




LA ROCHE BERNIS

# Etude de faisabilité énergétique

V2 du 06/04/2023



# Sommaire

- Besoins énergétiques
  - Opportunités techniques
  - Contraintes de mise en œuvre et d'exploitation
  - Solution pressentie
  - Annexes : Faisabilités technico-économiques
- 



# Besoins énergétiques : approche globale

Estimations de consommations énergétiques et des bilans de puissances :

- Répartition des consommations selon des retours d'expériences de projets RE2020 avec les performances d'enveloppe BFB.
- Bilan de chaque solution énergétique en faisabilité technique, investissement pour l'utilisateur et couplages possibles des solutions.

# Besoins énergétiques : performance thermique

Un travail sur la compacité des bâtiments est nécessaire pour l'atteinte des objectifs de performance énergétique :

- Ergonomie et bioclimatisme ;
- Traitement des ponts thermiques ;
- Etanchéité à l'air de l'enveloppe.

Dans cette mesure, quelques objectifs performanciers clés sont présentés dans les slides suivantes :

- RE2020
- Performance : Bbio -15%
- Excellence : Bbio -30%



# Besoins énergétiques : performance thermique Logements/RPA

Objectif	Paroi	Logement collectif			
		ITI Béton	ITI Maçonnerie isolante	FOB / COB	ITE
RE2020	Plancher	Isolant PU de 80 mm sous chape Isolant 140 mm sous dalle	Isolant PU de 80 mm sous chape Isolant 140 mm sous dalle	Isolant PU de 80 mm sous chape Isolant 140 mm sous dalle	Isolant PU de 80 mm sous chape Isolant 140 mm sous dalle
	Façade	Béton avec isolant de 140 mm + BA13	Maçonnerie isolante avec isolant de 120 mm + BA13	FOB 145 mm avec doublage laine minérale de 60 mm + BA13	Maçonnerie isolante avec isolant de 120 mm
	Toitures	Terrasses inaccessibles isolant PU de 140 mm Terrasses accessibles isolant PU de 80 mm Combles isolant laine de verre 300 mm Rampants isolant laine de verre 240 mm TH35	Terrasses inaccessibles isolant PU de 140 mm Terrasses accessibles isolant PU de 80 mm Combles isolant laine de verre 300 mm Rampants isolant laine de verre 240 mm TH35	Terrasses inaccessibles isolant PU de 140 mm Terrasses accessibles isolant PU de 80 mm Combles isolant laine de verre 300 mm Rampants isolant laine de verre 240 mm TH35	Terrasses inaccessibles isolant PU de 140 mm Terrasses accessibles isolant PU de 80 mm Combles isolant laine de verre 300 mm Rampants isolant laine de verre 240 mm TH35
	Ponts thermiques	Traitement par rupteurs sur 60% du linéaire plancher intermédiaire minimum	Traitement par planelles sur 65% du linéaire plancher intermédiaire minimum	Traitement par façade ossature bois sur 50% du linéaire plancher intermédiaire minimum	Traitement par ITE sur 50% du linéaire plancher intermédiaire minimum
	Etanchéité à l'air	1,00 m3/h/m²	1,00 m3/h/m²	1,00 m3/h/m²	1,00 m3/h/m²
Performance	Plancher	Isolant PU de 120 mm sous chape	Isolant PU de 120 mm sous chape	Isolant PU de 120 mm sous chape	Isolant PU de 120 mm sous chape
	Façade	Béton avec isolant de 140 mm + BA13	Maçonnerie isolante avec isolant de 120 mm + BA13	FOB 145 mm avec doublage laine minérale de 60 mm + BA13	Maçonnerie isolante avec isolant de 120 mm
	Toitures	Terrasses inaccessibles isolant PU de 160 mm Terrasses accessibles isolant PU de 80 mm Combles isolant laine de verre 400 mm Rampants isolant laine de verre 240 mm TH32	Terrasses inaccessibles isolant PU de 160 mm Terrasses accessibles isolant PU de 80 mm Combles isolant laine de verre 400 mm Rampants isolant laine de verre 240 mm TH32	Terrasses inaccessibles isolant PU de 160 mm Terrasses accessibles isolant PU de 80 mm Combles isolant laine de verre 400 mm Rampants isolant laine de verre 240 mm TH32	Terrasses inaccessibles isolant PU de 160 mm Terrasses accessibles isolant PU de 80 mm Combles isolant laine de verre 400 mm Rampants isolant laine de verre 240 mm TH32
	Ponts thermiques	Traitement par rupteurs sur 70% du linéaire plancher intermédiaire minimum	Traitement par planelles sur 75% du linéaire plancher intermédiaire minimum Planelles en acrotères	Traitement par façade ossature bois sur 65% du linéaire plancher intermédiaire minimum	Traitement par ITE sur 65% du linéaire plancher intermédiaire minimum
	Etanchéité à l'air	0,80 m3/h/m²	0,80 m3/h/m²	0,80 m3/h/m²	0,80 m3/h/m²
Excellence	Plancher	Incompatible	Incompatible	Isolant PU de 120 mm sous chape	Isolant PU de 120 mm sous chape
	Façade			FOB 145 mm avec doublage laine minérale de 80 mm + BA13	Maçonnerie isolante avec isolant de 140 mm
	Toitures			Terrasses inaccessibles isolant PU de 160 mm Terrasses accessibles isolant PU de 100 mm Combles isolant laine de verre 400 mm Rampants isolant laine de verre 240 mm TH32	Terrasses inaccessibles isolant PU de 160 mm Terrasses accessibles isolant PU de 100 mm Combles isolant laine de verre 400 mm Rampants isolant laine de verre 240 mm TH32
	Ponts thermiques			Traitement par façade ossature bois sur 65% du linéaire plancher intermédiaire minimum Traitement des acrotères	Traitement par ITE sur 65% du linéaire plancher intermédiaire minimum Traitement des acrotères
	Etanchéité à l'air			0,60 m3/h/m² (aéroblue)	0,60 m3/h/m² (aéroblue)

