



# ÉTUDE DE LA RENTABILITÉ ET DU FINANCEMENT DES PROJETS D'INJECTION DE BIOMÉTHANE AVEC LE NOUVEAU MÉCANISME DE SOUTIEN

Webinaire  
7 octobre 2021

Jérémie PRIAROLLO

Marine CORDELIER



## Quelques mots de contexte



GRDF a sollicité Solagro pour mieux appréhender l'impact des mécanismes tarifaires sur les projets en injection. Solagro a identifié des leviers financiers et techniques.



Les leviers techniques ont été challengés par un groupe d'experts \* et font l'objet de 8 fiches.

Ces fiches se veulent une boîte à outils pour aider à se poser les bonnes questions et doivent être challengées au fil du temps.



Tous les leviers identifiés ne sont pas applicables à tous les projets.

- Baisse des tarifs d'achat biométhane
- Des aides à l'investissement en baisse
- Des modifications des prescriptions relatives à la rubrique 2781 : Augmentation des CAPEX

➔ Quels leviers techniques et financiers pour améliorer l'économie des projets ?

- **Définition des cas types**
- **Leviers d'optimisation techniques**
- **Leviers d'optimisation financiers**
- **Synthèse**

# PRÉSENTATION DES CAS-TYPES

- Les cas types présentés ci-après constituent les cas de base
  
- Pour chaque cas de base, des leviers d'optimisation seront actionnés (dans un second temps) et la différence avec le cas de base sera précisée
  
- Les cas de base sont présentés avec les hypothèses suivantes :
  - Hypothèse tarif 2023
  - Taux de subvention : 0%
  - Taux de fond propre : 7%
  - Emprunt sur 13 ans, avec différé de 12 mois, taux 1,8%

