

Diagebat

ENVIRONNEMENT

AMENAGEMENT DU PARC DES SUBSTANCE - BATIMENT D

Avenue du Maréchal de Villars

77300 FONTAINEBLEAU

ETUDE DE FAISABILITE DES APPROVISIONNEMENTS EN
ENERGIE EN COUT GLOBAL ET ENVIRONNEMENTAL POUR



CONTEXTE REGLEMENTAIRE

TEXTE REGLEMENTAIRE DE REFERENCE :

Arrêté du 18 décembre 2007 modifié par l'arrêté du 30 octobre 2013, relatif aux études de faisabilité des approvisionnements en énergie pour les bâtiments neufs et parties nouvelles de bâtiments et les rénovations de certains bâtiments existants.

MODALITES DE REALISATION DES ETUDES :

Selon cet arrêté, dans le cadre d'un dépôt de PC pour la construction de bâtiments neufs ou nouvelles parties de bâtiments, dont la surface est supérieure à 50m², doit être annexée à cette demande une étude de faisabilité technique et économique comparant le système de production énergétique pressenti au moins aux variantes suivantes éventuellement combinées :

- Système Solaire Thermique.
- Système Solaire Photovoltaïque.
- Système de Chauffage au bois ou Biomasse.
- Système Eolien.
- Raccordement à un Réseau de Chauffage Urbain.
- Pompe à Chaleur Géothermique.
- Pompe à Chaleur Aérothermique.
- Pompe à Chaleur sur nappe phréatique.
- Chaudières à Condensation gaz.
- Cogénération.

De plus, cette étude doit faire apparaître les éléments suivants :

- Consommation en énergie primaire.
- Emission de gaz à effet de serre.
- Classes énergétiques et climatiques.
- Coût annuel d'exploitation comprenant abonnement et frais de maintenance.
- Coût d'investissement.
- Gains énergétiques sur 30 ans.
- Quantités de gaz à effet de serre cumulés sur 30 ans.
- Coût global actualisé sur 30 ans.

Cette étude sert à aider le Maître d'Ouvrage à faire un choix sur le type de production énergétique en ayant été informé des aspects techniques, financiers et environnementaux des solutions alternatives.

CONTRAINTE REGLEMENTAIRE

Compte tenu de la typologie de bâtiment à construire, de l'activité du projet sur le site et du bilan de surfaces à chauffer, certaines solutions de productions énergétiques demandées dans les textes réglementaires ne peuvent couvrir les besoins du projet ou ne sont techniquement pas réalisables. Ceci est le cas pour les solutions suivantes :

- o Système Eolien (puissance trop faible par rapport aux besoins, intermittence de la production)
- o Pompe à chaleur géothermique (Étude de sol inexistante à ce jour et non prévue au marché)
- o Pompe à chaleur sur nappe phréatique (pas de nappe reconnue sur la parcelle).
- o Cogénération (besoins thermiques et électriques intermittents non adaptés au fonctionnement permanent de la cogénération)
- o Chauffage urbain (absence sur le site)

Les études de faisabilité technico-économiques et environnementales sur les productions énergétiques se sont donc limitées aux solutions suivantes :

- 1 o Chauffage et production d'ECS par chaudière gaz individuelle.
- 2 o Chauffage et production d'ECS par chaudière gaz collective.
- 3 o Chauffage électrique et production d'ECS par PAC Air/Eau collective.
- 4 o Chauffage par radiateur électriques avec production d'ECS par chaudière gaz à condensation collective.

Le comparatif a porté sur les productions énergétiques, les installations de distribution et d'émission pour les différentes solutions étudiées, afin de pouvoir comparer les solutions de manière globale.

COUTS D'INVESTISSEMENT, COUTS D'EXPLOITATION, REJETS CO2

1- Données générales

Surface SHON _{RT}	4 755 m ²
----------------------------	----------------------

<u>Installations techniques solution No 1</u>	Chaudière gaz à condensation + Groupe Froid
--	---

- Emission par Ventilo-convecteur 2 tubes

<u>Installations techniques solution No 2</u>	PAC Air/Air Réversible
--	------------------------

- Emission par Ventilo-convecteur 2 tubes

<u>Installations techniques solution No 3</u>	Chaudière Biomasse + Groupe Froid
--	-----------------------------------

- Emission par Ventilo-convecteur 2 tubes

2- Modélisation Energétique

Estimation des besoins de Chauffage - Méthode TH-B :

86536 kWh/an

Estimation des besoins de Rafraîchissement - Méthode TH-B :

137886 kWh/an

Solution 1 : Chaudière gaz à condensation + Groupe Froid

Hypothèses sur les rendements:	Chaud	Froid
Rendement de distribution moyen Rd :	0,87	0,85
Rendement d'émission moyen Re :	0,95	0,95
Rendement de génération moyen Rg :	0,85	2,60
Rendement de régulation moyen Rr :	0,97	0,97

Consommation chaud et froid :

$$Cch = (Bch)/(Rd \cdot Re \cdot Rg \cdot Rr)$$

$$\mathbf{Cch\ S1 = 126\ 988\ kWh}$$

$$Cfr = (Bfr)/(Rd \cdot Re \cdot Rg \cdot Rr)$$

$$\mathbf{Cfr\ S1 = 67\ 707\ kWh}$$

Solution 2 : PAC Air/Air Réversible

Hypothèses sur les rendements:	Chaud	Froid
Rendement de distribution moyen Rd :	0,87	0,90
Rendement d'émission moyen Re :	0,95	0,95
Rendement de génération moyen Rg :	2,60	2,60
Rendement de régulation moyen Rr :	0,97	0,97

