

Aménagement de l'écoquartier du Palavezy à Cournon d'Auvergne (63)

Rapport d'étude de faisabilité d'approvisionnement en énergie

Villeurbanne, 18 janvier 2012

CSD INGENIEURS
Conseil & Ingénierie de
l'environnement et du
développement durable

Parc Gratte Ciel
17-19, rue Jean Bourgey
F- 69100 Villeurbanne
t + 33 4 67.88.92.10
f + 33 4 99.91.41.36

www.csdingenieurs.fr

SOMMAIRE

1. PREAMBULE	3
2. PRESENTATION DES VARIANTES ETUDIEES.....	4
2.1 RESEAU DE CHALEUR URBAIN	4
2.2 RECUPERATION DE LA CHALEUR DES EAUX USEES	4
2.2.1 Principe de fonctionnement, avantages et inconvénients.....	4
2.2.2 Suites à donner.....	5
2.3 CHAUFFERIE GAZ ET INSTALLATION SOLAIRE	6
2.3.1 Principe de fonctionnement, avantages et inconvénients.....	6
2.3.2 Etude énergétique et économique	7
2.3.3 Impact environnemental :	7
2.3.4 Dépenses prévisionnelles.....	7
2.4 CHAUFFERIE BOIS	8
2.4.1 Principe de fonctionnement, avantages et inconvénients.....	8
2.4.2 Etude énergétique et économique	9
2.4.3 Impact environnemental :	9
2.4.4 Dépenses prévisionnelles.....	9
2.5 PAC EAU/EAU GEOTHERMIE VERTICALE.....	10
2.5.1 Principe de fonctionnement, avantages et inconvénients.....	10
2.5.2 Etude énergétique et économique	11
2.5.3 Impact environnemental :	11
2.5.4 Dépenses prévisionnelles.....	11
2.6 GEOTHERMIE : POMPE A CHALEUR SOL/EAU HORIZONTALE	12
2.7 BIOGAZ	12
2.8 AEROTHERMIE : POMPE A CHALEUR AIR/EAU	12
2.9 SYSTEMES EOLIENS.....	12
3. ECLAIRAGE PUBLIC.....	13
3.1 HYPOTHESES DE CALCUL.....	13
3.2 ETUDE ENERGETIQUE ET ECONOMIQUE.....	13
3.3 IMPACT ENVIRONNEMENTAL.....	13
4. RECAPITULATIF	14

1. PREAMBULE

Ce document fait la synthèse des études de faisabilité des approvisionnements en énergie réalisées dans le cadre du projet d'aménagement de l'écoquartier à Palavezy à Cournon d'Auvergne (63).

Le présent document propose une comparaison des différentes possibilités d'approvisionnement en énergies pour le chauffage et la production d'Eau Chaude Sanitaire de l'écoquartier Palavezy. Cette étude permettra au maître d'ouvrage d'entériner le système énergétique qui sera définitivement adopté.

Des hypothèses sont retenues lors de l'estimation des besoins de chauffage, d'ECS et de la réalisation des simulations technico-économiques. Des écarts entre ces hypothèses et les valeurs réelles peuvent entraîner des écarts de consommations et de coûts.

Les calculs de dimensionnement et les chiffrages des solutions sont donnés à titre indicatif. En aucun cas ces données prévisionnelles peuvent servir de base à une consultation. Un dimensionnement et une estimation plus précise des coûts devront être réalisés ultérieurement.

2. PRESENTATION DES VARIANTES ETUDIEES

L'évaluation des besoins de chauffage et d'Eau Chaude Sanitaire (ECS) s'est faite en considérant les usages et la superficie des bâtiments. Ainsi, les besoins de chauffage ont été estimés à **20 kWh/m²**, les besoins d'ECS des logements à **28 kWh/m²** et les besoins d'ECS des bâtiments non résidentiels ont été négligés.

Les différentes variantes étudiées dans le cadre de l'étude d'approvisionnement d'énergie sont présentées ci-dessous. L'objectif étant de proposer une vision globale de chaque solution.

2.1 RESEAU DE CHALEUR URBAIN

Aucun réseau de chaleur ou de refroidissement n'est présent sur le site.