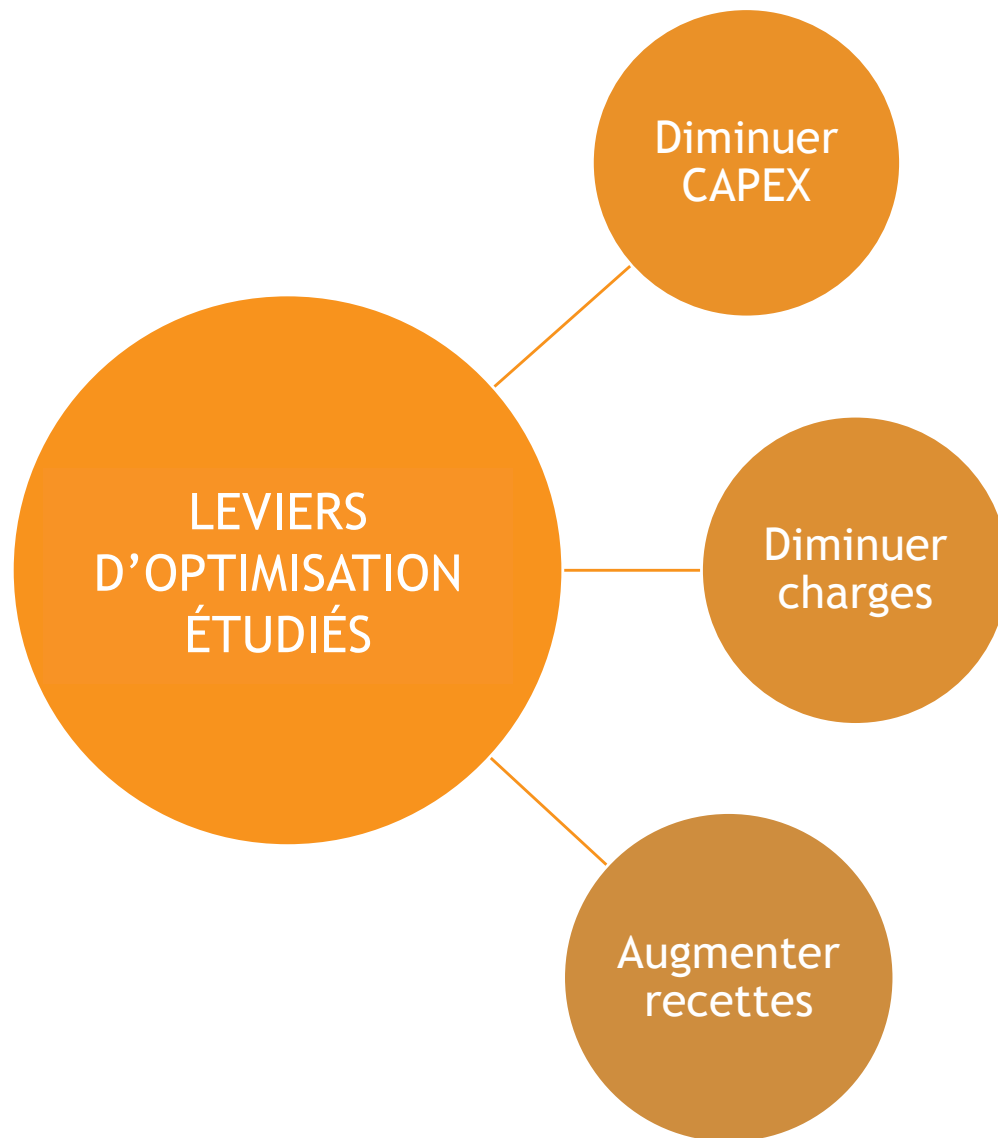
# Les cas-types

7

Cas-type	1	2	3	4	5	6
<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>18 440</b>
CIVE (t/an)	7 700	2 000	17 700	24 000	2 000	1 760
Culture principale (t/an)	-	-	4 000	-	3 600	-
Déchets verts (t/an)	-	300	-	-	-	-
Fumier (t/an)	1 400	8 200	600	-	5 700	7 150
Biodéchets (t/an)	-	1 100	-	-	-	5 800
Lisier (t/an)	-	10 500	13 700	-	9 100	3 200
Résidu végétal (t/an)	1 540	2 100	-	600	6 500	530
<b>Débit injecté (Nm3/h)</b>	<b>80</b>	<b>120</b>	<b>200</b>	<b>200</b>	<b>250</b>	<b>150</b>
Technologie	Infiniment mélangé	Infiniment mélangé	Infiniment mélangé	Infiniment mélangé	Voie solide continue	Infiniment mélangé
Proportion effluents	13%	77%	40%	0%	55%	56%
CAPEX k€	4 195	6 852	7 181	7 166	9 634	7 087
EBE (k€/an)	224	554	605	491	1 001	667
TRI projet sans subvention Avant activation des leviers	Négatif	4,3 %	4,7%	2,5%	7,8%	5,4%

# ANALYSE DES LEVIERS D'OPTIMISATION





- Optimiser dimensionnement
- Délocaliser stockage digestat
- Standardisation de la filière et achat groupé

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

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

# Levier d'optimisation Améliorer l'isolation digesteurs

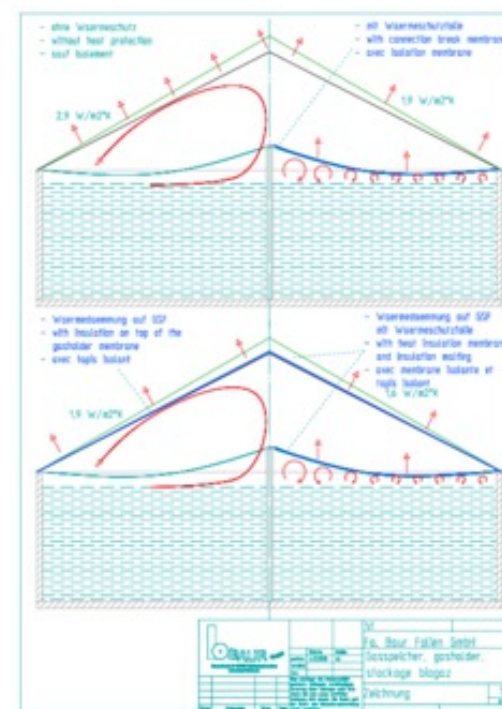
Levier	Enjeu	Description
Sur-isoler les digesteurs	Augmenter les recettes par la diminution de l'autoconsommation thermique	Investir dans des sur-isolations des ouvrages de digestion pour limiter les déperditions thermiques au niveau des voiles et des gazomètres Possibilité d'isoler les voiles (16 cm) Possibilité d'isoler les gazomètres

## Historique et contexte

A l'origine, les projets en cogénération n'ont pas visé de sur-isolation thermique, la chaleur étant la plupart du temps largement excédentaire



Déperditions thermiques sur un digesteur voie liquide



# Levier d'optimisation Augmentation isolation digesteurs (voile)

Pour chaque cas types, sont précisées les augmentations de CAPEX/OPEX/charges, ainsi que la différence de TRI et de DSCR par rapport aux cas de base.