# Besoins énergétiques : performance thermique Maisons

Objectif	Paroi	Maisons individuelles			
		ITI Béton	ITI Maçonnerie isolante	MOB	ITE
RE2020	Plancher	Incompatible	Isolant PU de 100 mm sous chape	Isolant PU de 100 mm sous chape	Isolant PU de 100 mm sous chape
	Façade		Maçonnerie isolante avec isolant de 160 mm + BA13	MOB 200 mm avec doublage laine minérale de 60 mm + BA13	Maçonnerie isolante avec isolant de 160 mm
	Toitures		Terrasses inaccessibles isolant PU de 160 mm Combles isolant laine de verre 400 mm	Terrasses inaccessibles isolant PU de 160 mm Combles isolant laine de verre 400 mm	Terrasses inaccessibles isolant PU de 160 mm Combles isolant laine de verre 400 mm
	Ponts thermiques		Traitement par planelles du linéaire plancher intermédiaire minimum Traitement des acrotères	Traitement par façade ossature bois du linéaire plancher intermédiaire Traitement des acrotères	Traitement par ITE du linéaire plancher intermédiaire Traitement des acrotères
	Etanchéité à l'air		0,60 m3/h/m²	0,60 m3/h/m²	0,60 m3/h/m²
Performance	Plancher	Incompatible	Incompatible	Isolant PU de 120 mm sous chape	Isolant PU de 120 mm sous chape
	Façade			ITE 40 mm + MOB 200 mm avec doublage laine minérale de 80 mm + BA13	Maçonnerie isolante avec isolant de 200 mm
	Toitures			Terrasses inaccessibles isolant PU de 200 mm Combles isolant laine de verre 400 mm	Terrasses inaccessibles isolant PU de 200 mm Combles isolant laine de verre 400 mm
	Ponts thermiques			Traitement par façade ossature bois du linéaire plancher intermédiaire Traitement des acrotères	Traitement par ITE du linéaire plancher intermédiaire Traitement des acrotères
	Etanchéité à l'air			0,50 m3/h/m²	0,50 m3/h/m²
Excellence	Plancher	Incompatible	Incompatible	Isolant PU de 120 mm sous chape + isolant sous dalle	Isolant PU de 120 mm sous chape + isolant sous dalle
	Façade			ITE 80 mm + MOB 200 mm avec doublage laine minérale de 80 mm + BA13	Maçonnerie isolante avec isolant de 240 mm + BA13
	Toitures			Terrasses inaccessibles isolant PU de 200 mm Combles isolant laine de verre 400 mm	Terrasses inaccessibles isolant PU de 200 mm Combles isolant laine de verre 400 mm
	Ponts thermiques			Traitement par façade ossature bois du linéaire plancher intermédiaire Traitement des acrotères	Traitement par ITE du linéaire plancher intermédiaire Traitement des acrotères
	Etanchéité à l'air			0,40 m3/h/m²	0,40 m3/h/m²



# Besoin énergétique : consommations et puissances théoriques

Les résultats ci-dessous sont basés sur des retours d'expérience de bâtiments RE2020 de typologies similaires à la SCCV BERNIS **selon la méthode réglementaire** :

- Puissance en chaud de 720 kW ;
- Puissance en froid de 100 kW ;
- Consommation en chauffage et ECS de 787 MWh/an ;
- Consommation en refroidissement de 19 MWh/an.

Ces valeurs restent théoriques, des calculs énergétiques seront réalisés dans les phases suivantes en cohérence avec l'évolution du projet afin d'évaluer les besoins et consommations au plus juste.

On remarque que le besoin en froid reste très faible sur l'ensemble du quartier.

Remarque : Les consommations évaluées pour le dimensionnement des solutions techniques sont de 1 226 MWh/an en chauffage et ECS - facteur 1,50 considéré entre réel et théorique.

# Besoin énergétique : détail des résultats

Les ratios ci-dessous sont basés sur des retours d'expérience de bâtiments RE2020 de typologies similaires à la SCCV BERNIS selon la méthode réglementaire :

Lot	Bâtiment	Programme	SDP [m²]	SHAB / SU [m²]	Nb de lots	CHAUFFAGE				FROID			
						Consos [kWh/m².an]	Consos [MWh/m².an]	Puissance [W/m²]	Puissance totale [kW]	Consos [kWh/m².an]	Consos [MWh/m².an]	Puissance [W/m²]	Puissance totale [kW]
14	Bâtiment A	Collectif privé	2379	2188	45	16,3	36	36	79	0,0	0	0	0
13	Bâtiment B	Collectif privé	1901	1749	44	18,7	33	36	63	0,0	0	0	0
	Bâtiment C	Commerces	390	359	à définir	5,8	2	120	43	29,0	10	120	43
		Collectif privé	2093	1926	48	18,7	36	36	69	0,0	0	0	0
		MCC	459	422	à définir	7,1	3	60	25	4,7	2	48	20
12	Bâtiment D	RPA	5635	5184	105	25,1	130	36	187	0,0	0	0	0
		Restau + Bureaux	500	460	1	46,0	21	66	30	7,6	4	72	36
11	Bâtiment E	Collectif privé	2258	2077	42	20,1	42	36	75	0,0	0	0	0
	Bâtiment F	Collectif privé	878	808	16	18,3	15	36	29	0,8	1	0	0
2 à 10	Maisons accolées	Individuel	464	464	6	8,4	4	26	12	1,7	1	0	0
	Maisons isolées	Individuel	697	697	9	6,3	4	26	18	2,2	2	0	0
1	Bâtiment G	Collectif social	1285	1182	24	29,5	35	36	43	0,0	0	0	0
	Bâtiment H	Collectif social	1285	1182	24	29,5	35	36	43	0,0	0	0	0
						716				99			