Toutefois, les variantes étudiées ci-après proposent la centralisation de la production de chauffage et d'ECS à l'échelle du quartier.

2.2 RECUPERATION DE LA CHALEUR DES EAUX USEES

La production de chaleur est effectuée par la récupération de la chaleur des eaux usées de la canalisation traversant le quartier.

2.2.1 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT, AVANTAGES ET INCONVENIENTS

Le principe de fonctionnement repose sur un échangeur de chaleur placé dans la canalisation d'eaux usées ainsi qu'une pompe à chaleur installée dans les bâtiments. L'échangeur est constitué entre autres d'un circuit de canalisation en boucle fermée qui transporte l'eau. Les tuyaux ainsi que l'eau du circuit intérieur vont être chauffés par la chaleur des eaux usées. Cette eau alimentera une pompe à chaleur (PAC), indispensable pour élever la température au niveau exploitable (entre 50 et 70°).

La PAC, installée dans un bâtiment ou dans une chaufferie centrale, alimente un réseau qui dessert plusieurs bâtiments. Elle permet d'extraire la chaleur du fluide qui passe dans l'échangeur situé dans la canalisation pour la transférer vers le fluide qui alimente le circuit de chauffage.

Avantages :

- + La chaleur est réutilisée localement comme source de chauffage ou de refroidissement (utilisation d'une PAC réversible) ;
- + L'échangeur de chaleur garantit la séparation du réseau de chauffage ;
- + Le système permet de réduire considérablement la facture énergétique ;
- + Plus la densité des constructions est élevée, plus l'installation est efficace.

Inconvénients :

- Le débit qui s'écoule dans la canalisation doit être au minimum supérieur ou égal à 15 litres par seconde, soit l'équivalent d'un bassin de 5000 à 8000 habitants raccordés ;
- Le diamètre de la canalisation ancienne doit être de 800 mm de diamètre au minimum pour implanter l'échangeur, mais il est également possible d'installer une canalisation de plus petit diamètre en dérivation (avec échangeur préalablement implanté en usine) ;

- La maintenance et l'entretien de l'échangeur peut être complexe une fois l'installation terminée ;
- La solution est chère à l'investissement ;
- Le retour d'expérience sur ce type d'installations, et notamment sur la durée de vie de l'échangeur, est limité.

Toutes les conditions sont requises pour effectuer une étude de faisabilité plus détaillée concernant ce mode de chauffage sur le quartier du Palavezy. En effet, la canalisation d'eaux usées traversant le quartier est la conduite principale, en aval du centre-ville du Palavezy, et dont le débit est **au minimum de 16 l/s** (données les plus défavorables fournies par la régie de l'eau, de nuit et par temps sec). L'eau provient du poste des Pointilloux, et la canalisation présente les caractéristiques suivantes :

- refoulement avec un débit de 16 l/s pendant 15 minutes ;
- remplissage du poste pendant 40 à 50 minutes avant nouveau déclenchement.

La canalisation est donc théoriquement en mesure d'accueillir ce type de système. Cependant, la canalisation du Palavezy, qui est de diamètre 300, ne sera pas en mesure d'accueillir l'échangeur qui devra être construit dans une canalisation en dérivation. La pose de l'échangeur pourra être facilitée par le fait que la canalisation est rectiligne sur 250 mètres environ.

Enfin, l'usage optimal des pompes à chaleur nécessite de produire une puissance thermique globale d'au moins 150 kW. Sur le quartier du Palavezy, la puissance globale à apporter a été estimée à 1300 kW, ce qui permet donc un usage optimal des PAC si ce système est envisagé.