<i>Valeurs en k€</i>	<b>80</b>	<b>120</b>	<b>200 - Effluent</b>	<b>200 - CIVE</b>	<b>250</b>	<b>150 - biod</b>
<i>CAPEX de base (k€)</i>	4 195	6 852	7 181	7 166	9 634	7 087
<i>OPEX de base (k€)</i>	558	687	1 113	1 185	1 144	727
<i>CAPEX avec levier (k€)</i>	4 205	6 877	7 201	7 186	9 646	7 105
<i>OPEX avec levier (k€)</i>	559	688	1 113	1 185	1 144	727
<i>Augmentation CAPEX (k€)</i>	9	25	20	20	12	18
<i>Augmentation Recettes (k€)</i>	2	3	4	2	5	2
<i>Augmentation OPEX (k€)</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Augmentation Energie valorisée (MWh PCS/an)</i>	19	31	45	30	59	23

<i>Différence par rapport au cas de base</i>	<b>80</b>	<b>120</b>	<b>200 - Effluent</b>	<b>200 - CIVE</b>	<b>250</b>	<b>150 - biod</b>
<i>TRI projet avant taxes et impôts</i>	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<i>DSCR en régime établi</i>	0,3%	0,1%	0,2%	0,1%	0,3%	0,0%

La sur-isolation des voiles améliore très peu l'économie du projet.

Différence par rapport au cas de base Valeurs en k€	80	120	200 - Effluent	200 - CIVE	250	150 - biod
<i>CAPEX de base (k€)</i>	4 195	6 852	7 181	7 166	9 634	7 087
<i>OPEX de base (k€)</i>	558	687	1 113	1 185	1 144	727
<i>CAPEX avec levier (k€)</i>	4 215	6 901	7 225	7 211	9 660	7 122
<i>OPEX avec levier (k€)</i>	559	688	1 114	1 186	1 145	728
<i>Augmentation CAPEX (k€)</i>	20	50	44	45	26	35
<i>Augmentation Recettes (k€)</i>	6	10	13	8	15	7
<i>Augmentation OPEX (k€)</i>	1	1	1	1	2	1
<i>Augmentation Energie valorisée (MWh PCS/an)</i>	62	103	146	98	194	76

Différence par rapport au cas de base	80	120	200 - Effluent	200 - CIVE	250	150 - biod
TRI projet avant taxes et impôts	0,2%	0,1%	0,2%	0,1%	0,2%	0,1%
DSCR en régime établi	1,3%	0,7%	1,0%	0,6%	1,1%	0,4%

L'isolation des gazomètres impacte de manière positive l'économie des projets.



Levier	Enjeu	Description
Couverture de la fosse de stockage de digestat brut avec récupération du biogaz	Améliorer recettes par la production de méthane supplémentaire	Investir dans une couverture étanche Permet de récupérer 5% de production sur digestat brut

### Historique et contexte

Les stockages de digestat ne sont généralement pas couverts avec un gazomètre, car outre le gazomètre, il est nécessaire de poser du liner sur toute la hauteur de la cuve béton pour la protéger du biogaz. En effet, la hauteur du digestat étant variable dans la cuve de stockage, toute la hauteur de la cuve est susceptible d'être en contact avec le biogaz (contrairement à un digesteur où la hauteur est constante).

La mise en place d'une couverture flottante permet de s'affranchir du coût du liner.



# Levier d'optimisation Gazomètre sur digestat brut

Différence par rapport au cas de base Valeurs en k€	80	120	200 - effluent	200 - CIVE	250	150 - biod
<b>CAPEX de base (k€)</b>	4 195	Déjà en place	7 181	Déjà en place	9 634	7 087
<b>OPEX de base (k€)</b>	558		1 113		1 144	727
<b>CAPEX avec levier (k€)</b>	4 357		7 897		9 847	7 324
<b>OPEX avec levier (k€)</b>	556		1 125		1 145	726
<b>Augmentation CAPEX (k€)</b>	162		716		213	237
<b>Augmentation Recettes (k€)</b>	34		78		92	61
<b>Augmentation OPEX (k€)</b>	-2		13		2	-1
<b>Augmentation Energie valorisée (MWh PCS/an)</b>	391		972		1 228	713

Différence par rapport au cas de base	80	120	200 - effluent	200 - CIVE	250	150 - biod
TRI projet avant taxes et impôts	1,4%		0,1%		1,0%	0,8%
DSCR en régime établi	8,5%		0,8%		6,5%	5,1%

La mise en place d'un gazomètre sur la cuve de stockage de digestat brut a un effet très positif pour les sites équipés de cuve de stockage en béton. Pour les sites ayant un séparateur de phase et stockant principalement leur digestat liquide en poche souple, l'effet peut être très limité d'un point de vue économique, car l'investissement dans une fosse béton + gazomètre VS séparateur de phase + poche souple n'est pas compensé par la production supplémentaire de biogaz.

