

Maîtriser l'évolution de la facture d'électricité d'une unité de production de biométhane

La production d'électricité in-situ

➤ L'équipe O2 Performance :

- Rémi CHALMANDRIER – Opus Energies à Rennes (35)
- Axel DESJARDIN – Optibiom à Vallet (44) et Thouars (79)

➤ Interventions auprès des porteurs de projet – AMO et Optimisation EBE

➤ Interventions en « marque blanche » pour des partenaires

➤ Depuis 2010 en solaire, 2012 en méthanisation : Développement de projets

- Production énergétique en autoconsommation et vente de surplus.
- Territoire : Toute la France
- 3 Offres :
 - Étude d'opportunité d'une production énergétique in-situ : photovoltaïque, cogénération et solaire thermique. Étude de scénarii : dimensionnement, technologie des équipements et rentabilité. Fin : Go/ NoGo
 - Développement de projet de production in-situ : administratif, contractuel, rédaction du dossier banque, préconisation des équipements & consultation pour devis définitifs. Fin : à la signature des devis des équipementiers et maîtres d'œuvre
 - Accompagnement et optimisation de l'usage des équipements après la mise en service : contrat de suivi de 3 mois et plus.

- Usage accepté : tout usage hors activité économique ***pour vos besoins propres,***
- Usage interdit : tout usage dans le cadre d'une activité économique, aussi bien quand le contenu est utilisé en interne que lorsqu'il permet d'élaborer un produit/service ***destiné à être mis à la disposition de tiers,*** à titre gratuit ou onéreux.
- Usage pour une activité économique, formations, autres... ? ***Contactez O2 Performance.***

-
- Enjeux de la production électrique in-situ
 - Les spécificités de la production électrique photovoltaïque
 - Les spécificités de la production électrique par cogénération
 - Exemple d'une unité d'injection de 120 Nm³BM/h en HTA

- ~~CSPE~~ : Exonération totale
 - 2,25 c€/kWh (> 250 KVA) et 2,36 c€/kWh (> 36 KVA)
- Le coût de l'acheminement : TURPE 6
- Le coût d'achat de l'électricité
 - Coût de base : ARENH, coût de production, coût de contrat de gré à gré, coût achat au marché de gros (Epex spot)
 - Coût de la capacité

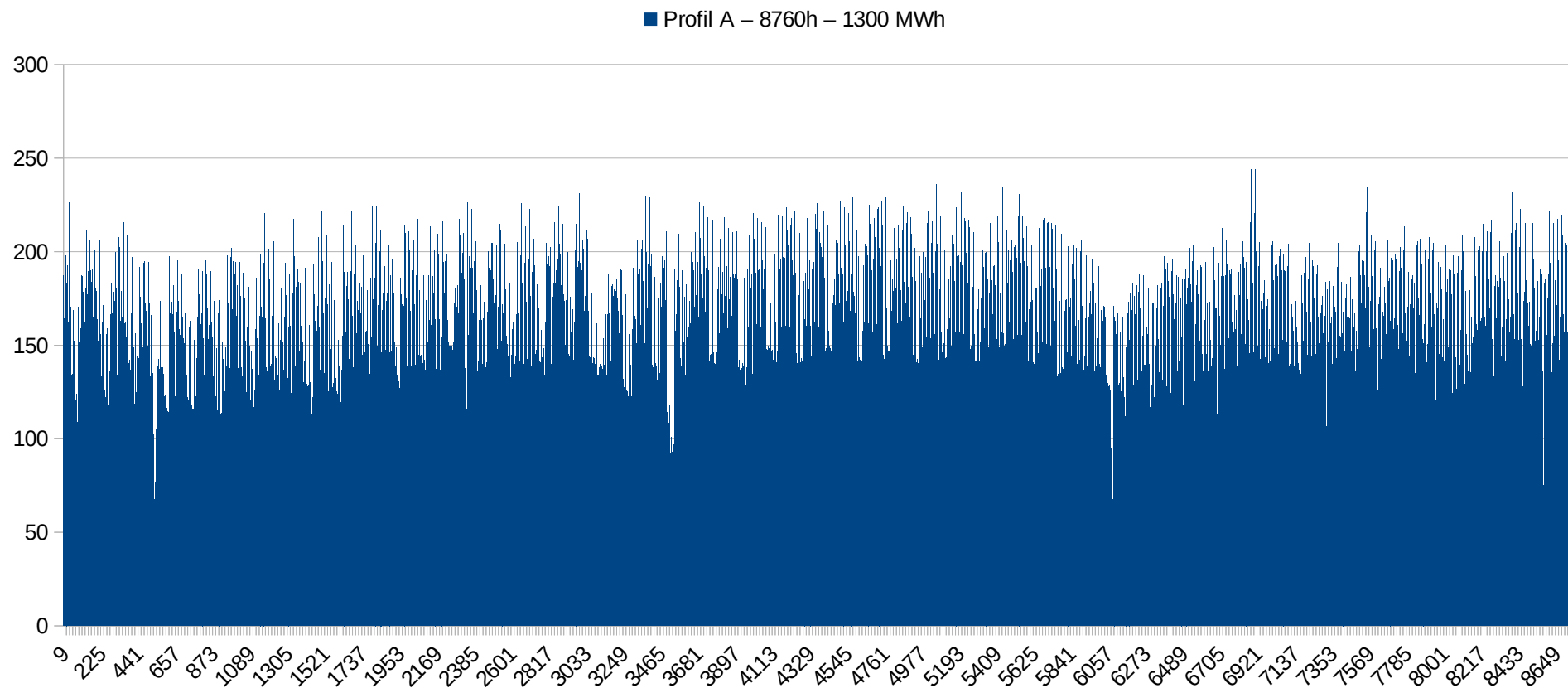
Défavorable

- Profil de consommation spécifique :
 - Process de méthanisation : intermittente
 - Pompes et vis de transfert + agitateurs
 - Process d'épuration : constante
 - Compresseur, surpresseur, débit constant
 - Process de valorisation du offgaz (bioCO₂) : constante
 - Consommation : relativement constante dans l'année
 - Consommation électrique significative :
 - 120 Nm³BM/h : 990 à 1 300 MWh/an

Favorable

Enjeux de la production in-situ

O2
Performance



🍃 Opportunité ?

- Remboursement d'emprunt + charges vs Achat d'électricité
- Coût de production vs Prix de marché

🍃 Quel prix moyen du marché sur la durée de l'emprunt ?

- 15 ans pour le photovoltaïque
- 8 ans pour la cogénération + 4 ans pour la révision générale

🍃 Quel prix moyen du marché sur la durée de vie de l'équipement ?

- 25 à 30 ans pour le photovoltaïque
- 14 ans et plus pour la cogénération

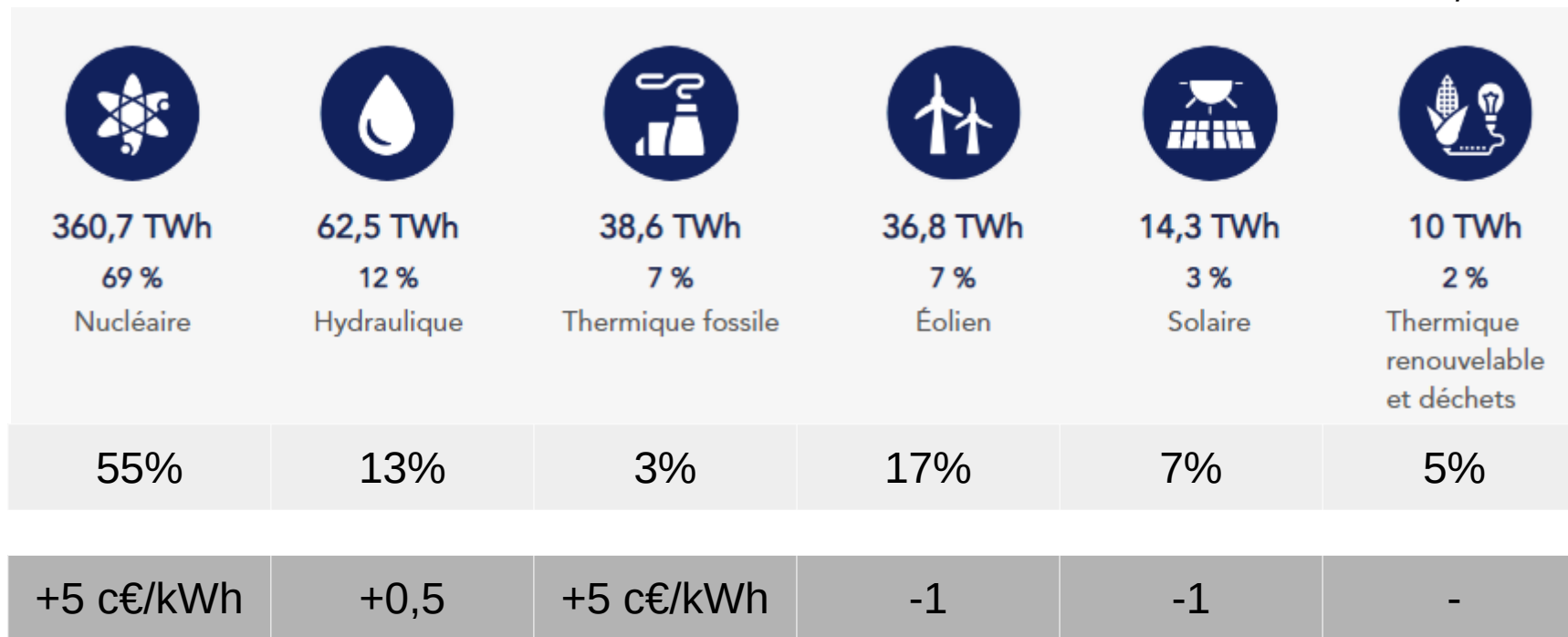
🍃 2 référentiels tarifaires :

- Evolution sereine du marché électrique
- Evolution chaotique avec une période de crise qui se prolonge

Quel référentiel tarifaire ?

Evolution des coûts de production

Publication RTE – Bilan Electrique 2021



Coût actualisé de l'énergie (LCOE) - c€/kWh – horizon +15 ans

Quel référentiel tarifaire ?