2.2.2 SUITES A DONNER

Si une étude supplémentaire est engagée sur le site du Palavezy pour utiliser cette énergie, il faudra veiller aux points suivants :

- optimiser le dimensionnement de l'installation pour assurer des performances économiques viables (coût d'investissement important) en optant par exemple pour un système qui ne couvre pas 100% des besoins de chauffage et d'ECS mais 70 à 80% ;
- définir précisément les besoins en puissance de chauffage des habitants (estimés dans cette étude à 20 kWh/m²) ;
- Disposer de mesures de débit spécifiques à la canalisation du Palavezy (pose d'un débitmètre) ;
- connaître avec exactitude les profils de charge de l'installation ;
- définir les moyens d'entretien et de maintenance de l'échangeur de chaleur ;
- opter pour un système d'appoint (comme une chaudière gaz par exemple) nécessaire lors des périodes de grand froid ou en cas de problème avec le système de récupération de chaleur des eaux usées (fuite du fluide de propagation de la chaleur, mauvais rendement de l'échangeur de chaleur, etc.).

A ce stade, ce dispositif est donc pertinent et il nécessite des études complémentaires.

2.3 CHAUFFERIE GAZ ET INSTALLATION SOLAIRE

La production de chaleur destinée au chauffage et à l'Eau Chaude Sanitaire du bâtiment est assurée par une chaufferie gaz à condensation et par une installation solaire dimensionnée pour couvrir 60% des besoins d'ECS.

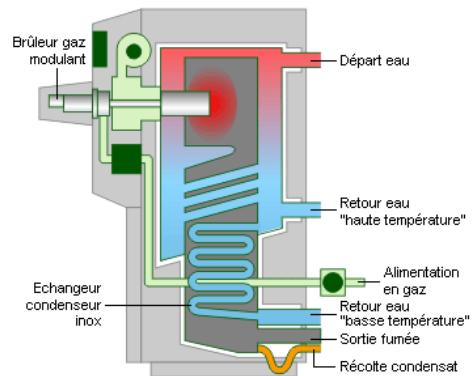
2.3.1 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT, AVANTAGES ET INCONVENIENTS

L'installation solaire permet de convertir le rayonnement solaire en chaleur par l'intermédiaire de capteurs solaires thermiques. Quand l'énergie solaire ne peut assurer la totalité de la production d'eau chaude. Le ballon qui est équipé d'un dispositif d'appoint prend le relais en cas de besoin, et reconstitue le stock d'eau chaude. L'appoint sera réalisé par la chaudière gaz à condensation.

Une chaudière à condensation est conçue pour récupérer toutes les calories contenues dans la vapeur d'eau présente dans les fumées (chaleur latente). Avant d'être évacuées par la cheminée ou la ventouse, les fumées traversent le condenseur dans lequel circule l'eau de retour du circuit de chauffage à basse température. La vapeur d'eau contenue dans ces produits de combustion se condense alors et cède sa chaleur dite « latente » au circuit de chauffage. Les condensats sont évacués à l'égout.

La température des fumées d'une chaudière à gaz traditionnelle est d'environ 120°C. Dans une chaudière à condensation, elle est sensiblement équivalente à la température du chauffage, c'est-à-dire entre 30° et 50°C.

Cette technologie permet d'atteindre des rendements (sur PCI – Pouvoir Calorifique Inférieur) de 109% et de diminuer, par la même occasion, les rejets d'émissions polluantes.



Avantages :

- + L'énergie solaire est inépuisable et non polluante ;
- + Le rendement sur PCI de la chaudière à condensation est supérieur à 100% grâce à la condensation ;
- + Pas de nuisances acoustiques ou visuelles vis-à-vis de l'environnement proche ;
- + Possibilité de fonctionner avec un régime basse ou moyenne température permettant de favoriser le rendement global grâce à la condensation et à la réduction des pertes de la chaudière ;
- + Les chaudières sont sélectionnées dans une gamme à faible dégagement NOx (peu de CO2, plusieurs parcours de fumées, etc.) pour limiter les pollutions ;
- + Modulation de la puissance fournie sur une large plage. Les chaudières modernes sont capables de fonctionner à 20% de leur puissance nominale, les cycles marche/arrêt sont donc limités ;
- + Les chaudières modernes ne nécessitent pas de débit d'irrigation minimale, la conception hydraulique du réseau de chauffage est donc simplifiée et les consommations des auxiliaires sont réduites ;
- + Solution présentant l'un des investissements initiaux les plus bas.

Inconvénients :

- Les panneaux solaires contiennent des déchets toxiques : cuivre et chrome ;
- Le gaz naturel n'est pas une énergie renouvelable ;
- Le gaz naturel est une énergie génératrice de CO2.