A noter que RED II imposera très certainement la mise en place de ce gazomètre sur les projets de plus de 19,5 GWh/an, traitant peu d'effluents.



Levier	Enjeu	Description
Autoconsommation électricité solaire	Diminuer OPEX par la baisse d'achat de l'électricité	Investissement dans un bâtiment équipé d'une toiture solaire photovoltaïque avec autoconsommation de l'électricité produite

## Historique et contexte

En cogénération, l'autoconsommation électrique issue du PV n'est généralement pas pertinente car l'installation ne consomme pas d'électricité en continu et de manière stable, alors qu'en injection l'épurateur consomme globalement toujours la même quantité d'énergie (et à peu près autant que le processus de méthanisation en moyenne sur l'année).



# Levier d'optimisation Autoconsommation électricité solaire

Différence par rapport au cas de base Valeurs en k€	80	120	200 - effluent	200 - CIVE	250	150 - biod
<b>CAPEX de base (k€)</b>	4 195	6 852	7 181	7 166	9 634	7 087
<b>OPEX de base (k€)</b>	558	687	1 113	1 185	1 144	727
<b>CAPEX avec levier (k€)</b>	4 403	6 965	7 403	7 390	9 763	7 312
<b>OPEX avec levier (k€)</b>	548	676	1 102	1 175	1 133	717
<b>Augmentation CAPEX (k€)</b>	208	113	221	224	129	224
<b>Augmentation Recettes (k€)</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Augmentation OPEX (k€)</b>	-10	-11	-10	-10	-11	-10
<b>Augmentation Energie valorisée (MWh PCS/an)</b>	0	0	0	0	0	0

Différence par rapport au cas de base	80	120	200 - effluent	200 - CIVE	250	150 - biod
TRI projet avant taxes et impôts	0,0%	0,1%	-0,2%	-0,1%	0,0%	-0,2%
DSCR en régime établi	-0,1%	0,3%	-1,0%	-0,8%	-0,2%	-1,3%

La mise en place d'un bâtiment PV n'améliore pas le bilan financier mais finance le coût d'un bâtiment de 700 m<sup>2</sup> environ, et apporte une maîtrise d'une partie du coût d'achat de l'électricité consommée (Cas 1 : 20% d'autonomie si 100 kWc, 35% si 250 kWc).



Levier	Enjeu	Description
Optimiser le dimensionnement des digesteurs	Diminuer le CAPEX	Optimiser le dimensionnement des ouvrages de digestion en augmentant la charge organique appliquée, pour diminuer le volume de digestion nécessaire. Passer en mono-digesteur. Supprimer les redondances épuration. Standardisation process méthanisation.

### Historique et contexte

La baisse des tarifs peut inciter désormais à optimiser le dimensionnement des ouvrages de digestion et ainsi diminuer les temps de séjour et les charges organiques, en veillant à ne pas dépasser une charge organique de 5 kg MO/m<sup>3</sup>/j et un temps de séjour inférieur à 70 jours. Pour des projets de moins de 200 Nm<sup>3</sup>/h, certaines entreprises proposent à nouveau des conceptions en mono-digesteur (comme c'était le cas auparavant en cogénération).



Différence par rapport au cas de base Valeurs en k€	80	120	200 - Effluent	200 - CIVE	250	150 - biod
<b>CAPEX de base (k€)</b>	4 195	6 852	7 181	7 166		7 087
<b>OPEX de base (k€)</b>	558	687	1 113	1 185		727
<b>CAPEX avec levier (k€)</b>	4 075	5 888	6 772	6 153		6 682
<b>OPEX avec levier (k€)</b>	552	637	1 092	1 135		707
<b>Augmentation CAPEX (k€)</b>	-120	-964	-409	-1 012		-405
<b>Augmentation Recettes (k€)</b>	0	0	0	0		0
<b>Augmentation OPEX (k€)</b>	-6	-50	-21	-50		-20
<b>Augmentation Energie valorisée (MWh PCS/an)</b>	0	0	0	0		0

Différence par rapport au cas de base	80	120	200 - Effluent	200 - CIVE	250	150 - biod
TRI projet avant taxes et impôts	0,7%	3,4%	1,3%	3,4%		1,3%
DSCR en régime établi	4,1%	20,0%	7,8%	20,8%		8,2%

Le fait de baisser le temps de séjour et d'augmenter la charge organique permet de limiter les volumes de digestion. La limitation des volumes permet également de limiter le nombre d'agitateur.