# Besoin énergétique : détail des résultats

Les ratios ci-dessous sont basés sur des retours d'expérience de bâtiments RE2020 de typologies similaires à la SCCV BERNIS selon la méthode réglementaire :

Lot	Bâtiment	Programme	SDP [m²]	SHAB / SU [m²]	Nb de lots	EAU CHAUDE SANITAIRE						ECLAIRAGE / AUXILIAIRES / PARKING			
						Consos [kWh/m².an]	Consos [MWh/an]	Capacité ballons cumulé [l]	Puissance cumulé sur 3h [kW]	Puissance semi-instantané [kW]	Capacité ballons semi-instantané [l]	Consos [kWh/m².an]	Consos [MWh/an]	Puissance [W/m²]	Puissance totale [kW]
14	Bâtiment A	Collectif privé	2379	2188	45	18,3	40	3 375	120	38	2 000	7,5	16	5	11
13	Bâtiment B	Collectif privé	1901	1749	44	21,5	38	3 300	118	38	2 000	4,2	7	5	9
		Commerces	390	359	à définir	3,3	1	54	6	6	45	197,7	71	23	8
	Bâtiment C	Collectif privé	2093	1926	48	21,5	41	3 600	128	42	2 000	4,2	8	5	10
		MCC	459	422	à définir	1,2	1	69	8	8	60	15,8	7	7	3
12	Bâtiment D	RPA	5635	5184	105	21,9	114	6 300	91	34	2 500	3,5	18	5	26
		Restau + Bureaux	500	460	1	66,5	31	2 100	37	15	500	40,9	19	7	3
11	Bâtiment E	Collectif privé	2258	2077	42	24,6	51	3 150	112	44	1 500	4,7	10	5	10
	Bâtiment F	Collectif privé	878	808	16	24,7	20	1 200	43	36	500	4,9	4	5	4
2 à 10	Maisons accolées	Individuel	464	464	6	5,4	3	450	12	12	1 200	3,4	2	5	2
	Maisons isolées	Individuel	697	697	9	5,1	4	675	18	18	1 800	3,3	2	5	3
1	Bâtiment G	Collectif social	1285	1182	24	21,2	25	1 800	64	28	1 000	5,1	6	5	6
	Bâtiment H	Collectif social	1285	1182	24	21,2	25	1 800	64	28	1 000	5,1	6	5	6
							392	27 873	821	347	16 105		176		102

Pour les besoins ECS, on considère ici un besoin moyen basé sur des logements T3.

# Opportunités techniques

Ci-dessous est répertorié le champ des possibles et les sources d'énergie potentielles à l'échelle du quartier :

Energie	Utilisation	Accessibilité
Eolien	Electricité	Solution inadaptée dans un milieu semi-urbain (bruit et visuel) et peu acceptée dans la région.
Solaire thermique	Chaleur	Panneaux solaires thermiques pour la production d'ECS.
Solaire photovoltaïque	Electricité	Panneaux solaires photovoltaïques sur le parking commun.
Géothermie	Chaleur / Froid	Géothermie superficielle nappes impossible. Possible sur sonde avec boucle d'eau chaude pour une partie du quartier.
Aérothermie	Chaleur / Froid	Pompes à chaleur air/eau pour la production de chauffage et ECS à l'échelle du quartier ou bâtiment.
		ECS thermodynamique et effet chauffage Joule individuels.
Marine	Electricité	Solution inadaptée pour un projet éloigné de la mer.
Hydraulique	Electricité	Solution inadaptée pour un projet éloigné des cours d'eau.
Biomasse	Chaleur	Chaufferie biomasse collective avec réseau de chaleur et appoint gaz à condensation.
Réseau de chaleur urbain	Chaleur / Froid	Pas de réseau de chaleur existant sur lequel se raccorder.
Chaufferie gaz hybride	Chaleur	Chaufferie collective possible à l'échelle d'un bâtiment.
Chaleur des eaux grises	Chaleur	Système de récupération à l'échelle bâtiment. Inadaptée car nécessité d'un sous-sol et intéressant notamment dans le cas d'un local technique par bâtiment.
Cogénération	Electricité	Solution inadaptée en raison de besoins en chaud variables sur l'année, la production d'électricité ne serait pas continue.

En rouge : Non retenu

En jaune : A confirmer selon performance thermique

En vert : Possible

# Contraintes d'exploitation

Solution	Coût d'installation [€HT]	Investissement aménagement [€HT]	Investissement Chauffage/ECS [€HT]	Investissement au logement [€HT/lgt]	Maintenance annuelle et abonnement [€HT/an]	Prix énergie [c€TTC/kWh]	Exemple T3 de 60 m² [€TTC/an/lgt]	Exemple T3 de 60 m² à 20 ans [€TTC/an/lgt]	Compatibilité RE2020
Biomasse	1 097 000	0	1 887 500	5 200	133 880	6,38	680	623	RE2025
Biomasse + Solaire thermique	1 629 000	0	1 887 500	5 200	178 760	5,31	782	559	RE2025
Géothermie	2 431 000	0	1 955 200	5 386	246 995	6,16	1035	732	RE2025
Aérothermie	530 000	530 000	1 955 200	6 846	14 250	20,62	370	632	RE2025
Chaudières Gaz	117 500	117 500	1 728 440	5 085	64 958	10,50	621	954	RE2020
Chaufferies Hybrides	454 000	454 000	1 955 200	6 637	14 049	15,56	351	598	RE2025

**Investissement aménagement** : coûts des solutions techniques communs (locaux techniques...).

**Investissement Chauffage/ECS** : coûts à l'intérieur des bâtiments.

**Investissement au logement** : total ramené au logement.

Les calculs ont été effectués pour l'intégralité de l'opération (363 logements).

