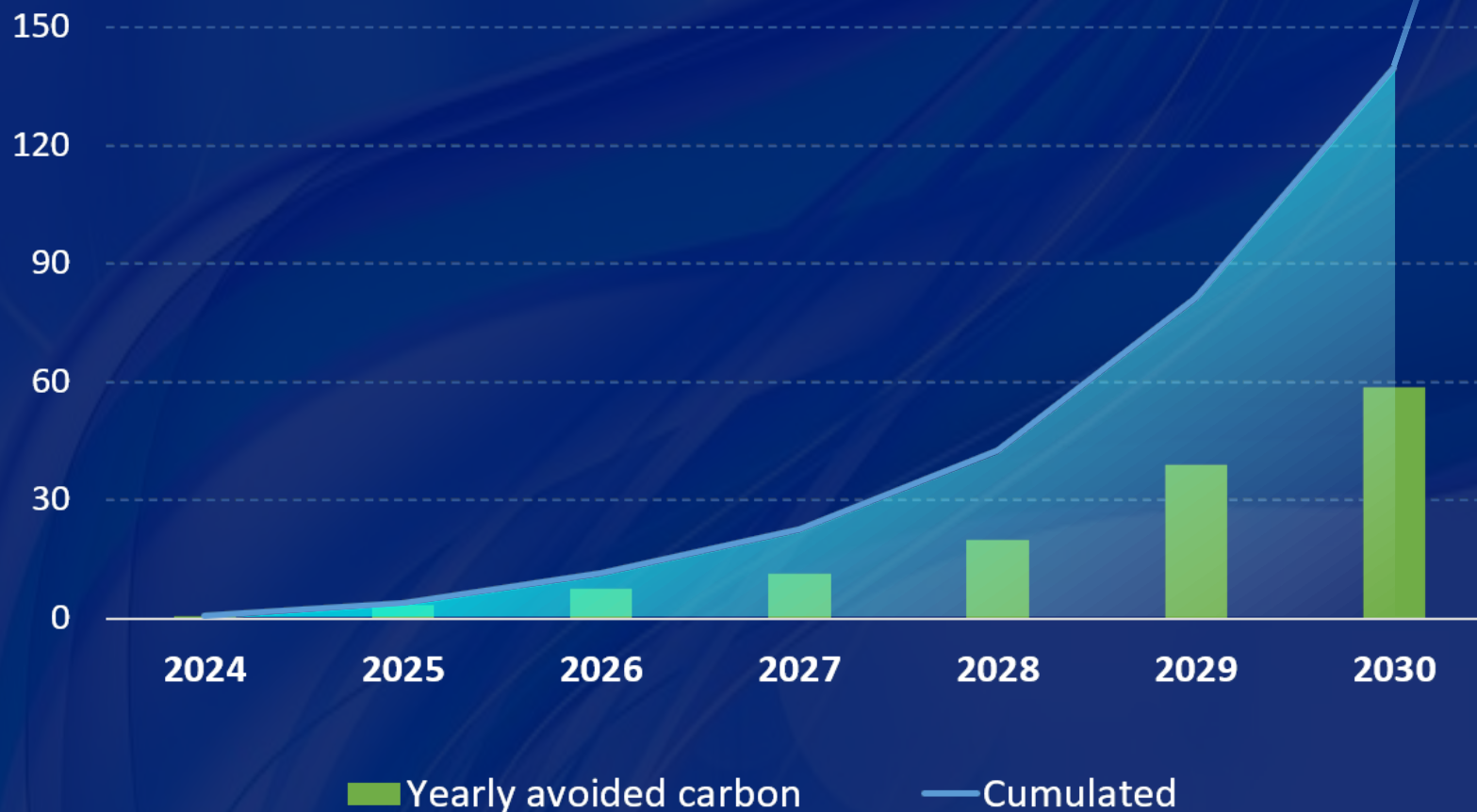
- Prototype TRL 6 testé et évalué
- Prototype TRL7 développé (design)

Impact carbone



[Milliers de tonnes]

Emissions de CO₂ industriel évitées



Objectif 2030

150.000 t

de CO₂ évitées⁽¹⁾!



Émissions CO₂ de + 1,3 milliard de kms parcourus en voiture⁽²⁾

⁽¹⁾ With European energy mix - 317g CO₂/kWh (2018) ⁽²⁾ Average European car emissions 118,5 gCO₂/km

Perspectives



Cixten, une production d'électricité durable, locale et à prix attractif

Embauche de 4 profils R&D en 2023

Une équipe engagée, motivée et compétente

Impact carbone 2030

150 000 t de CO₂ évitées

Une innovation de rupture à fort potentiel au service de la décarbonation

Impact clients 2030

Economies/Décarbonation/Compétitivité

ROI entre 3 et 5 ans



2 Brevets PCT

Une technologie brevetée étendue à l'international

www.cixten.fr



Sobriété énergétique

Notre technologie apporte de nouvelles perspectives dans un domaine en manque de solutions