L'optimisation a un impact économique très positif sur tous les projets.

On n'applique pas cette optimisation sur le cas 5, il est en voie solide continue et les temps de séjour et les charges sont déjà optimisés.

Différence par rapport au cas de base Valeurs en k€	80	120	200 - effluent	200 - CIVE	250	150 - biod
<b>CAPEX de base (k€)</b>	4 195	6 852				7 087
<b>OPEX de base (k€)</b>	558	687				727
<b>CAPEX avec levier (k€)</b>	3 835	6 491				6 720
<b>OPEX avec levier (k€)</b>	558	685				726
<b>Augmentation CAPEX (k€)</b>	-360	-360				-367
<b>Augmentation Recettes (k€)</b>	0	0				0
<b>Augmentation OPEX (k€)</b>	-1	-2				-1
<b>Augmentation Energie valorisée (MWh PCS/an)</b>	0	0				0

Différence par rapport au cas de base	80	120	200 - effluent	200 - CIVE	250	150 - biod
TRI projet avant taxes et impôts	1,1%	0,8%				0,8%
DSCR en régime établi	6,7%	4,3%				4,8%

Le passage en mono-digesteur a un effet positif significatif.

Levier	Enjeu	Description
Améliorer l'exploitation	Améliorer la disponibilité des équipements et rendements pour maximiser les recettes	Formation des exploitants et suivi/contrôle des installations

## Historique et contexte

Il est clair que le fonctionnement d'une installation dépend en priorité de son exploitant et de la rigueur de son suivi.



Différence par rapport au cas de base Valeurs en k€	80	120	200 - Effluent	200 - CIVE	250	150 - biod
<b>CAPEX de base (k€)</b>	4 195	6 852	7 181	7 166	9 634	7 087
<b>OPEX de base (k€)</b>	558	687	1 113	1 185	1 144	727
<b>CAPEX avec levier (k€)</b>	4 195	6 852	7 181	7 166	9 634	7 087
<b>OPEX avec levier (k€)</b>	558	687	1 113	1 185	1 144	727
<b>Augmentation CAPEX (k€)</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Augmentation Recettes (k€)</b>	8	12	18	17	22	14
<b>Augmentation OPEX (k€)</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Augmentation Energie valorisée (MWh PCS/an)</b>	73	114	182	193	229	137

Différence par rapport au cas de base	80	120	200 - Effluent	200 - CIVE	250	150 - biod
TRI projet avant taxes et impôts	0,4%	0,3%	0,4%	0,4%	0,3%	0,3%
DSCR en régime établi	2,5%	1,7%	2,3%	3,1%	2,1%	1,9%

La bonne exploitation des sites représente un enjeu fort pour l'optimisation des projets. Il est nécessaire de bien anticiper la formation des futurs exploitants et de les sensibiliser aux nombreux enjeux que représentent l'exploitation d'un site (maîtrise des process, sécurité, réactivité, optimisation,...)

# Levier d'optimisation Achat groupé (Electricité)

Différence par rapport au cas de base Valeurs en k€	80	120	200 - Effluent	200 - CIVE	250	150 - biod
<b>CAPEX de base (k€)</b>	4 195	6 852	7 181	7 166	9 634	7 087
<b>OPEX de base (k€)</b>	558	687	1 113	1 185	1 144	727
<b>CAPEX avec levier (k€)</b>	4 195	6 852	7 181	7 166	9 634	7 087
<b>OPEX avec levier (k€)</b>	552	677	1 098	1 171	1 126	716
<b>Augmentation CAPEX (k€)</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Augmentation Recettes (k€)</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Augmentation OPEX (k€)</b>	-7	-10	-15	-13	-18	-12
<b>Augmentation Energie valorisée (MWh PCS/an)</b>	0	0	0	0	0	0

Différence par rapport au cas de base	80	120	200 - Effluent	200 - CIVE	250	150 - biod
TRI projet avant taxes et impôts	0,4%	0,3%	0,4%	0,4%	0,3%	0,3%
DSCR en régime établi	2,1%	1,5%	2,1%	2,5%	1,8%	1,6%

La mise en place d'achat groupé sur la fourniture d'électricité a un impact positif sur la rentabilité des installations.