Dans l'exemple du T3 à 20 ans, il est intégré une évolution du prix de l'énergie de **3% par an d'augmentation** quelle que soit l'énergie choisie.

On remarque que la solution la plus intéressante sur le long terme est la **Biomasse + Solaire thermique**.

En complément d'information le renouvellement des machines est également à imaginer **autour de 25 ans** d'utilisation.

# Contraintes de mise en œuvre

Energie	Bâtiments concernés	Commentaires	Impact technique
Solaire thermique	Bâtiment D (RPA)	Production de 140 m <sup>2</sup> de panneaux pour couvrir 40% des besoins annuels. Investissement évalué à 80 k€HT, temps de retour dépendant de l'énergie économisée (14 ans si électricité hors subventions et évolution du coût de l'énergie).	140 m <sup>2</sup> de panneaux solaires Ballon solaire de 15 m <sup>3</sup>
	Tous	Idem Biomasse + Production de 450 m <sup>2</sup> de panneaux pour couvrir 20% des besoins en chauffage annuels du quartier. A coupler avec la chaufferie biomasse pour préchauffer l'eau du réseau. Pas de photovoltaïque dans cette solution. Taux EnR 80% avec Biomasse.	480 m <sup>2</sup> de panneaux solaires Ballon solaire de 50 m <sup>3</sup>
Solaire photovoltaïque	Bâtiment D (RPA)	Limite de 450 m <sup>2</sup> de panneaux représentant 85 kWc. Revente du surplus peu intéressant, Revente totale : 9 500 €HT/an d'économie, Autoconsommation dans le cas de chauffage PAC pour la RPA 16 000 €HT/an d'économie. Autoconsommation à dimensionner en fonction du choix énergétique et de l'usage => Taux d'autoconsommation des communs (Chauffage + ECS + Ventilation) de la RPA évalué à 52% à confirmer selon choix énergétique.	450 m <sup>2</sup> de panneaux toiture du parking Voir pour ombrières pour gagner des places de parking (non dimensionnées).
Géothermie	Tous	Contrairement au PCAET, les bureaux d'études nous indiquent que les sols sont favorables à la géothermie en sondes verticales. Possibilité de créer plusieurs sous-stations pour assurer le chauffage des bâtiments. Un appoint pour l'ECS sera nécessaire (chaudière électrique/gaz ou PAC aérothermique). Tiers-investisseur fournisseur de chaleur renouvelable possible. Rafraîchissement à définir avec la réversibilité des PAC. Davantage compatible au photovoltaïque local. Taux EnR 55%	31 sondes 4 locaux techniques de 50 m <sup>2</sup> pour les 4 plots

# Contraintes de mise en œuvre

Energie	Bâtiments concernés	Commentaires	Impact technique
Aérothermie	Tous (chaufferie collective). Lots 1 et 11 : Bâtiments E-F-G-H.	<p>Chaufferie collective pour lots 1-11-12-13-14 : Nécessité de créer un local technique fortement ventilé pour les unités extérieures des PAC de tous les projets. Le cumul des PAC peut entraîner des difficultés à dimensionner le local entre débit d'air nécessaire et traitement acoustique besoin de cloisonner le local mais de fortement le ventiler =&gt; Non retenu.</p> <p>Autre solution : Positionner les PAC de chaque bâtiment concerné en toiture-terrasse dans un local ouvert dédié, puis alimenter les logements par MTA (attention hauteur max du PLUi). Les PAC basse température seront dédiées au chauffage, les PAC haute température pour l'ECS.</p> <p>Maisons avec PAC air/eau individuelles.</p>	4 locaux techniques de 50 m <sup>2</sup> pour les 4 plots
	Lots 1 et 11	<p>Lot 1 : Effet Joule et ballons ECS thermodynamiques à confirmer avec étude RE2020 réglementaire.</p> <p>Non compatible Pinel+</p>	<p>Faux-plafonds dans les logements</p> <p>Implantation des ballons ECS</p> <p>Vérifier conformité RE2020</p>
Chaudières Gaz	Tous	<p>Alimentation gaz à prévoir.</p> <p>Conduits de fumées et 3CEP.</p> <p>Impact de la place dans les logements (chaudières gaz au lieu de MTA intégrable en placard).</p> <p>Maisons avec PAC air/eau individuelles.</p> <p>Non compatible Pinel+</p>	1 local technique de 50 m <sup>2</sup> pour la RPA Chaudières gaz individuelles pour le reste avec aménagement intérieur à adapter.
Biomasse	Tous	<p>Nécessité de créer un local chaufferie sur le côté droit du parking. Approvisionnement en plaquette forestière et appoint avec chaudières gaz pour moduler la puissance. Des sous-stations par lot sont à prévoir en espaces techniques ainsi que la voirie d'accès pour l'approvisionnement en bois de la chaufferie. Une solution de tier investisseur est possible, elle est en cours d'analyse.</p> <p>Taux EnR 70%.</p>	<p>1 local technique unique de 100 m<sup>2</sup> au niveau du parking</p> <p>1 silo enterré avec trappe de 50 m<sup>2</sup></p> <p>4 sous-stations de 15 m<sup>2</sup></p> <p>1 place pour camion</p> <p>Conduit de fumées.</p>
Chaufferie gaz hybride	Tous	<p>Alimentation gaz à prévoir.</p> <p>Contraintes identiques à la solution 100% PAC aérothermiques (toitures). Pour la production d'ECS, elle serait assurée par les chaudières gaz. Cette solution peut sinon être également ramenée au cas par cas des bâtiments. Elle reste néanmoins plus carbonée que la solution 100% PAC mais moins onéreuse.</p> <p>Maisons avec PAC air/eau individuelles.</p>	<p>4 locaux techniques de 50 m<sup>2</sup> pour les 4 plots</p> <p>Conduits de fumées.</p>