mXNTUM



UMR7340 Aix-Marseille Université-CNRS-Ecole Centrale Marseille

Innovation Fluides Supercritiques



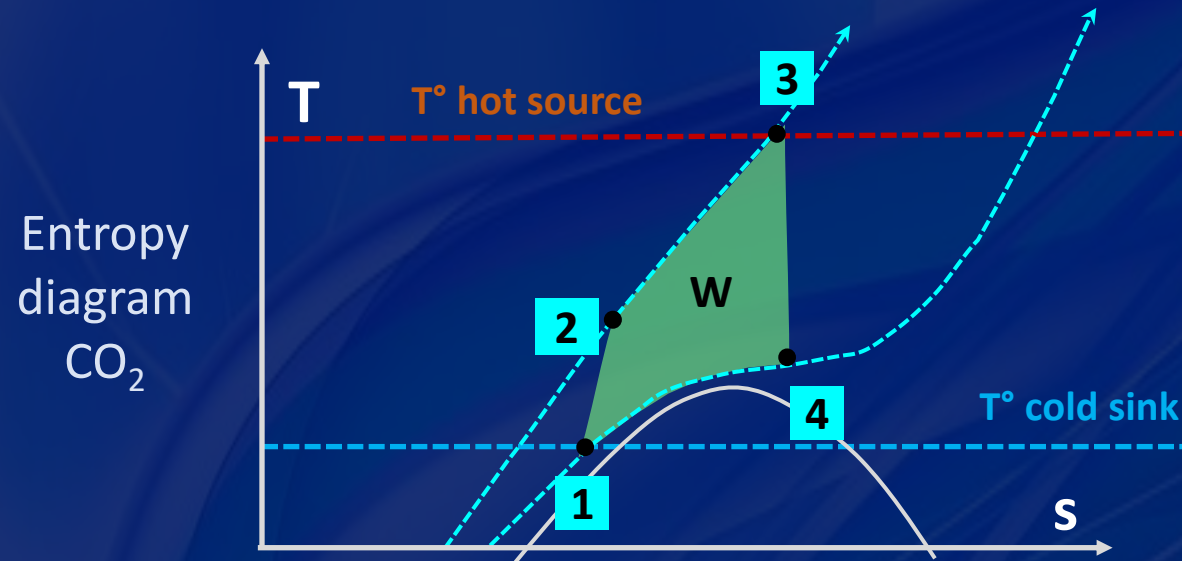


ANNEXES

Modified Brayton Cycle



➡ Instead of mechanical compressor → thermal compression with heat from the hot source



T° hot source

60 °C



120 °C

Cycle efficiency

8 %



14 %

Average power

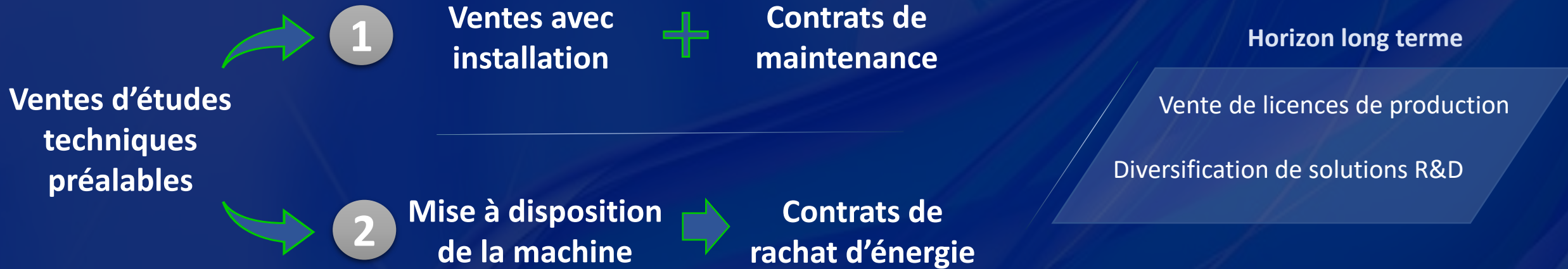
200 W/kg $_{\text{CO}_2^*}$



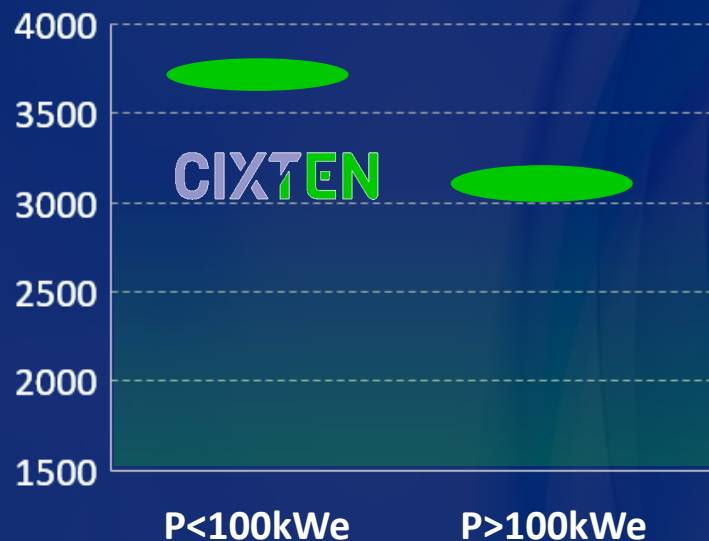
600 W/kg $_{\text{CO}_2}$

*1kg $_{\text{CO}_2}$ = 1,1L
@ 15°C / 75 bar

Modèle économique



€/ kWe installé



L'écosystème du projet



Industriels

R&D

Institutionnels

Suivi projet



“The technology is clearly intriguing, and if the demonstration devices they are preparing work as hoped, I share the inventor's optimism about CIXTEN's commercial potential. Their modular concept is novel in my experience (...)

There is no question that the markets and applications they contemplate are appropriate and would benefit from this technology.”

Robert Stoner, Ph.D. Deputy Director for Science and Technology, MIT Energy Initiative

“Si les performances attendues sont confirmées par les tests actuels du prototype, la technologie CIXTEN proposée est très prometteuse pour combler un domaine/secteur en manque de solution technologique simple et économiquement viable”

Mounir MECHERI
Direction Technique et Innovation
EDF - DPNT - DTEAM - INGEUM