O2
Performance

Année	Prix Moyen HTA	Acheminement	Prix in-situ	Inflation
2021	6,53	1,95	8,48	
2022	6,82	2,02	8,84	4,3%
2023	7,11	2,09	9,20	4,0%
2024	7,39	2,15	9,54	3,8%
2025	7,66	2,22	9,88	3,5%
2026	7,91	2,30	10,21	3,3%
2027	8,16	2,37	10,53	3,1%
2028	8,39	2,45	10,84	3,0%
2029	8,61	2,53	11,15	2,8%
2030	8,83	2,62	11,44	2,7%
2031	9,03	2,70	11,73	2,5%
2032	9,22	2,79	12,01	2,4%
2033	9,40	2,88	12,28	2,3%
2034	9,57	2,98	12,55	2,2%
2035	9,73	3,08	12,81	2,0%
2036	9,88	3,18	13,06	2,0%
Moyenne 15A	8,51	2,56	11,07	2,92%
Delta 15A	3,05	1,16	4,21	-

Quel référentiel tarifaire ?

2 structures tarifaires disponibles en HTA :

– Une classe temporelle :

c€/kWh	2023	2024	2025
Prix base	4,862	12,872	11,454
Prix probable*	7,909	16,352	14,437

** hors acheminement, inclus capacité*

– 5 classes temporelles :

c€/kWh	Pointe	Heures Pleines Hiver (SH)	Heures Creuses Hiver (SH)	Heures Pleines Eté (SB)	Heures creuses Eté (SB)
Profil 1	29,555	18,904	6,438	10,866	7,034
Profil 2	35,575	22,555	11,733	7,739	4,134

Quel référentiel tarifaire ?

- Coût moyen annuel d'achat de l'électricité :

c€/kWh	Heures/Année	P1	P2
Pointe	240	29,555	35,575
Heures Pleines Hiver	2 176	18,904	22,555
Heures Creuses Hiver	1 208	6,438	11,733
Heures Pleines Eté	3 424	10,866	7,739
Heures Creuses Eté	1 712	7,034	4,134
Total/Moyenne	8 760	12,02	12,03

Quel référentiel tarifaire ?

Coût moyen d'acheminement (TURPE 6) :

c€/kWh	Heures/Année	CU fixe	CU mobile	LU fixe	LU mobile
Pointe	240	4,42	5,49	2,78	3,21
Heures Pleines Hiver	2 176	3,52	3,38	2,11	1,92
Heures Creuses Hiver	1 208	2,26	2,26	1,45	1,45
Heures Pleines Eté	3 424	1,35	1,25	0,8	0,8
Heures Creuses Eté	1 712	0,84	0,84	0,67	0,67
Total/Moyenne	8 760	2,00	1,95	1,24	1,21

Coefficient pondérateur de la puissance (b)

€/KW/an	Pointe	HPH	HCH	HPB	HCB
CU pointe fixe	7,25	7,11	6,91	6,82	6,37
CU pointe mobile	7,56	7,06	6,91	6,82	6,37
LU pointe fixe	22,75	21,08	14,60	10,83	6,76
LU pointe mobile	25,25	22,77	14,60	10,83	6,76

Quel référentiel tarifaire ?

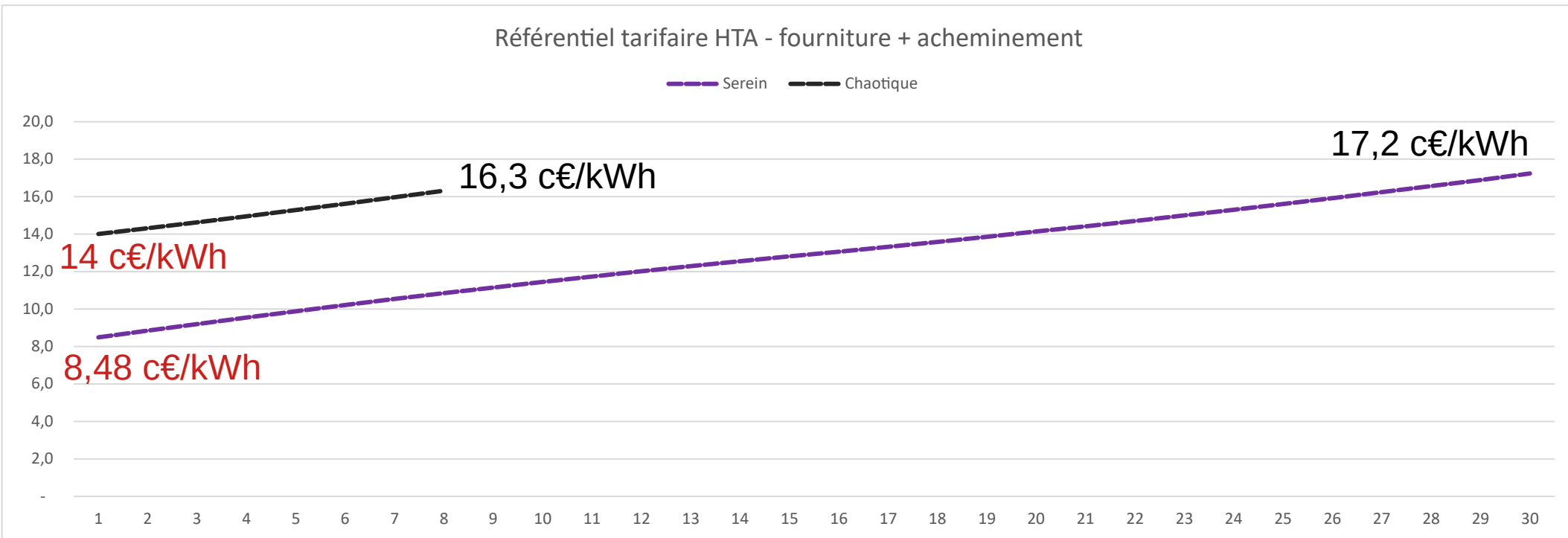
- Evolution chaotique : 14 c€/kWh

c€/kWh	Heures/Année	P1	P2
Pointe	240	33,975	39,995
Heures Pleines Hiver	2 176	22,424	26,075
Heures Creuses Hiver	1 208	8,698	13,993
Heures Pleines Eté	3 424	12,216	9,089
Heures Creuses Eté	1 712	7,874	4,974
Total/Moyenne	8 760	14,01	14,03

- Inflation de 2,21 % par an (UFE – 2011) sur 8 ans
- Moyenne de 15,13 c€/kWh sur 8 ans.

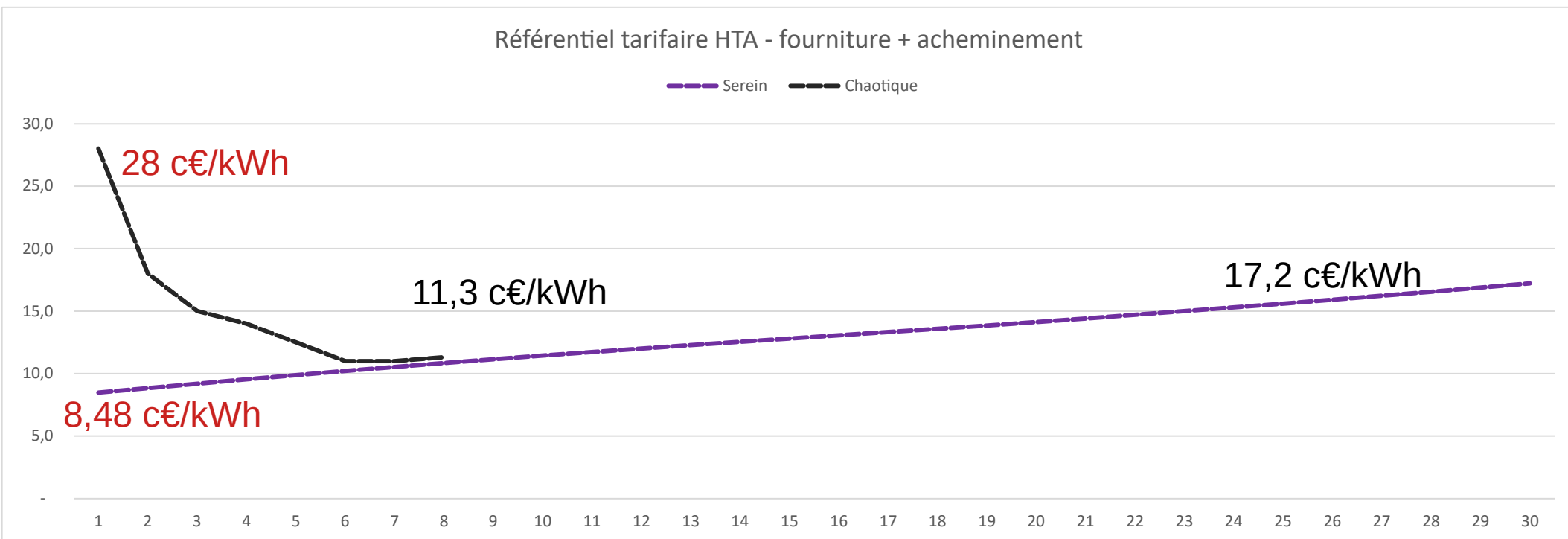
Quel référentiel tarifaire ?

Profils tarifaires de référence :



Quel référentiel tarifaire ?