# Solution pressentie : Biomasse + Solaire thermique

En conclusions, la solution pressentie avec **chaufferie Biomasse** apparaît comme la plus pertinente du projet à ce jour.

## Avantages :

- Réseau de chaleur à minima de **70%** d'énergie renouvelable => **compatible RE2025**
- Solution unique de chauffage à l'échelle du quartier => **moins d'impacts aménagements**
- Tiers-investisseur fournisseur de chaleur => **limitation des coûts directs**

Il est possible de compléter cette installation avec l'exploitation de la **toiture du parking silo (pas d'obligation réglementaire)** via deux solutions énergétiques :

- Solaire thermique pour la chaufferie => **80% de taux d'EnR**
- Solaire photovoltaïque => **en autoconsommation ou revente totale**

Cependant, le **solaire photovoltaïque** n'apparaît pas comme celle à privilégier pour deux raisons :

- Montage juridique spécifique à établir
- 450 m<sup>2</sup> de panneaux représente une production faible pour intéresser le territoire dans le cadre d'une mise à disposition

L'exploitation de la toiture avec solaire thermique reste en revanche une bonne opportunité pour améliorer la production

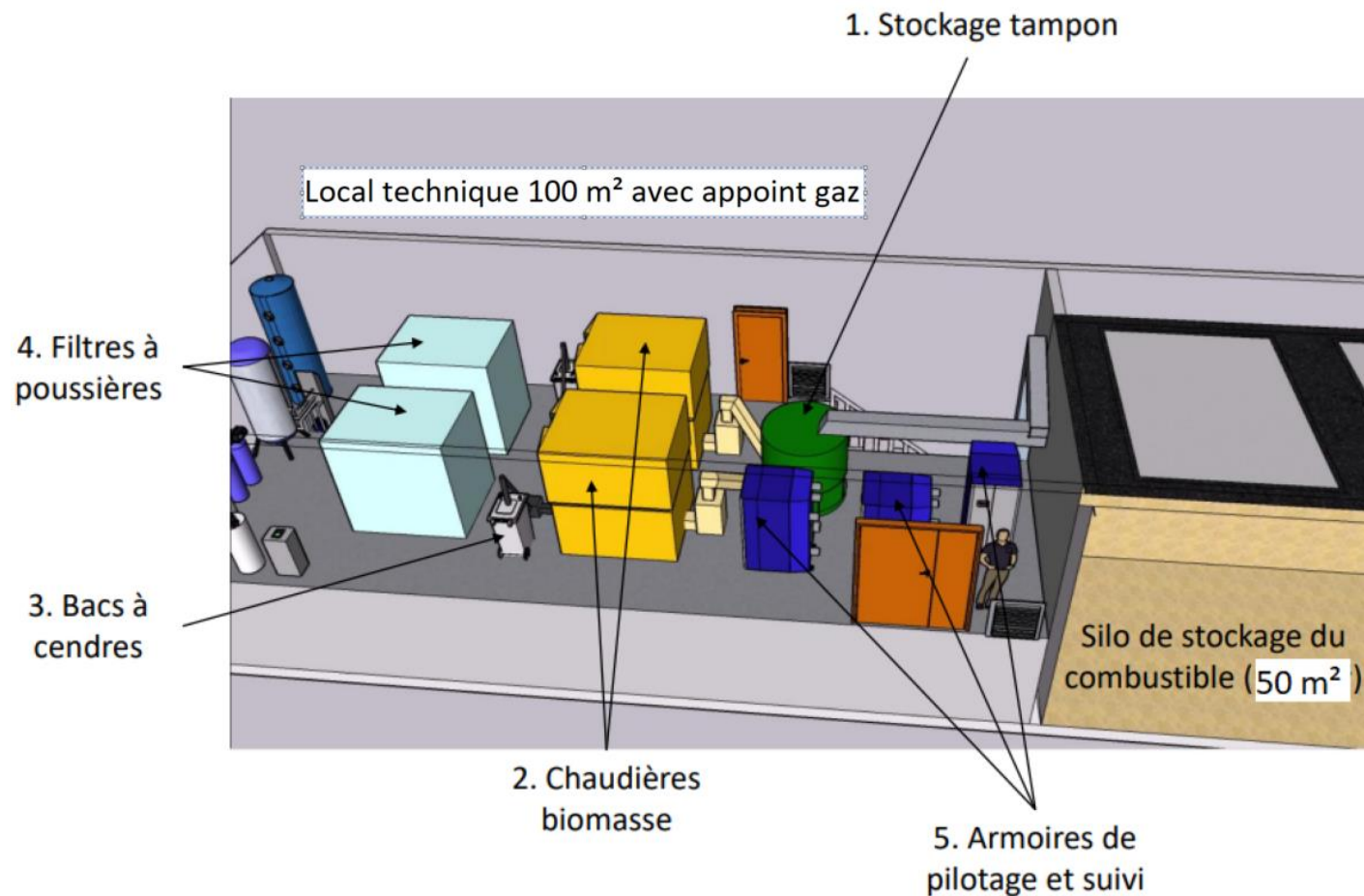
- **Indépendance vis-à-vis du coût de l'énergie** accrue (source gratuite)
- Possibilité **d'arrêter une partie des chaudières l'été** lorsque les besoins sont plus faibles

Remarque : L'implantation technique des **ballons solaires** doit être étudiée et confirmée dans ce cadre.