2.3.2 ETUDE ENERGETIQUE ET ECONOMIQUE

Postes	BESOINS		CONSOMMATIONS				Coût énergétique annuel	
	Besoins kWh/m ²	Besoins kWh	Energie finale kWhEF/an	Energie finale kWhEF/m ² SHON.an	Energie primaire kWhEP/an	Energie primaire kWhEP/m ² S HON.an	€/kWh _{EF}	€ TTC
Chauffage	20,0	397 400,0	501 397,3	25,2	501 397,3	25,2	0,06	30083,8
ECS	11,2	212 330,0	281 563,7	14,9	281 563,7	14,9	0,06	16893,8
Total	31,2	609 730,0	782 961,0	40,1	782 961,0	40,1	-	46 977,7

**Le prix du kWh ne tient pas compte de l'inflation liée au prix d'achat du gaz.*

2.3.3 IMPACT ENVIRONNEMENTAL :

Postes	Emissions de gaz à effet de serre en équivalent CO2		
	Kg eq CO2/kWhEF	Kg CO2/an. m ² de SHON	tCO2/an
Chauffage	0,234	5,9	117
ECS	0,234	3,5	65,9

2.3.4 DEPENSES PREVISIONNELLES

Description sommaire des travaux	
Chaufferie gaz	
Raccordement Gaz	
Installation solaire (Panneaux + ballon de stockage)	

Coûts	
Montant total des travaux	1 090 880 €
Dépenses annuelles d'entretien maintenance (P2+P3)	51 700 €/an

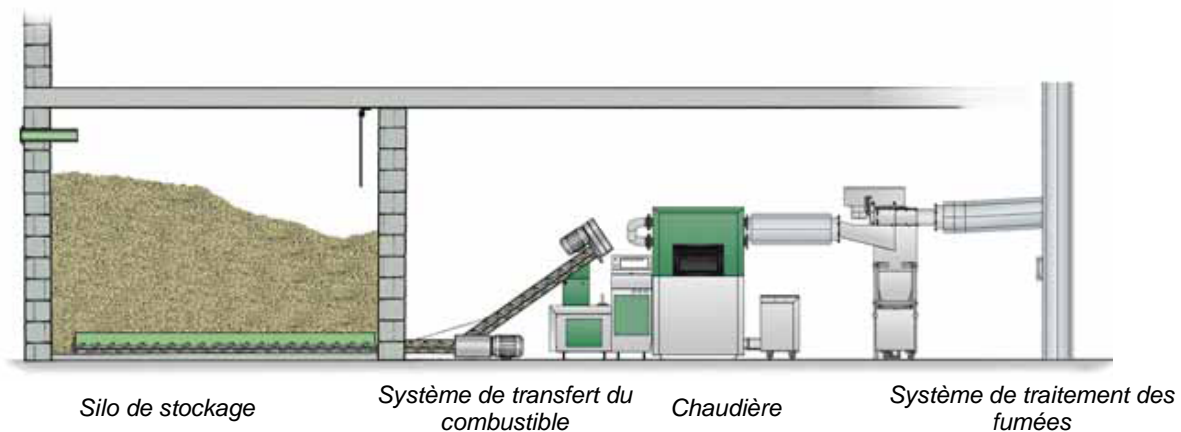
2.4 CHAUFFERIE BOIS

Dans ce scénario, la production de chauffage et d'ECS des bâtiments seront assurés par une chaufferie bois alimentée en granulés. Cette chaufferie sera alimentée en combustible depuis un silo textile par l'intermédiaire d'un système automatique.

2.4.1 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT, AVANTAGES ET INCONVENIENTS

La chaufferie bois est conçue dans l'optique de réduire à leur minimum les contraintes d'entretien et maintenance et de préserver dans le temps les performances et donc les rendements des équipements de production.

La chaufferie est composée d'une chaudière bois, secondée et secourue par des chaudières gaz haut rendement, d'un silo de stockage et d'un système de transfert du combustible, d'un système de nettoyage des fumées et d'un système de gestion des cendres.