Profils tarifaires de référence :



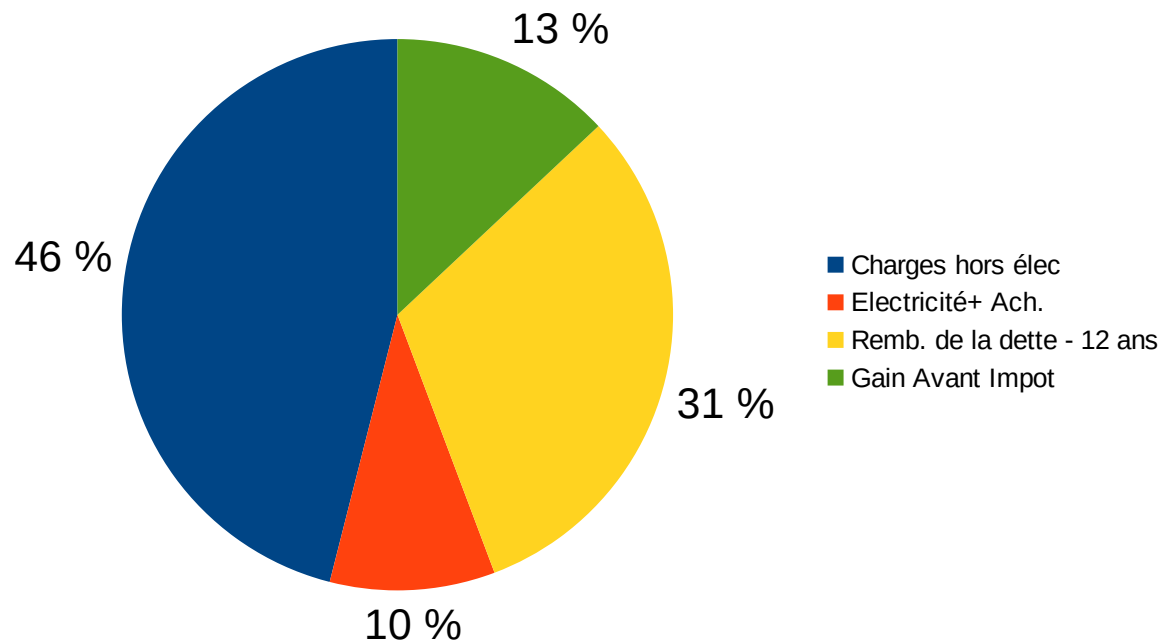
● Stratégie opportune ?

- Scénario serein : l'évolution du mix-énergétique, l'évolution des LCOE des diverses énergies et des marges raisonnables :

(27) En outre, le plafond des recettes issues du marché fixé à 180 EUR par MWh est systématiquement plus élevé, y compris en prévoyant une marge raisonnable, que le coût actualisé de l'énergie (LCOE) actuel pour les technologies de production concernées, ce qui permet aux producteurs auxquels il s'applique de couvrir leurs coûts d'investissements et d'exploitation. Étant donné que le plafond sur les recettes issues du marché laisse une marge considérable entre le LCOE raisonnable et le plafond sur les recettes issues du marché, il ne devrait donc pas compromettre les investissements dans de nouvelles capacités inframarginales.

- Scénario chaotique : une moyenne de 15,1 c€/kWh sur 8 ans

- Optimisation de l'EBE ? L'électricité n'est pas la seule composante



- Une production énergétique non pilotable dépendante :
 - Du lieu
 - Du support des modules photovoltaïque
- 4 structures d'implantation :
 - Sur l'enveloppe des bâtiments
 - Fixe au sol
 - Tracker un axe
 - Tracker 2 axes

- 2 types de modules :
 - Mono-faciaux
 - Bi-faciaux
- Une technologie de production :
 - Un investissement réparti sur 15 ans par un prêt bancaire
 - Des charges faibles et maîtrisées
 - Garantie longue de fonctionnement : 25 ans sur les modules, 20 ans sur les onduleurs
 - Durée de vie très longue : 30 ans

Spécificité de la production PV

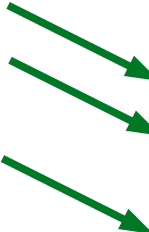
Technologie non pilotable :

2 kWc 10m2	Pente 25 %		Vertical Sud	Production en kWh			Delta Sud/90°
	Sud	Est/Ouest		1 axe	2 axes	Delta	
Lille	1 935	1 715		2 390	2 745	160 %	12,83 %
Amiens	1 975	1 760		2 540	2 900	165 %	12,22 %
Rouen	1 980	1 770		2 525	2 875	162 %	11,86 %
Caen	2 055	1 830		2 550	2 925	160 %	12,30 %
Rennes	2 115	1 880		2 635	3 005	160 %	12,50 %
Morlaix	1 940	1 745		2 365	2 680	154 %	11,17 %
Nantes	2 260	2 005	1 700	2 840	3 250	162 %	12,72 %
Poitiers	2 230	1 985		2 795	3 175	160 %	12,34 %
Limoges	2 240	1 990		2 800	3 185	160 %	12,56 %
Bordeaux	2 345	2 090	1 725	2 940	3 340	160 %	12,20 %
Toulouse	2 460	2 190	1 795	3 070	3 495	160 %	12,33 %
Montpellier	2 735	2 400	2 015	3 495	4 025	168 %	13,96 %
Marseille	3 090	2 735	2 255	3 960	4 515	165 %	12,98 %
Clermont Ferrand	2 240	1 980		2 785	3 165	160 %	13,13 %
Lyon	2 335	2 065	1 710	2 900	3 300	160 %	13,08 %
Dijon	2 160	1 910		2 665	3 010	158 %	13,09 %
Besançon	2 145	1 915		2 590	2 955	154 %	12,01 %
Strasbourg	2 050	1 825		2 530	2 875	158 %	12,33 %
Metz	2 015	1 795		2 505	2 830	158 %	12,26 %
Chalons en champagne	2 090	1 850		2 595	2 960	160 %	12,97 %
Orléans	2 120	1 885		2 635	2 995	159 %	12,47 %
Delta	160 %	159 %		167 %	168 %		

Spécificité de la production PV

O2
Performance

Technologie non pilotable :



c€/kWh	Heures/Année	P1	P2	PV - P1	PV - P2
Pointe	240	36,68	43,14	3%	3%
Heures Pleines Hiver	2 176	24,21	28,13	17%	17%
Heures Creuses Hiver	1 208	9,39	15,09		
Heures Pleines Eté	3 424	13,19	9,80	80%	80%
Heures Creuses Eté	1 712	8,50	5,37		
Total/Moyenne	8 760	15,13	15,13	15,77	18,15

Chaotique
8 ans

c€/kWh	Heures/Année	P1	P2	PV - P1	PV - P2
Pointe	240	26,67	31,36	3%	3%
Heures Pleines Hiver	2 176	17,60	20,45	17%	17%
Heures Creuses Hiver	1 208	6,83	10,97		
Heures Pleines Eté	3 424	9,59	7,13	80%	80%
Heures Creuses Eté	1 712	6,18	3,90		
Total/Moyenne	8 760	11,00	11,00	11,46	10,12

Serein
15 ans

Spécificité de la production PV

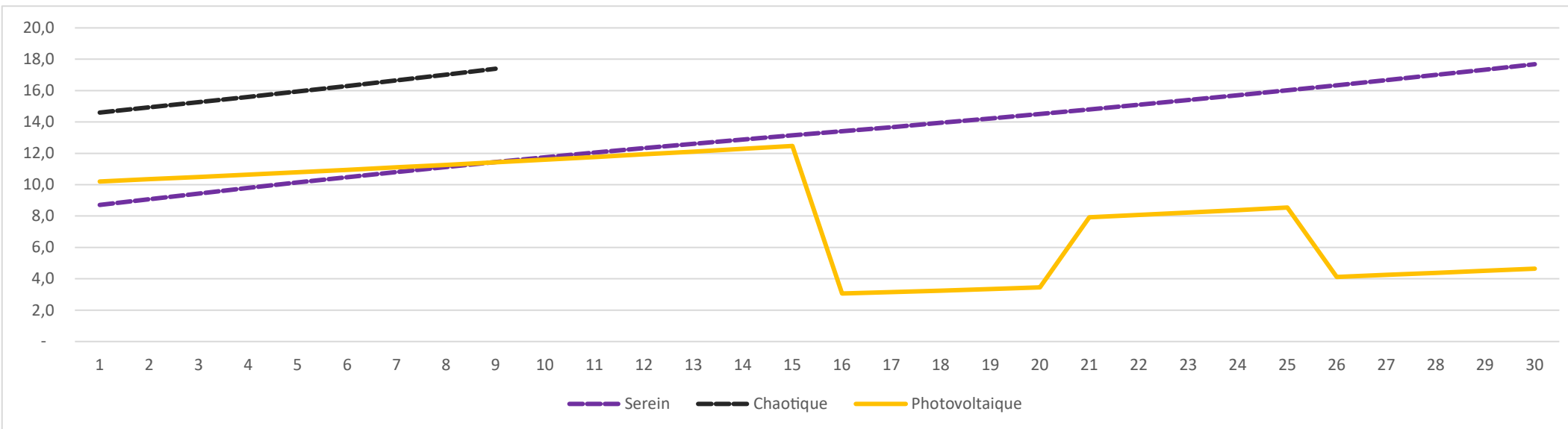
- Coût de production sur Rennes – Est/Ouest – 940 kWh/kWc :

	2 axes	Est/Ouest	Est/Ouest+	Sud	Sud+
Investissement total	58 000 €	95 500 €	100 500 €	95 500 €	100 500 €
Puissance (kWc)	22	100	100	100	100
Production annuelle (kWh)	35 735	94 000	98 700	105 750	113 153
Taux emprunt	2,55 %	2,55 %	2,55 %	2,55 %	2,55 %
Durée emprunt	15	15	15	15	15
Remboursement	4 702 €	7 742 €	8 147 €	7 742 €	8 147 €
Charge exploitation	850 €	2 300 €	2 300 €	2 300 €	2 300 €
Coût de production HP	15,5 c€	10,7 c€	10,6 c€	9,5 c€	9,2 c€

- Référence tarifaire évolution sereine : 10,12 à 11,46 c€/kWh
- Référence tarifaire chaotique 8 années : 15,77 à 18,15 c€/kWh
- Après 15 ans, le kWh < 6 c€uros et cela pendant 10 à 15 ans.

Spécificité de la production PV ?