# SOLUTIONS DE CO-FINANCEMENT

Critères	Financement participatif	Investisseur institutionnel	Tiers-investisseur privé
Source fonds	Citoyens	Région , banques et énergéticiens	Fonds privés
Capacité d'investissement	Jusqu'à 20 M€	Jusqu'à 20 M€	Jusqu'à 140 M€
Formes d'apports	Parts sociales (capital + CCA)	Parts sociales (capital + CCA)	Parts sociales ou Obligations Convertibles
Montant apport minimal	100	100	300
Montant apport maximal	400	1 500	1 000
Durée du financement	Long terme	Sur mesure : entre court et long terme suivant demandes	8 à 10 ans
Date d'entrée dans le projet		En phase risque ou après permitting	Après permitting
Pré-requis	Adhésion charte si existante	Projet situé sur le territoire régional	Qualité du porteur de projet
Atouts	Investissement citoyen et maximisation des chances d'acceptabilité sociale	Tiers de confiance pour les collectivités	Non dilution du capital au sein de la société de projet, pas d'ingérence dans la gouvernance
Contraintes	Dilution du capital mais actionnaire minoritaire	Dilution du capital mais actionnaire minoritaire	Effet retard dans le versement des dividendes car remboursement de l'obligation est prioritaire



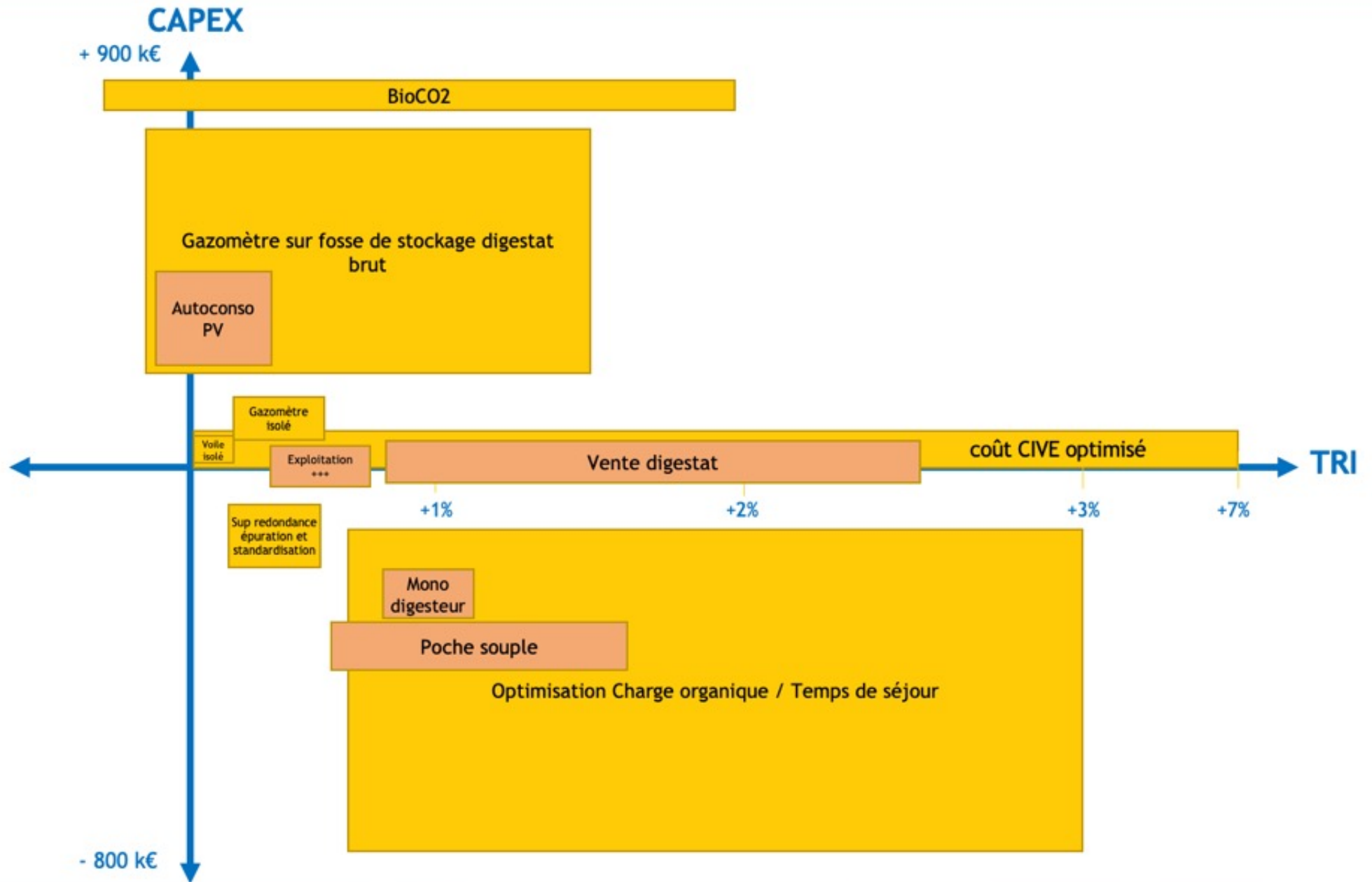
## → Financement participatif ou investisseur institutionnel :