Avantages :

- + Utilisation d'une source d'énergie abondante, locale, écologique et renouvelable, neutre en CO₂, issue du sous-produit de la sylviculture ;
- + Energie moins soumise à la fluctuation du marché par opposition aux énergies fossiles ;
- + Solution mature. Le rendement sur PCI est supérieur à 95% grâce à l'optimisation de combustion par sonde lambda ;
- + Pas de nuisances acoustiques ou visuelles vis-à-vis de l'environnement proche ;
- + Coût de l'énergie très avantageux ;

Inconvénients :

- La solution est chère à l'investissement ;
- Le poids du silo de stockage nécessite éventuellement des adaptations structurelles ;
- Le système d'alimentation automatique constitue crée un poste supplémentaire de maintenance.

2.4.2 ETUDE ENERGETIQUE ET ECONOMIQUE

Postes	BESOINS		CONSOMMATIONS				Coût énergétique annuel	
	Besoins kWh/m²	Besoins kWh	Energie finale kWhEF/an	Energie finale kWhEF/m² SHON.an	Energie primaire kWhEP/an	Energie primaire kWhEP/m²S HON.an	€/kWh _{EF}	€ TTC
Chauffage part bois	14,0	278 180,0	410 959,6	20,7	410 959,6	20,7	0,045	18493,2
Chauffage part gaz	6,0	119 220,0	163 545,2	8,2	163 545,2	8,2	0,06	9812,7
ECS part bois	19,6	371 577,5	548 937,2	29,0	548 937,2	29,0	0,045	24702,2
ECS part gaz	8,4	159 247,5	218 454,6	11,5	218 454,6	11,5	0,06	13107,3
Total	48,0	928 225,0	1 341 897	69,5	1 341 896,5	69,5	-	66 115,3

*Le prix du kWh ne tient pas compte l'inflation des énergies.

2.4.3 IMPACT ENVIRONNEMENTAL :

Postes	Emissions de gaz à effet de serre en équivalent CO2		
	Kg eq CO2/kWhEF	Kg CO2/an. m² de SHON	tCO2/an
Chauffage part Bois	0	-	-
Chauffage part Gaz	0,234	1,9	38
ECS part Bois	0	-	-
ECS part Gaz	0,234	2,7	51,1

2.4.4 DEPENSES PREVISIONNELLES

Description sommaire des travaux	
Chaufferie bois	
Chaudière gaz à haut rendement	
Silo textile	
Système d'extraction par transfert pneumatique	

Coûts	
Montant total des travaux	780 000 €
Dépenses annuelles d'entretien maintenance (P2+P3)	52 000 €/an

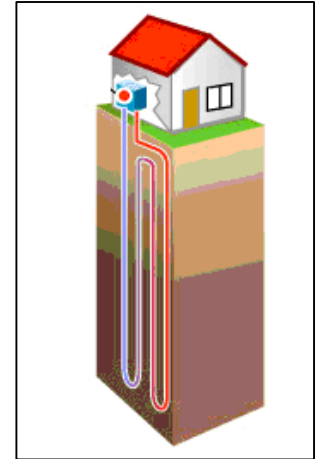
2.5 PAC EAU/EAU GEOTHERMIE VERTICALE

La production de chaleur destinée aux besoins de chauffage du bâtiment est assurée par une PAC eau/eau glycolée (échange sur le sol via sondes verticales) équipée d'un réchauffeur électrique pour l'appoint. La chaleur est captée dans le sol par l'intermédiaire de sondes verticales (prélèvement thermique maximal de 50 W/m de forage).

2.5.1 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT, AVANTAGES ET INCONVENIENTS

Lorsque la place manque, la chaleur du sol peut être récupérée via des forages verticaux. Il consiste en un forage d'un trou de moins de 20cm de diamètre et de 70 à 120m de profondeur selon le type de sol suivi de la mise en place d'une sonde géothermique hébergeant deux paires de tubes en polyéthylène dans lesquels circule un fluide en circuit fermé. Un lest en fonte permettra à la sonde de descendre au fond du forage.

La sonde est stabilisée par injection d'un mélange à base de bentonite et de ciment (Argile pure sous forme de poudre de couleur grise claire, collante et lourde) qui présente aussi l'intérêt d'améliorer la conductivité thermique.