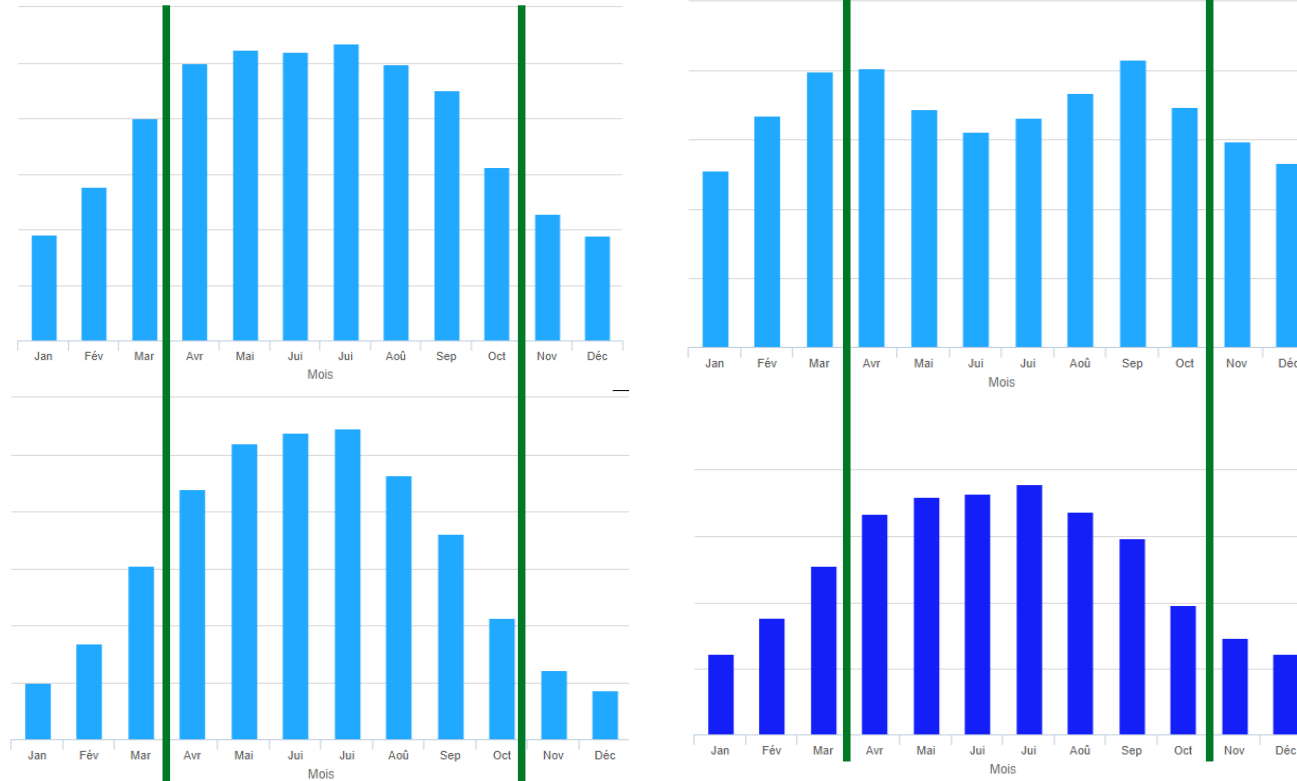
🍃 Photovoltaïque sur Rennes Est/Ouest+ & référentiels tarifaires :



🍃 Réduction ou Maîtrise & réduction ?

Spécificité de la production PV ?

🍃 Photovoltaïque : non pilotable mais...



Spécificité de la cogénération

O2
Performance

- Production pilotable
- Consommation de biogaz pour une production simultanée d'électricité et de chaleur
- Plage de fonctionnement : 50 à 100 % de la puissance électrique nominale

Question préalable : Suis- je capable de produire plus de biogaz ?

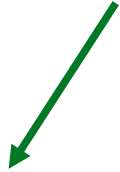
O2
Performance

- Disponibilité d'intrants
- Capacité de stockage de digestat et disponibilité du plan d'épandage
- Capacité des silos et de(s) trémie(s)
- Stabilité biologique
- Capacité technique du/des digesteur(s)
- ...

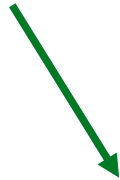
Question préalable : Quelle valorisation de ce biogaz supplémentaire ?

O2
Performance

- Consommation pour produire sa propre électricité
OU
- Épuration pour injection supplémentaire



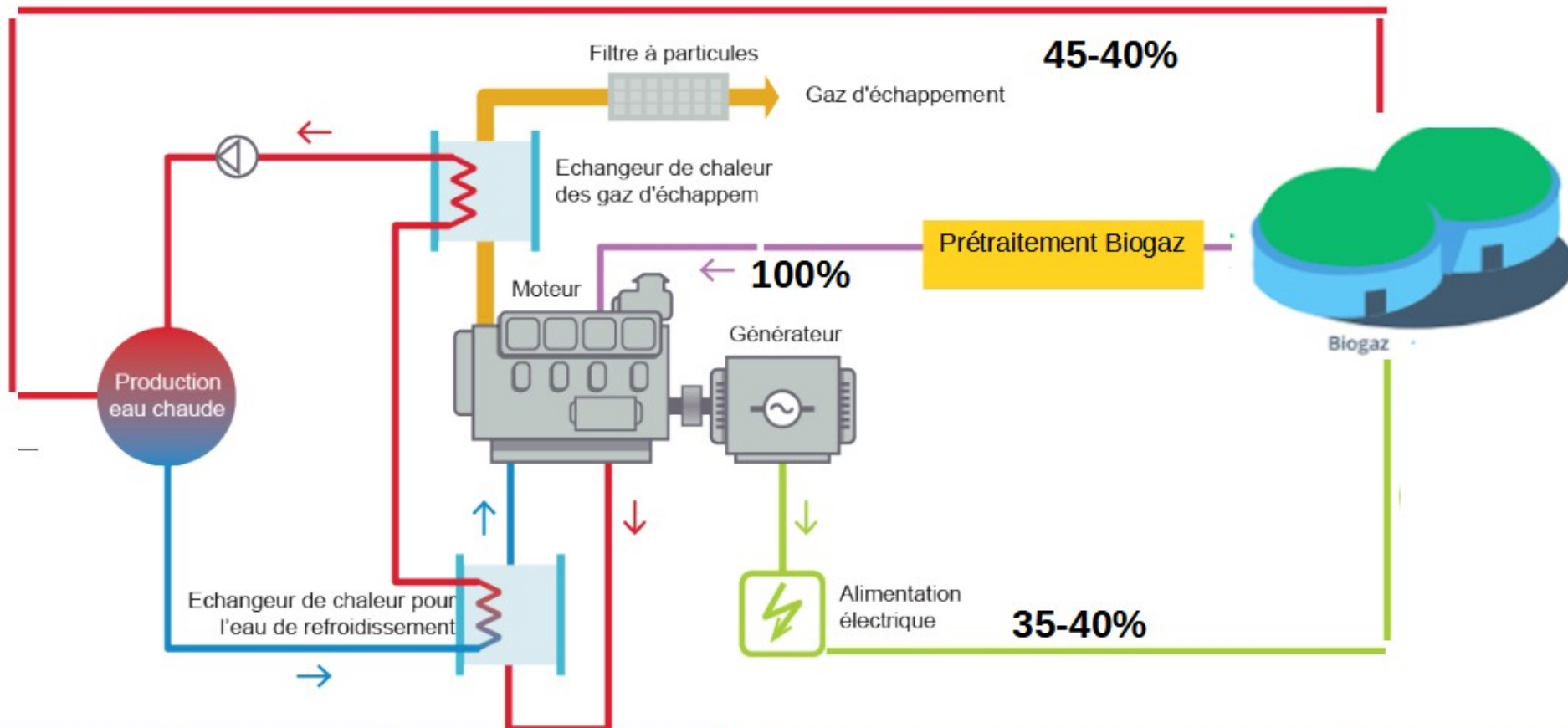
Dans le cadre du contrat



hors contrat

Principe de la cogénération

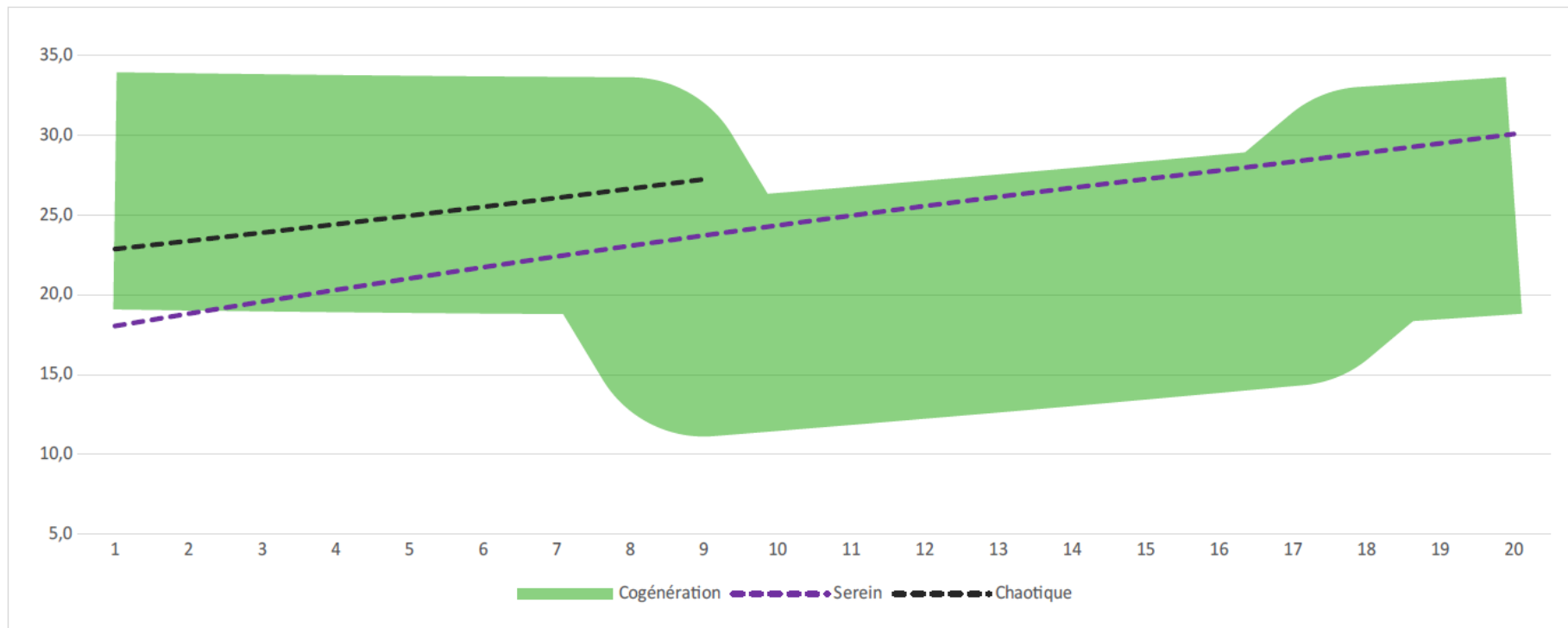
O2
Performance



- Coût de production du biogaz complémentaire
- Besoin électrique et sa stabilité
- Économie de chauffage donc de biogaz pour le fonctionnement de la chaudière
- Module de cogénération : performances (rendements élec. et therm.) ; configuration thermique ; coûts d'entretien ; investissement ; révision générale