# Solution conseillée : Biomasse + Solaire thermique

Exemple d'installation :

Type de biomasse	Plaquette forestière
Nombre de livraisons annuelles	8 en hiver et 4 en été avec camion de 25 t Compter 40 min par livraison
Implantation des locaux techniques	Au niveau du parking commun, prévoir : <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>1 local technique unique de 100 m<sup>2</sup></b></li> <li>- <b>1 silo enterré de 50 m<sup>2</sup></b></li> <li>- Une place pour le camion de livraison</li> <li>- L'équivalent de 5 places de parking pour la trappe du silo</li> </ul>
Equipements techniques	Dans le local technique il y a : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chaufferie de 100 m<sup>2</sup> avec 2 chaudières bois de 400 kW et 1 chaudière gaz de 600 kW pour appoint et secours</li> <li>- 1 silo avec trappe de 50 m<sup>2</sup> au niveau parking (5 places)</li> <li>- 4 sous-stations de 15 m<sup>2</sup> à positionner</li> <li>- Conduit de fumée</li> </ul>



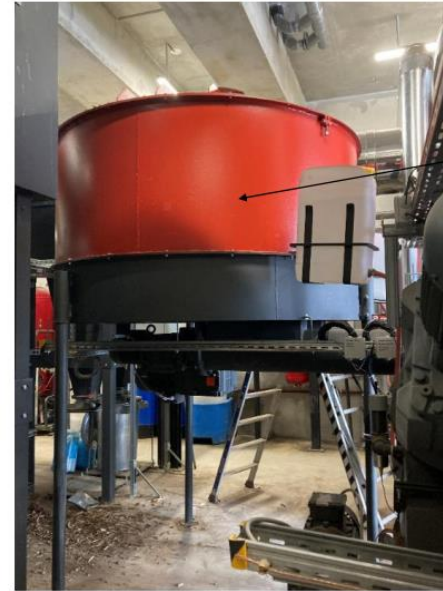


# Solution conseillée : Biomasse + Solaire thermique

Exemple d'installation :



Aire de stationnement poids lourds pour les livraisons de plaquettes, le long de la voirie principale



Espace de stockage tampon pour les plaquettes, arrivant du silo de stockage par ce conduit



Intérieur du stockage tampon







# Annexes



# Faisabilité : récupération de chaleur sur eaux grises

La réglementation visant toujours une réduction des consommations énergétiques, les consommations en ECS sont un autre levier d'optimisation en plus de celles en chauffage. Les systèmes de récupération sur eaux grises représentent donc une marge de manœuvre intéressante.

Cette solution a été analysée mais non retenue car elle nécessite un local technique enterré collectif pour être intéressante.

Système	Thermi'Up Multi
Contraintes	Nécessité d'un sous-sol
Implantation des locaux techniques	Un échangeur par bâtiment positionné en chaufferie de préférence pour récupérer la chaleur des eaux usées des douches de 50 à 150 logements. Prévoir <b>3 m<sup>2</sup></b> en local technique.
Investissement	15 000 €HT fourni posé pour 1 échangeur collectif par bâtiment

# Faisabilité : solaire thermique de la RPA

Une production solaire thermique pour la RPA (bâtiment D) est une possibilité d'intégration afin de **couvrir des besoins ECS** conséquents.

Après calcul du besoin en ECS annuel du restaurant et des logements, et à partir du fichier météo de la station la plus proche du site, une production de **140 m<sup>2</sup> de panneaux** est nécessaire pour assurer un taux de couverture des besoins annuels de **40%**.

- Orientation Sud
- Inclinaison 45°
- Station météo des Sables d'Olonne

Une telle installation représente un investissement de **134 k€HT**.

En intégrant les coûts de maintenance, si la production est associée à une pompe à chaleur haute température pour l'ECS (source d'énergie électrique), le temps de retour est ainsi évalué à **13 ans** (hors subventions et évolution du coût de l'énergie).

Donnees meteo

Mois	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
T° exterieure	7,2	8,1	10,1	11,4	15	17,7	19,5	20,4	17,4	14,7	10,2	7,8
T° eau froide	10,24	10,7	11,7	12,34	14,14	15,49	16,39	16,84	15,34	13,99	11,74	10,54

T° eau froide : Methode ESM2

Installation

Capteurs		Stockage	
Surface	139,19 m2	Situation	Exterieur
Vitosol 200-F SV2A et SH2A VIESSMANN (60 x 2,32 m²)		Temperature ECS	60 °C
Inclinaison	45 °/Horiz	Volume de stockage	3000 Litres
Orientation	0°/Sud	Cste de refroidissement	0,035Wh/jour.l.°C
(°)Coefficient B	0,8	Type d'installation	Circulation forcee, echangeur separe
(°)Coefficient K	5,1W/m2.°C		