Avantages :

- + Solution exploitant une énergie « gratuite » et renouvelable : les calories (ou les frigories suivant la saison) disponibles dans le sol ;
- + Les performances ne dépendent pas des conditions climatiques ;
- + Energie fiable et stable ;
- + L'électricité est considérée comme faisant partie des énergies à faible dégagement de CO₂ ;
- + Pas de nuisances vis-à-vis de l'environnement proche ;
- + Possibilité de rafraîchir le bâtiment par natural cooling (rafraîchissement par échange direct avec les sondes machine éteinte en été).

Inconvénients :

- Fonctionnement performant à basse température (régime de température sur les émetteurs) ;
- Coût unitaire d'énergie électrique (au kWh) désavantageux à ce jour.
- Investissement initial relativement élevé dû à la réalisation des pieux. La présence des pieux dans le sol contraint l'exploitation ultérieure du terrain (pas de possibilité de construction, à moins de déposer l'ensemble) ;
- Les échanges avec le sol ne sont jamais maîtrisés à 100%, il reste une part d'incertitude qui est généralement pallié par un surdimensionnement des installations ;
- Fluide frigorigène à fort impact sur l'environnement ;
- Utilisation d'énergie d'origine nucléaire (sauf contrat électricité verte).

2.5.2 ETUDE ENERGETIQUE ET ECONOMIQUE

Postes	BESOINS		CONSOMMATIONS				Coût énergétique annuel	
	Besoins kWh/m ²	Besoins kWh	Energie finale kWhEF/an	Energie finale kWhEF/m ² SHON.an	Energie primaire kWhEP/an	Energie primaire kWhEP/m ² S HON.an	€/kWh _{EF}	€ TTC
Chauffage	20,0	397 400,0	114 764,3	5,8	296 091,8	14,9	0,097	11162,7
ECS	28,0	530 825,0	172 457,8	9,1	444 941,0	23,5	0,097	16774,4
Total	48,0	928 225,0	287 222,0	14,9	741 032,9	38,4	-	27 937,1

*Le prix du kWh ne tient pas compte l'inflation de l'électricité.

2.5.3 IMPACT ENVIRONNEMENTAL :

Postes	Emissions de gaz à effet de serre en équivalent CO2		
	Kg eq CO2/kWhEF	Kg CO2/an. m ² de SHON	tCO2/an
Chauffage	0,18	1,0	21
ECS	0,18	1,6	31,0

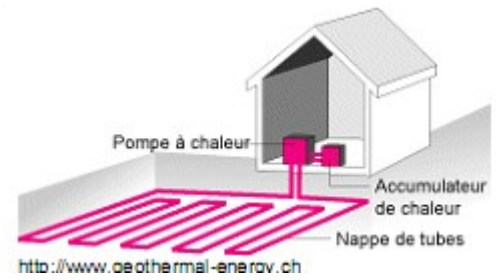
2.5.4 DEPENSES PREVISIONNELLES

Description sommaire des travaux	
PAC eau glycolée/eau	
Appoint électrique	
Ballon tampon	
Forages + sondes	

Coûts	
Montant total des travaux	3 120 000 €
Dépenses annuelles d'entretien maintenance (P2+P3)	81 250 €/an

2.6 GEOTHERMIE : POMPE A CHALEUR SOL/EAU HORIZONTALE

La mise en place d'une pompe à chaleur horizontales nécessiterait 33 000 m² de terrain disponible (hors espaces verts et parkings). Ce foncier n'étant pas disponible cette solution est abandonnée.



2.7 BIOGAZ

Le biogaz est une source d'énergie qui provient de la dégradation de matières organiques en l'absence d'oxygène. Ce phénomène naturel se produit dans les marais ou les décharges d'ordures ménagères et peut être intensifié en faisant de la méthanisation en digesteurs.