Coût de production électrique cogénération

O2
Performance



Une approche cohérente est essentielle

O2 Performance

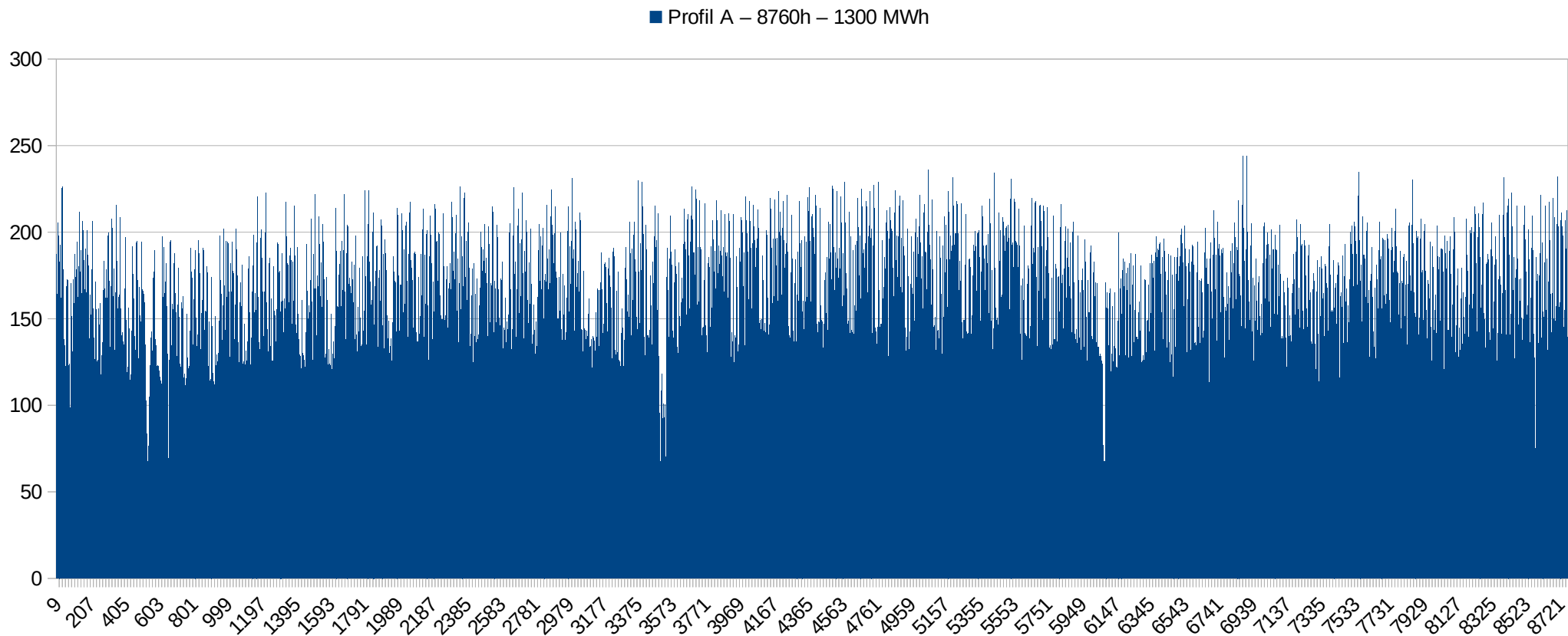
Unité de production de biométhane 120 Nm³BM/h

La production photovoltaïque in-situ

- 2 profils de consommation :
 - P1 : unité avec des intrants mixtes
 - Consommation électrique du process : 0,696 kWh/Nm³CH₄
 - Consommation électrique de l'épuration : 0,55 kWh/Nm³CH₄
 - Total : 1,246 kWh/Nm³CH₄
 - P2 : unité avec des intrants à fort pouvoir méthanogène, peu visqueux
 - Consommation électrique du process : 0,397 kWh/Nm³CH₄
 - Consommation électrique de l'épuration : 0,55 kWh/Nm³CH₄
 - Total : 0,947 kWh/Nm³CH₄

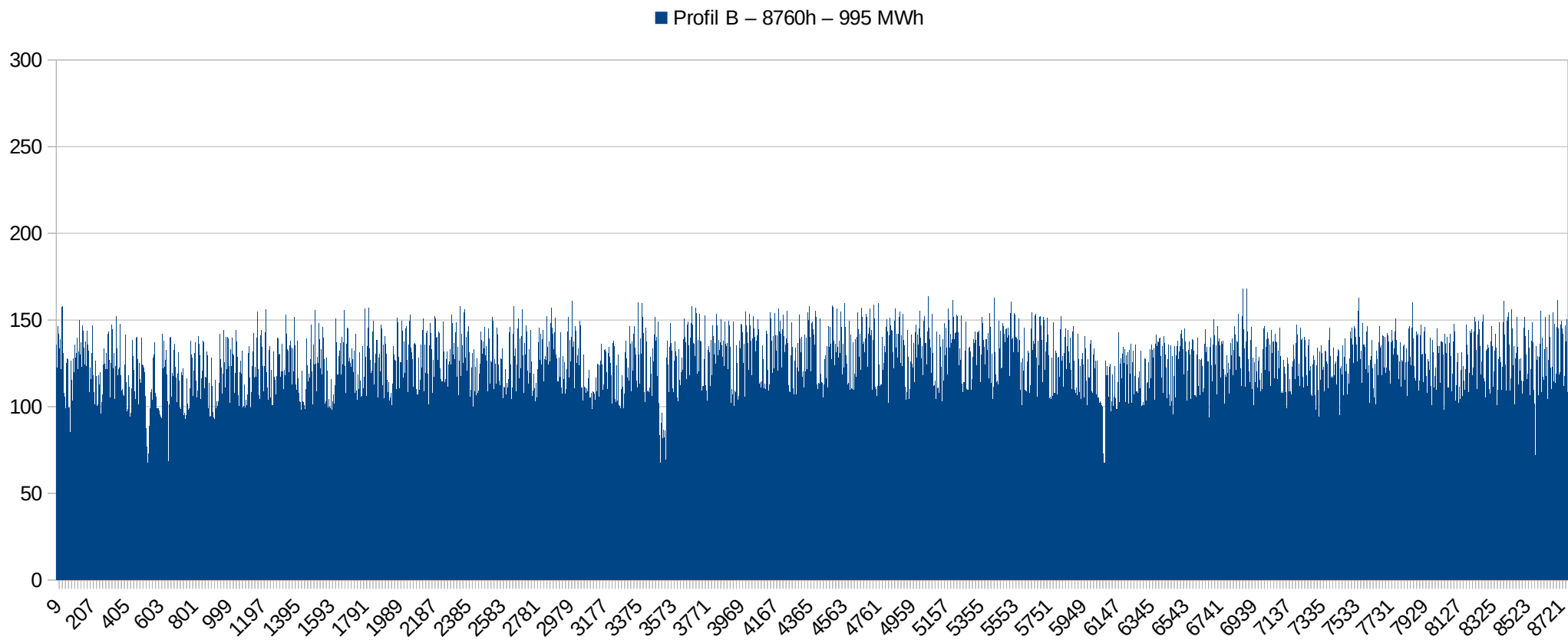
Production photovoltaïque

O2
Performance



Production photovoltaïque

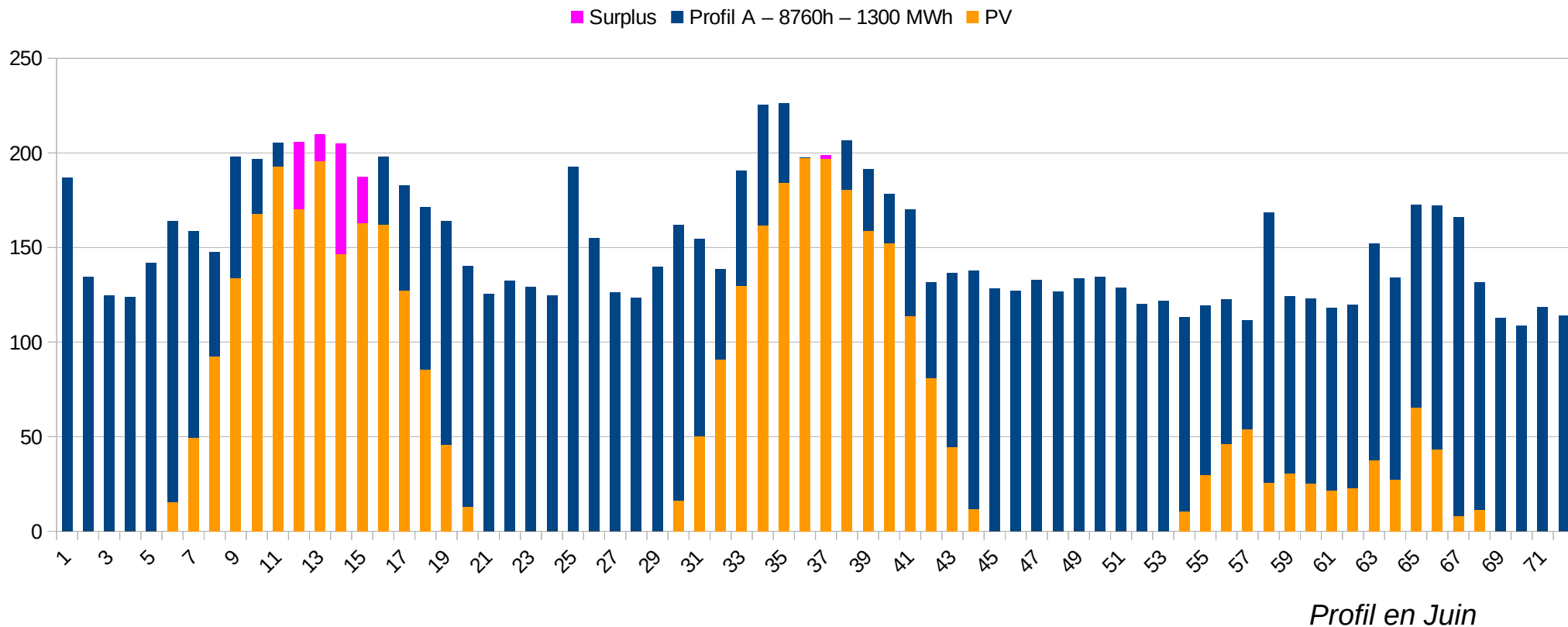
O2
Performance



- Mise en place d'une installation photovoltaïque :
 - Taux de couverture optimisé
 - P1 : 345 000 €HT d'investissement
 - P2 : 264 500 €HT d'investissement
 - Toiture de 35m x 20m disponible Sud/Nord ou Est/Ouest - Rennes