	Irradiation capteurs (Wh/m2.jour)	Besoins (kWh/mois)	Apports (kWh/mois)	Apports (kWh/jour)	Taux (%)	Volume (litres)
Janvier	1748	15065	3186	102,8	21,2	8400
Fevrier	2571	13481	4131	147,5	30,6	8400
Mars	4009	14623	6549	211,3	44,8	8400
Avril	4808	13964	7399	246,6	53,0	8400
Mai	4972	13884	7996	257,9	57,6	8400
Juin	5348	13041	8031	267,7	61,6	8400
Juillet	5561	13203	8385	270,5	63,5	8400
Aout	5336	13067	8129	262,2	62,2	8400
Septembre	4912	13085	7285	242,8	55,7	8400
Octobre	3346	13930	5726	184,7	41,1	8400
Novembre	2395	14139	3993	133,1	28,2	8400
Decembre	1525	14974	2815	90,8	18,8	8400

Taux couverture solaire	44,2	%	Apport solaire annuel	73626	kWh/an
Besoin annuel	166455	kWh/an	Productivite annuelle	529	kWh/m2.an

(°) données Tecsol validée par VIESSMANN

calcul realise sur [www.tecsol.fr](http://www.tecsol.fr)



# Faisabilité : solaire photovoltaïque

La Vendée a un taux d'irradiation intéressant en vue de l'ensemble du territoire français :

- Orientation Sud, et inclinaison de 30° à envisager si l'installation se fait au niveau du parking.

=> Les panneaux peuvent être positionnés **sur le parking silo** afin d'utiliser le dernier niveau comme parking

Irradiation annuelle totale	1 562 kWh/m²
Surface de panneaux	450 m² (pour 980 m² de parking)
Type de modules	Monocristallin
Nombre de modules	250
Puissance crête	85 kW <sub>c</sub>
Production annuelle (la première année)	87 750 kWh

Coût d'installation : environ **102 k€HT** avec **4 500 €HT** d'entretien annuel (hors surcoût de structures métalliques dans le cas d'ombrières).



# Faisabilité : solaire photovoltaïque

Il existe trois façons d'exploiter l'énergie photovoltaïque :

- **Autoconsommation** - Avec dimensionnement maximal **sans batterie**
- **Revente** - Production maximale pour revendre totalement l'énergie
- *Autoconsommation avec revente de surplus* – Non retenu car pas de stockage envisagé et tarifs peu intéressants

En autoconsommation (pour RPA) :

- Avec production de chaleur thermodynamique car impossible de compenser les usages spécifiques et éclairage des logements reliés aux compteurs individuels des usagers.
- Cette installation peut être valorisée pour les **consommations électriques communes de la RPA** (Chauffage, Froid, ECS, Ventilation et Eclairage des communs) à environ 50%.

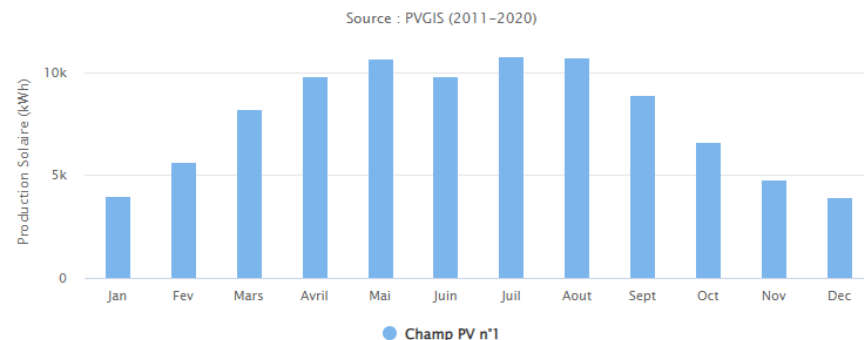
Cela représente jusqu'à **16 000 €TTC/an** d'économie => **TRI=7 ans**

En revente totale :

Le tarif de revente de cette production photovoltaïque est de 12,43 c€/kWh.

Cela représente **9 500 €TTC/an** sur cette installation collective => **TRI=12 ans**

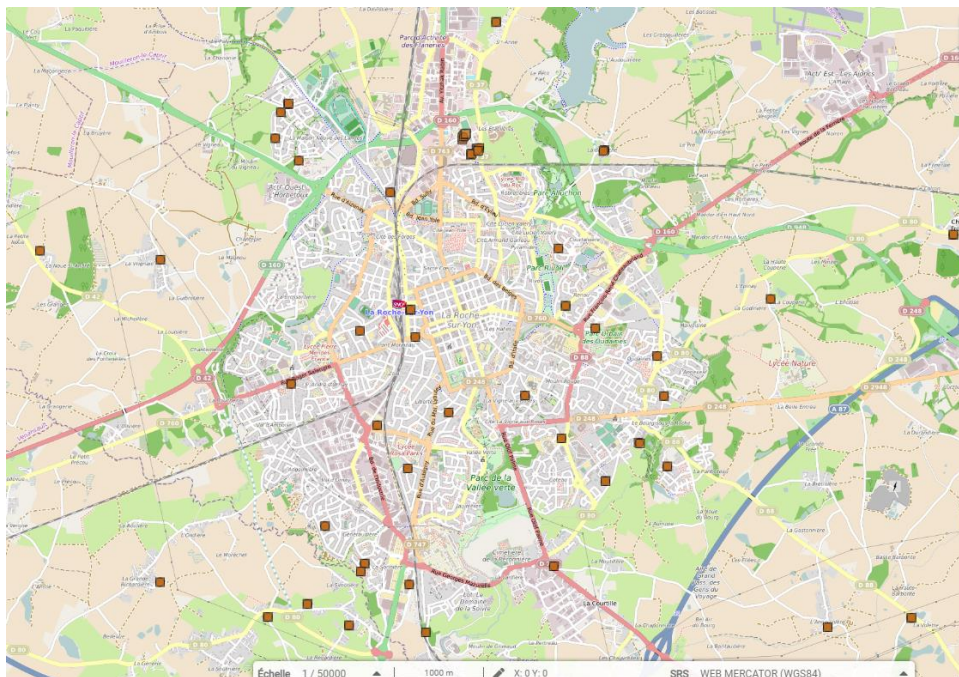
Les TRI sont évalués hors augmentation prix de l'énergie et aides éventuelles.