La mise en place de cette solution dans le quartier Palavezy nécessiterait de :

- Disposer d'un gisement organique dans un rayon de 20 à 30km dans le site (les déchets produits à l'échelle du quartier n'étant pas suffisants pour envisager une telle solution) ;
- Prévoir une installation de méthanisation ;
- Créer un réseau de chaleur ;

Or la commune de Cournon d'Auvergne ne dispose pas de gisement organique suffisant, ni d'aucune possibilité de raccord sur un réseau de chaleur en biogaz. Cette solution est donc inadaptée au projet.

2.8 AEROTHERMIE : POMPE A CHALEUR AIR/EAU

La solution PAC aérothermique n'a pas été étudiée car celle-ci n'est pas adaptée au climat de la commune de Cournon Auvergne. En effet, La performance d'une pompe à chaleur air/eau varie pendant la période de chauffe et suit l'évolution de la température extérieure. La commune de Cournon Auvergne ayant un nombre important de degrés jours à température négative, cette solution n'est donc pas intéressante.

2.9 SYSTEMES EOLIENS

D'après l'étude d'impact (p :41) le gisement éolien du site n'est pas intéressant. Cette solution n'est donc pas étudiée.

3. ECLAIRAGE PUBLIC

3.1 HYPOTHESES DE CALCUL

L'aménagement du quartier Palavezy engendrera environ 1300 m² de voiries.

Une première estimation des consommations de l'éclairage de ces voiries a été réalisée en considérant un éclairage extérieur par des lampes à iodure métallique et de puissance 1 W/m².

3.2 ETUDE ENERGETIQUE ET ECONOMIQUE

Postes	CONSOMMATIONS					Coût énergétique	
	Energie finale kWh _{EF} /an	Energie finale kWh _{EF} /m ² .an	Energie primaire kWh _{EP} /an	Energie primaire kWh _{EP} /m ² .an	Rapport Eprimaire / Efinale	€/kWh _{EF}	€ TTC/an
Eclairage public	4918,4	4,02	12689,4	10	2,58	0,08	393

**Le prix du kWh ne tient pas compte de l'inflation de l'électricité.*

3.3 IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Postes	Emissions de gaz à effet de serre en équivalent CO ₂		
	Kg eq CO ₂ /kWh _{EF}	Kg CO ₂ /an.m ²	tCO ₂ /an
Eclairage public	0,08	0,3212	0,393

4. RECAPITULATIF

Le tableau suivant fait la synthèse des études technico économiques et environnementales menées pour certaines des solutions envisagées. Ce tableau ne tient pas compte de la possibilité de récupération de chaleur de la canalisation d'eaux usées située sur le secteur. Cette solution n'est à ce jour pas chiffrée (consommation exacte, facture énergétique, investissement exact) mais est envisageable pour le chauffage et le refroidissement des bâtiments, en optant pour un système d'appoint en parallèle (comme une chaudière gaz).

Les postes P1 (fourniture de l'énergie), P2 + P3 (entretien maintenance et remplacement du gros matériel) et l'investissement initial sont différenciés.

Pour chaque indicateur, la solution la plus performante est surlignée en vert, la solution la moins performante est surlignée en rouge.

Solution	P1		Facture énergétique	P2 + P3	Investissement initial	Emissions de gaz à effet de serre en équivalent CO2
	Consommation annuelle			Entretien + maintenance		
	Energie finale kWhEF	Energie primaire kWhEP*	Moyenne annuelle €/an	€/an	€	tonnes de CO2 /an
Chaudière gaz condensation + installation solaire	782 961	782 961	46 977,66	51 700	1 090 880	183
Chaudière bois granulés	1 321 254	1 321 254	65 186,41	52 000	780 000	89
PAC eau/eau verticale	287 222	741 033	27 937,13	81 250	3 120 000	52

* Les facteurs de conversion énergie finale / énergie primaire retenus sont issus du guide ADEME Bilan Carbone®.

Les deux solutions qui paraissent les plus pertinentes à ce jour sont :

- la mise en place d'une chaudière bois granulés qui présente l'investissement initial le moins important, la ressource bois étant très abondante en Auvergne et permettant de créer des emplois à long terme sur la commune ;
- la récupération de chaleur des eaux usées qui promet une très faible facture énergétique, mais qui demande par contre un investissement initial très important, ainsi que la mise en place d'un système d'appoint (comme une chaudière gaz).