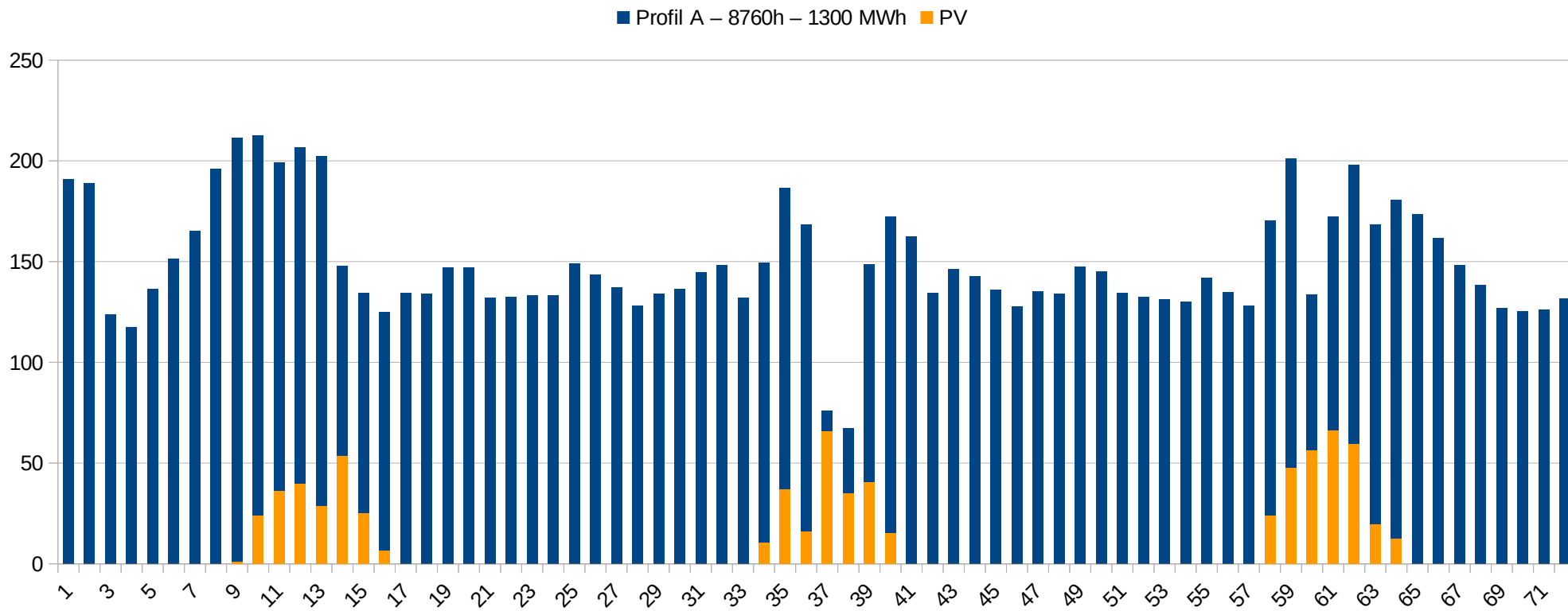
Production photovoltaïque

O2
Performance



Production photovoltaïque

O2
Performance

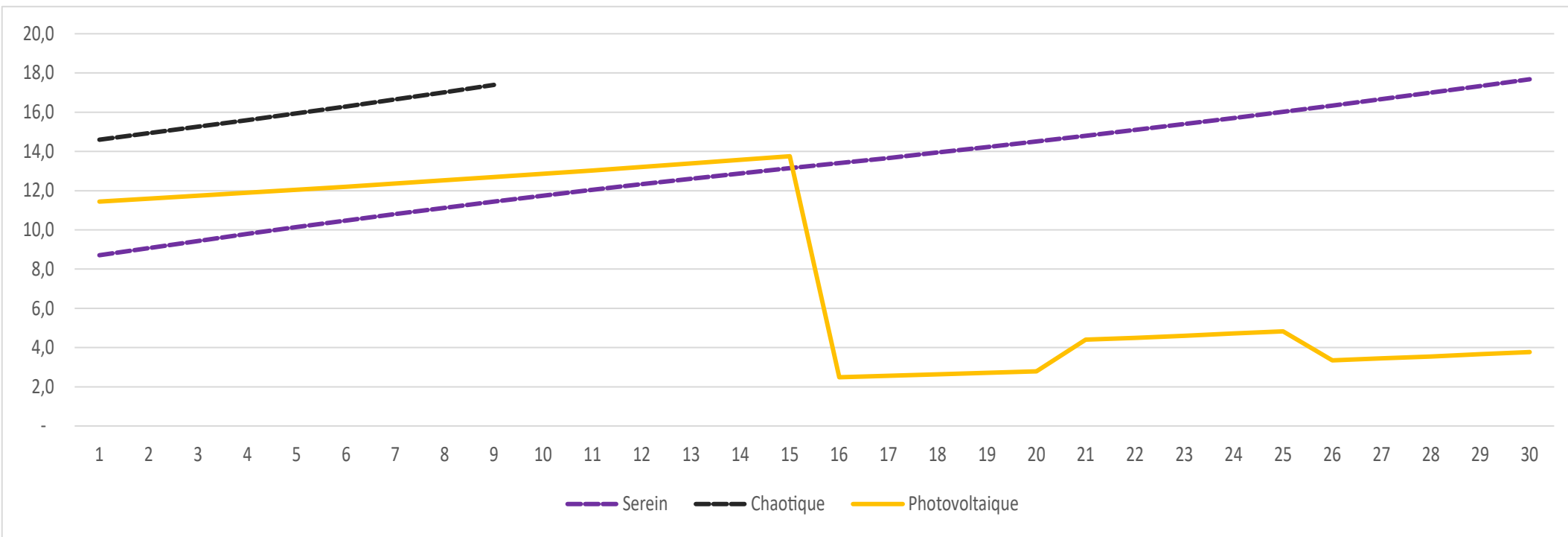


Profil en Décembre

Intégration standard

O2
Performance

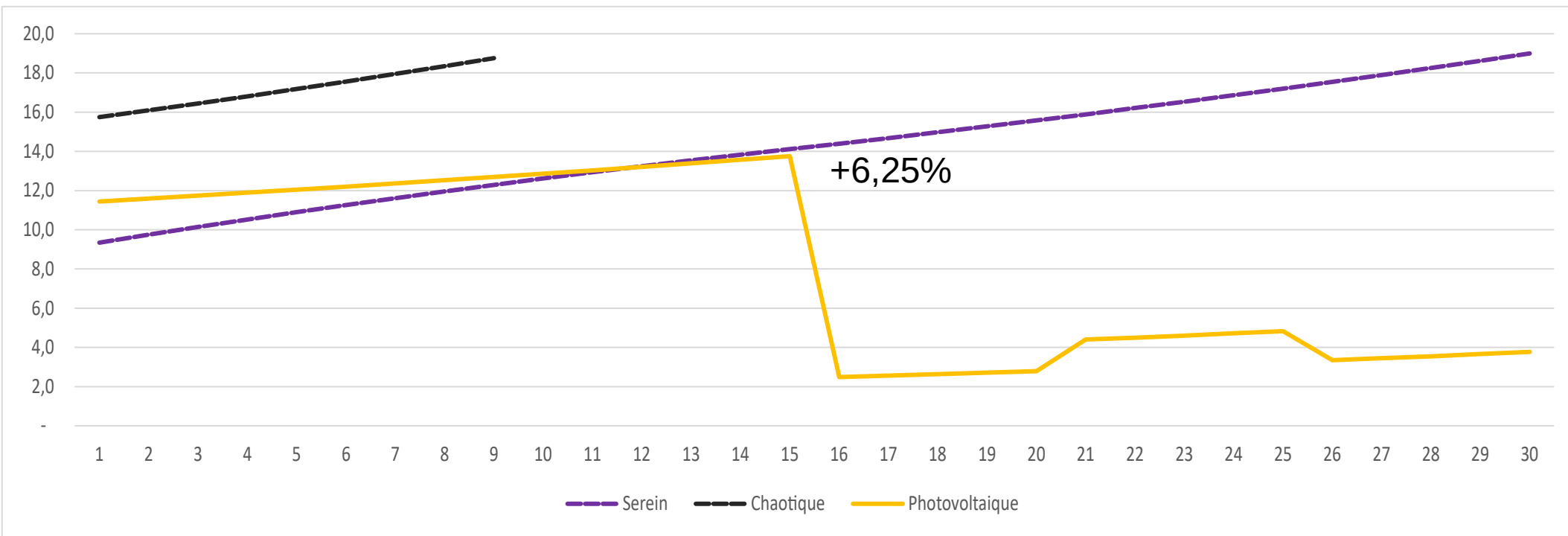
🍃 Photovoltaïque sur Rennes Est/Ouest+ & référentiels tarifaires :



Intégration optimisée

O2
Performance

☛ Photovoltaïque sur Rennes Est/Ouest+ & référentiels tarifaires :