Highcharts.com

## Faisabilité : géothermie

Le PCAET nous indique que le sous-sol vendéen n'est pas propice à ce type d'installation. Cette source d'énergie représente aujourd'hui environ 1% du total de la production des EnR du territoire. Néanmoins, quelques références à La Roche sur Yon sont équipées de forages verticaux alimentant des pompes à chaleur référencées ci-dessous :



Les bureaux d'études spécialistes de la géothermie nous indiquent que le sol de La Roche sur Yon aurait une conductivité thermique forte, propice à la géothermie. Une étude du tier investisseur Agronergy a été réalisée.



# Faisabilité : géothermie

Le type de géothermie choisi est sur sondes verticales.

L'ensemble des logements du site serait raccordé => MTA et réseaux enterrés à prévoir pour les maisons.

Type de géothermie	Sondes verticales
Nombre de sondes	31 de 200 ml (6 200 ml au total)
Implantation des locaux techniques	Sondes sous les 4 plots de bâtiments 10 m d'espacement entre chaque sonde <b>4 locaux techniques de 50 m<sup>2</sup></b> (1 par plot)
Equipements techniques	Dans chaque local technique de 50 m <sup>2</sup> il y a : - 1 PAC de 90 kW pour le chauffage - 1 chaudière de 225 kW pour l'ECS, appoint chauffage et secours
Taux EnR Géothermie	55 %
Coût travaux	2 431 k€HT Si investissement 0 => 16,62 €TTC/m <sup>2</sup> .an Si investissement 363 k€HT => 12,72 €TTC/m <sup>2</sup> .an
Estimation des subventions	798 k€ HT => Coût de 1 633 k€HT



Agronergy, fournisseur de chaleur renouvelable, intègre aussi la garantie et le remplacement de pièces qui correspondent aux contrats R1-R2-R3-R4 de maintenance d'un réseau de chaleur.



## Faisabilité : biomasse

La filière bois-énergie représente un potentiel important dans le secteur et notamment près de 40% de la production des EnR de La Roche sur Yon agglomération.

Des ressources peuvent être trouvées sur les pays Yonnais et Vie pour le bois forestier nécessaire à la production de chaleur.

L'ensemble des bâtiments peut être alimenté par une chaufferie biomasse avec appoint gaz pour moduler la puissance d'appel lors des demandes les plus importantes. Le local serait positionné à côté du parking, avec un silo enterré.





# Faisabilité : biomasse

L'ensemble des logements du site serait raccordé => MTA et réseaux enterrés à prévoir pour les maisons.

Type de biomasse	Plaquette forestière
Nombre de livraisons annuelles	8 en hiver et 4 en été avec camion de 25 t Compter 40 min par livraison
Implantation des locaux techniques	Au niveau du parking commun, prévoir : <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>1 local technique unique de 100 m²</b></li><li>- <b>1 silo enterré de 50 m²</b></li><li>- Une place pour le camion de livraison</li><li>- L'équivalent de 5 places de parking pour la trappe du silo</li></ul>
Equipements techniques	Dans le local technique il y a : <ul style="list-style-type: none"><li>- Chaufferie de 100 m² avec 2 chaudières bois de 400 kW et 1 chaudière gaz de 600 kW pour appoint et secours</li><li>- 1 silo avec trappe de 50 m² au niveau parking (5 places)</li><li>- 4 sous-stations de 15 m² à positionner</li></ul>
Taux EnR Biomasse	70 % - (Limite de 1 MW de la chaufferie pour ICPE)
Coût travaux	1 097 k€ HT Si investissement 0 => 11,06 €TTC/m².an Si investissement 363 k€HT => 9,00 €TTC/m².an
Estimation des subventions	354 k€ HT => Coût de 743 k€HT

Agronergy, fournisseur de chaleur renouvelable, intègre aussi la garantie et le remplacement de pièces qui correspondent aux contrats R1-R2-R3-R4 de maintenance d'un réseau de chaleur.

- R1 : indexé aux calories
- R2 : maintenance
- R3 : remplacement des pièces
- R4 : amortissement



# Faisabilité : biomasse et solaire thermique

Une autre façon de valoriser le solaire thermique est d'utiliser la terrasse disponible en toiture-terrasse du parking silo. Couplé à la chaufferie biomasse, les panneaux solaires viennent créer un appoint d'énergie renouvelable afin de l'imiter l'utilisation du bois et du gaz en secours.

L'installation de **480 m² de panneaux** permet :

- De couvrir environ 15% des besoins en chaud du site ;
- D'arrêter les chaudières bois l'été (juin à août environ) ;
- De stabiliser un coût de l'énergie faible en limitant les consommations.

Implantation des locaux techniques	Au niveau du parking commun, prévoir : - 480 m² de panneaux en terrasse parking - Ballons solaires 50 m3 => emplacement à déterminer
Taux EnR Biomasse + Solaire	80 %
Coût travaux	1 629 k€ HT Si investissement 0 => 12,80 €TTC/m².an Si investissement 363 k€HT => 10,55 €TTC/m².an
Estimation des subventions	527 k€ HT => Coût de 1 102 k€HT