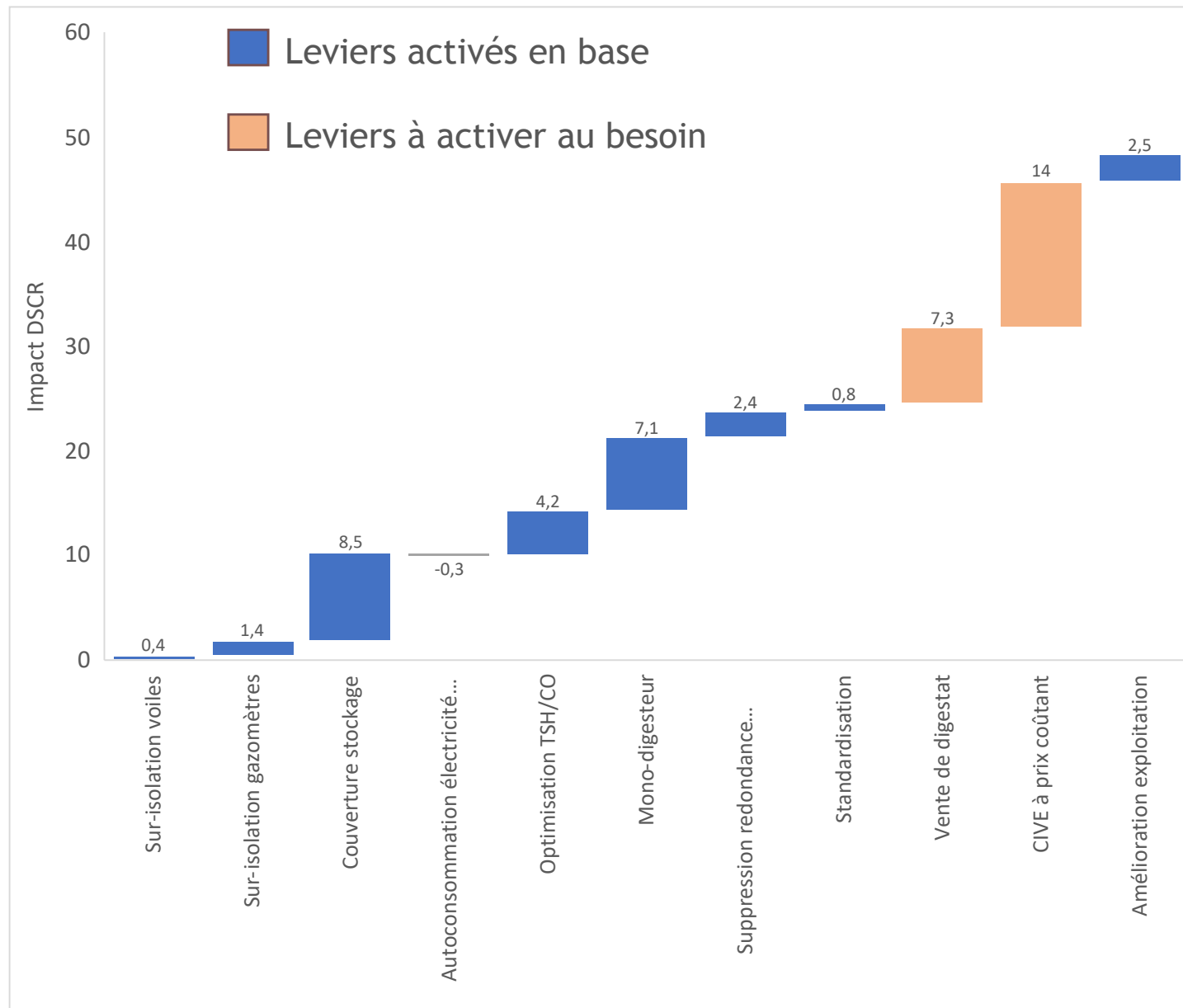
- Ces fonds permettent d'accroître les fonds propres, pour limiter l'emprunt bancaire et donc d'augmenter le DSCR
- Il diminue le TRI investisseur (plus d'argent investi par les actionnaires pour un retour identique sous forme de dividendes)