Multi-supports

O2
Performance

- Optimisation à réaliser sur les systèmes d'intégration :



O2 Performance

Unité de production de biométhane

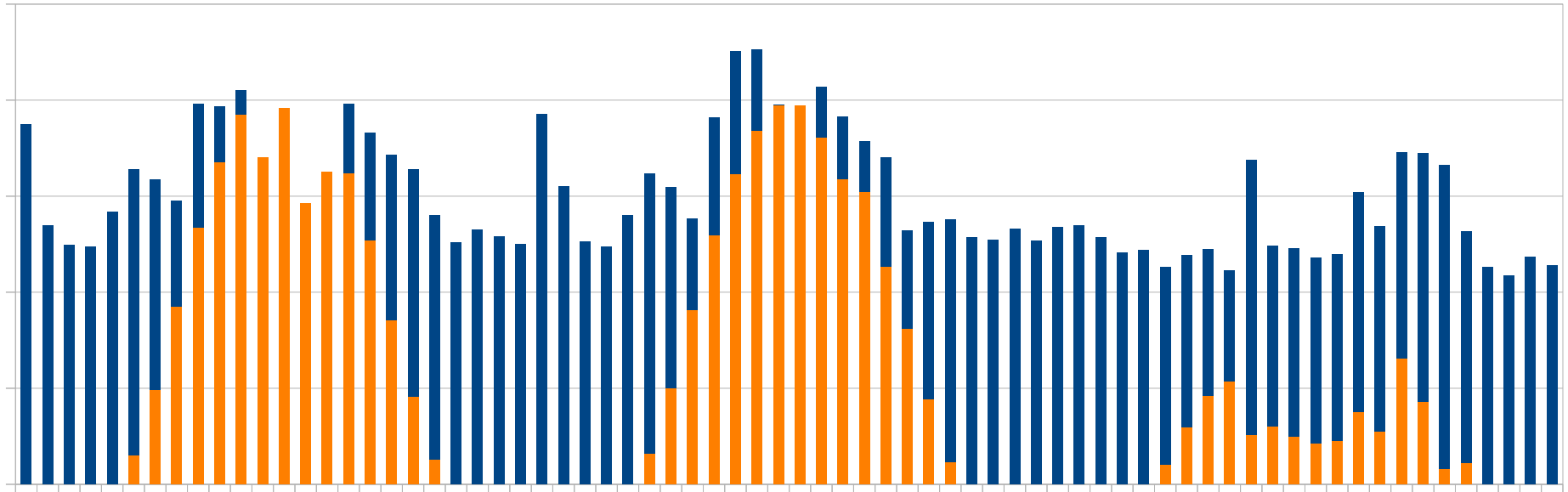
120 Nm³BM/h

La production cogénération biogaz in-situ

Production Photovoltaïque et Cogénération

O2
Performance

■ PV ■ COGE ■ Conso. restante

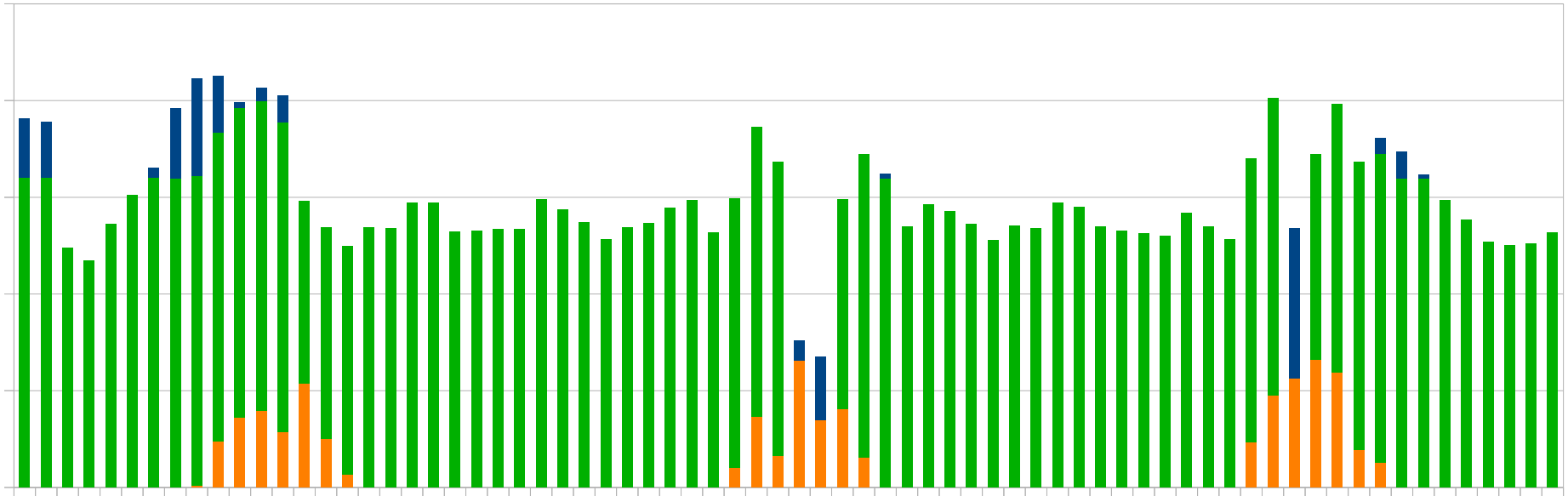


Profil Juin

Production Photovoltaïque et Cogénération

O2
Performance

PV COGE Conso. restante



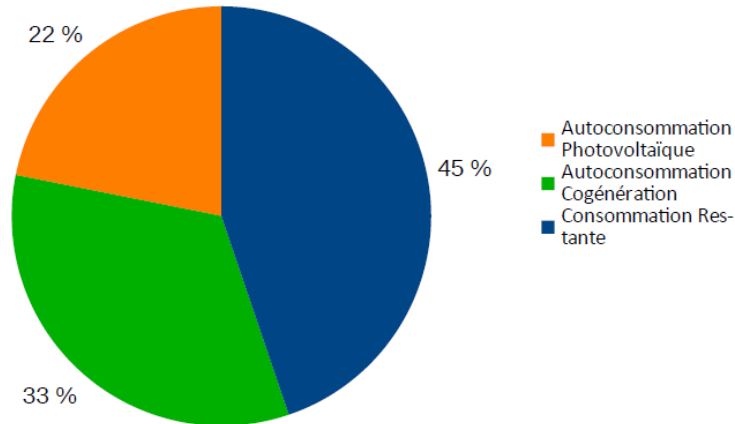
Profil Décembre

Exemple : 120 Nm3/h, ration « ensilage »

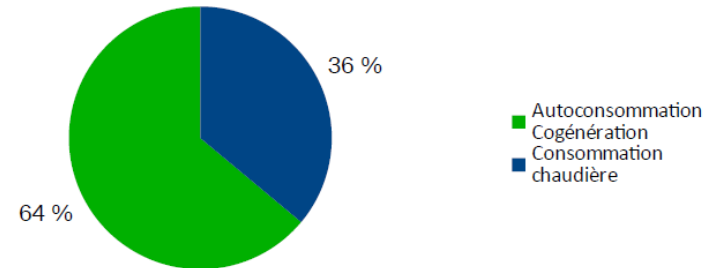
Puissance nominale COGE inst.	102 kWél	
Modèle		
Configuration thermique		
Raccordement électrique	Haute Tension	
Coût de production biogaz	0,44 €/m3CH4	
Période de fonctionnement	Heure Pleine Saison Haute	
	Heure Creuse Saison Haute	
	Pointe	

Sur la période de fonctionnement de la COGE	
Coût de production COGE en €/kWhél	
1ère année	24,8
Sur 10 ans	22,0
Sur 15 ans	19,6

Besoin électrique

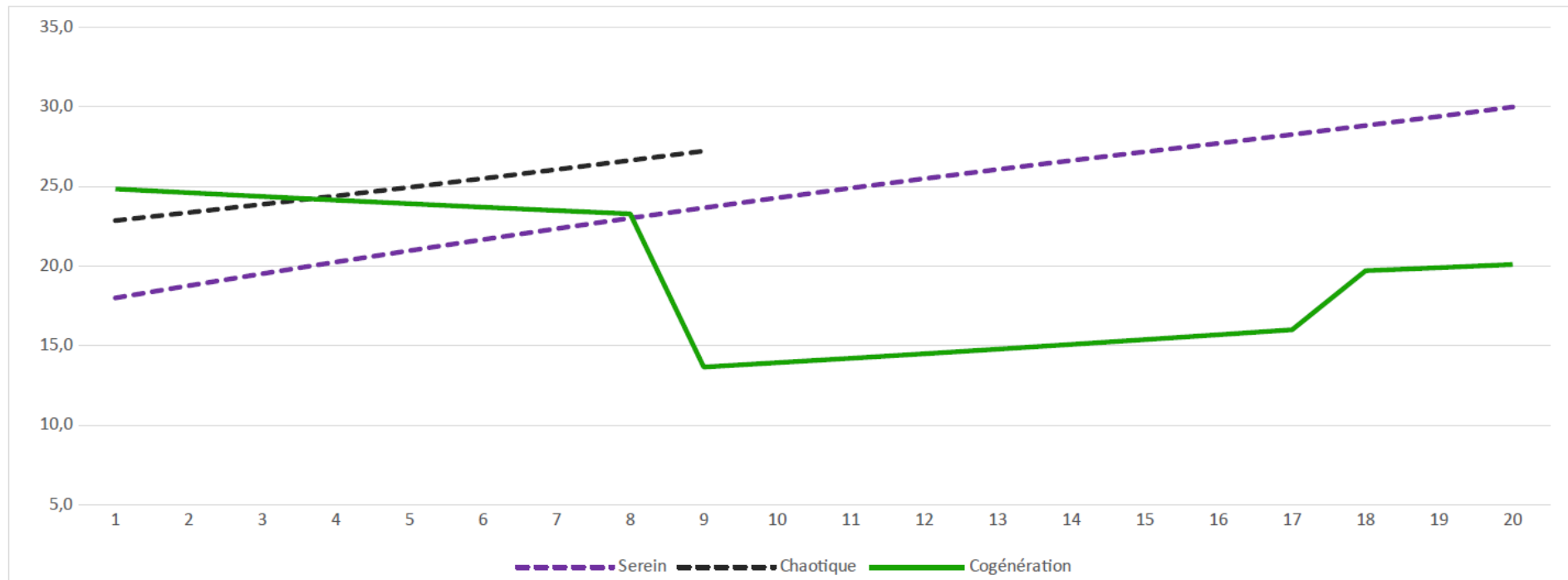


Besoin de chaleur



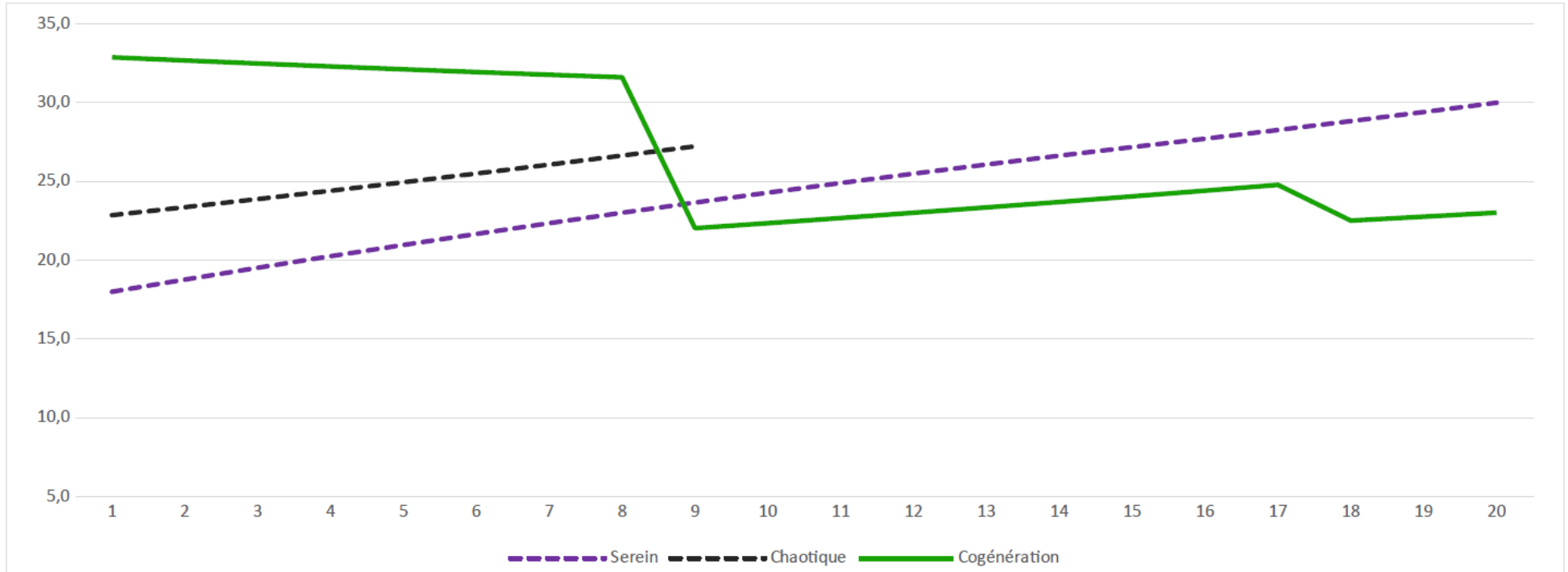
Exemple : 120 Nm³/h, ration « ensilage »

O2
Performance



Exemple : 120 Nm³/h, ration « ensilage », MAUVAISE PRECONISATION

O2
Performance

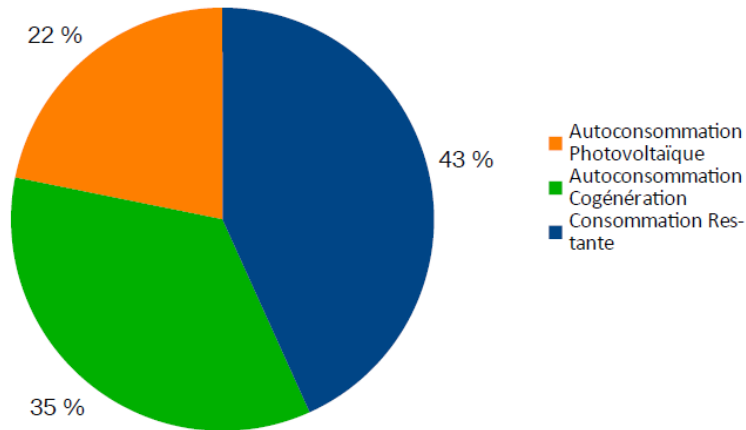


Exemple : 120 Nm3/h, ration « mixte »

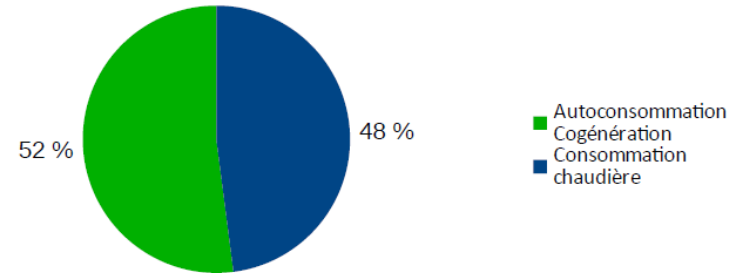
Puissance nominale COGE inst.	160 kWél	
Modèle		
Configuration thermique		
Raccordement électrique	Haute Tension	
Coût de production biogaz	0,44 €/m3CH4	
Période de fonctionnement	Heure Pleine Saison Haute	
	Heure Creuse Saison Haute	
	Pointe	

Sur la période de fonctionnement de la COGE	
Coût de production COGE en c€/kWhél	
1ère année	23,2
Sur 10 ans	20,2
Sur 15 ans	17,8

Besoin électrique

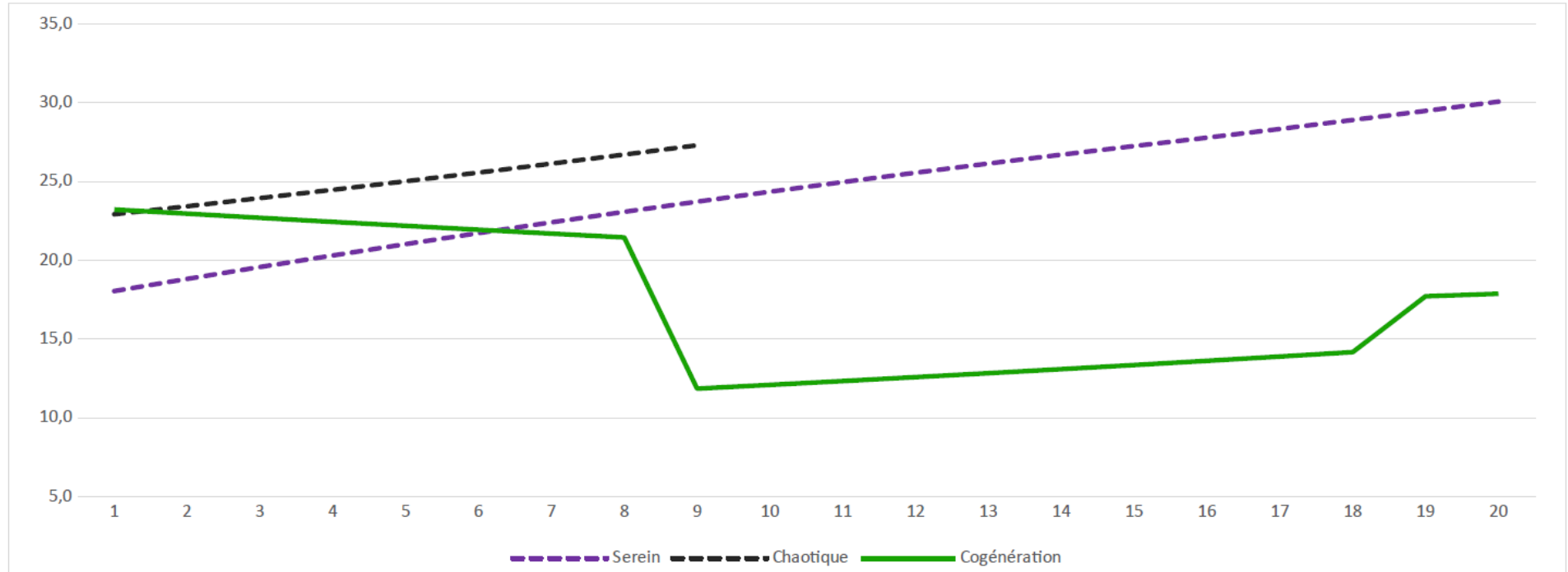


Besoin de chaleur



Exemple : 120 Nm³/h, ration mixte

O₂
Performance



Cogénération biogaz - Bilan

O2
Performance

- Prise en compte tous les paramètres pour obtenir une vision réaliste
- Choix de maîtrise de ses charges d'électricité
- Cohérence de la stratégie d'achat d'électricité et pilotage horosaisonnalisé
- Production de biogaz : capacité et coût
- Importance de faire le choix optimum en terme de puissance/ modèle/ configuration thermique / pilotage

-
- Importance de la cohérence de l'achat par rapport à la production
 - Photovoltaïque :
 - Non-pilotable
 - Rentabilité systématique mais optimisable
 - Module de cogénération :
 - Pilotable
 - Prise en compte de tous les facteurs nécessaires
 - Approche simplifiée DANGEREUSE

Rappel de l'offre O2 Performance

O2
Performance

● Territoire : Toute la France

● 3 Offres :

- Étude d'opportunité d'une production énergétique in-situ : photovoltaïque, cogénération et solaire thermique. Étude de scénarii : dimensionnement, technologie des équipements et rentabilité. Fin : Go/ NoGo
- Développement de projet de production in-situ : administratif, contractuel, rédaction du dossier banque, préconisation des équipements & consultation pour devis définitifs. Fin : à la signature des devis des équipementiers et maîtres d'oeuvre
- Accompagnement et optimisation de l'usage des équipements après la mise en service : contrat de suivi de 3 mois et plus.