## → Exemple :

	Porteur de projet seul	Porteur de projet + financement participatif ou institutionnel
Fond propre (k€)	454	454 porteur de projet + 454 autre
Emprunt (k€)	5 721	5 251
DSCR (%)	120	131
TRI projet	6,5	6,5
TRI investisseur	18	12,8
	Non finançable	Finançable

# Application des différents leviers





## → Leviers actionnés:

Levier d'optimisation	
Couverture gazomètre	✓
Isolation cuve de digestion (16 cm contre 8 cm en base)	✓
Isolation gazomètre	✓
Autoconso 100 KWc	✓
TSH / CO optimisés	✓
Mono digesteur	✗
Vente digestat	✗
CIVE à prix coutant	✗
Suppression redondance épuration	✓
Standardisation métha	✗
Standardisation épuration	✗
Achat groupé épurateur	✗
Achat groupé élec	✓
Vente bioCO2	✗
Bon exploitant	✓
Renforcement des fonds propres	✗
Taux de subvention	5%

## → Résultats

- TRI: 8,3%
- DSCR: 132%

<b>Valeurs en k€</b>	<b>120</b>
<b>CAPEX de base (k€)</b>	6 852
<b>OPEX de base (k€)</b>	687
<b>CAPEX avec levier (k€)</b>	5 966
<b>OPEX avec levier (k€)</b>	617
<b>Augmentation CAPEX (k€)</b>	-885
<b>Augmentation Recettes (k€)</b>	25
<b>Augmentation OPEX (k€)</b>	-70
<b>Augmentation Energie valorisée (MWh PCS/an)</b>	246

Débit (Nm <sup>3</sup> /h)	80	120 -1	120 -2	200 eff - 1	200 eff - 2	200 CIVE - 1	200 CIVE - 2	250 - 1	250 - 2	150 - 1	150 - 2
Couverture gazomètre	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓
Isolation cuve de digestion (16 cm contre 8 cm en base)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓
Isolation gazomètre	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓
Autoconso 100 kWc	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
TSH / CO optimisés	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✗
Mono digesteur	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓
Vente digestat	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
CIVE à prix coutant	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Suppression redondance épuration	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✓
Standardisation métha	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗
Standardisation épuration	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓
Achat groupé épurateur	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓
Achat groupé élec	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Vente bioCO <sub>2</sub>	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗
Bon exploitant	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Renforcement des fonds propres	400	✗	500	✓	700	300	200	100	400	✗	200
Taux de subvention (*)	15%	5%	10%	5%	5%	5%	0%	0%	0%	0%	0%
TRI (%)	5,3	8,3	6,5	7,5	6,4	7	7,6	8,4	7,8	8,3	8,3
DSCR (%)	135	132	134	133	132	133	132	134	134	132	136

- 0,5% de perte sur l'épurateur ( > 50 Nm<sup>3</sup>/h)
- Distance torchère-chaudière-épurateur
- Couverture stockage matière
  - hors fumier si durée <1 mois
- Couverture stockage digestat
  - hors lagune si TRH > 80 jours
- Taille de la zone de rétention et son étanchéité
- Etude odeur en amont
- Astreinte 24h/24

- **Impact CAPEX :**
    - +200 à 400 k€ en fonction des sites
  - **Impact OPEX:**
    - + 34 à 40 k€/an
  - **Impact TRI : - 0,75 point**
- Non pris en compte dans les chiffrages de l'étude



- 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