Consommation chaud et froid :

$$Cch = (Bch)/(Rd \cdot Re \cdot Rg \cdot Rr)$$

$$\mathbf{Cch\ S1 = 41\ 515\ kWh}$$

$$Cfr = (Bfr)/(Rd \cdot Re \cdot Rg \cdot Rr)$$

$$\mathbf{Cfr\ S1 = 63\ 945\ kWh}$$

Solution 3 : Chaudière Biomasse + Groupe Froid

Hypothèses sur les rendements:	Chaud	Froid
Rendement de distribution moyen Rd :	0,87	0,85
Rendement d'émission moyen Re :	0,95	0,95
Rendement de génération moyen Rg :	0,70	2,60
Rendement de régulation moyen Rr :	0,97	0,97

Consommation chaud et froid :

$$Cch = (Bch)/(Rd \cdot Re \cdot Rg \cdot Rr)$$

$$\mathbf{Cch\ S1 = 154\ 199\ kWh}$$

$$Cfr = (Bfr)/(Rd \cdot Re \cdot Rg \cdot Rr)$$

$$\mathbf{Cfr\ S1 = 67\ 707\ kWh}$$

Remarque : Rg ; Re ; Rd et Rr sont respectivement le rendement théorique DPE conventionnel du générateur ou le coefficient de performance des pompes à chaleur (COP). Les résultats dans la suite de cette étude ne peuvent donc pas être comparés au calcul TH-BCE de la RT2012.

3- Consommations annuelles prévisionnelles calculées (P1)

Solution:	Energie finale (kWh) - Global		
	Gaz	Electricité	Bois
Chaudière gaz à condensation + Groupe Froid	126 988	67 707	
PAC Air/Air Réversible		105 461	
Chaudière Biomasse + Groupe Froid		67 707	154 199

4- Coûts des énergies

Electricité	Réglementé	Offre Marché
Date	01-août-15	01-août-15
Abonnement (€ HT/an)	723	-
Coût (€ HT/kWh)	0,1467	0,0698
Nbr d'abonnement	1	-
PS (kVA)	36 kVA	250 kVA

NB : L'abonnement de l'offre marché est ici compris dans le cout du kWh.

Lorsque le système de génération étudié utilise comme ressource principale l'énergie électrique, la colonne de droite est utilisée. A contrario, lorsque l'électricité est utilisée uniquement en appoint, la colonne de gauche est utilisée.

Gaz	B0	B2I
Date	01-août-15	01-août-15
Abonnement (€ HT/an)	89,39	234,01
Coût (€ HT/kWh)	0,0762	0,0540

Bois	
Estimation Diagobats	01-août-15
Coût (€ HT/kWh)	0,0480

5- Hypothèses augmentations des énergies : %/an

	Faible	Moyen	Fort
Gaz :	5%	10%	15%
Electricité :	4%	7%	11%
Bois :	3%	5%	8%

6- Hypothèses sur coûts d'investissement et de maintenance

Solution	Invest. initial € HT	Durée de vie	P2 € HT/an	P3 € HT/an
1 Chaudière gaz à condensation + Groupe Froid	109 358	18	5 000	6 075
2 PAC Air/Air Réversible	123 622	16	6 500	7 726
3 Chaudière Biomasse + Groupe Froid	137 886	18	7 000	7 660

*Nota :

- Les investissements présentés ci-dessus tiennent compte uniquement du remplacement de la production en considérant la distribution, l'émission et la régulation identique.
- les budgets ne comprennent pas les incidences financières portées sur les corps d'état second et gros œuvre (génie civil, gaines techniques, etc.), ni les frais de raccordement.

7- Hypothèses augmentations des coûts de maintenance :

Augmentation des prix de: 2,5% /an

8- Facteurs Emission de CO2 selon arrêté du 15 septembre 2006

Gaz	0,234	kg CO2/kWh PCI	chauffage
RCU	0,18	kg CO2/kWh PCI	chauffage
Electricite	0,18	kg CO2/kWh PCI	chauffage
Bois	0,013	kg CO2/kWh PCI	chauffage

9- Indicateurs énergétiques et environnementaux

Solution	Cep	Rejets CO ₂
1 Chaudière gaz à condensation + Groupe Froid	63 kWh/m².an	9 kgCO ₂ /m².an
2 PAC Air/Air Réversible	57 kWh/m².an	4 kgCO ₂ /m².an
3 Chaudière Biomasse + Groupe Froid	69 kWh/m².an	3 kgCO ₂ /m².an

10- Simulation en coût global actualisé sur 30 ans (€ HT)

Scénario d'augmentation de l'énergie :

FAIBLE

		Solution 1 - Référence					
		Chaudière gaz à condensation + Groupe Froid					
		P2+P3	P1 Gaz	P1 Elec	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année	0	Investissement →				109 358	
Année	1	11 075	7 091	10 656	28 823	138 181	41,9
Année	2	11 352	7 446	11 082	29 880	168 061	41,9
Année	3	11 636	7 818	11 526	30 980	199 041	41,9
Année	4	11 927	8 209	11 987	32 123	231 164	41,9
Année	5	12 225	8 620	12 466	33 311	264 475	41,9
Année	6	12 531	9 051	12 965	34 546	299 021	41,9
Année	7	12 844	9 503	13 483	35 830	334 851	41,9
Année	8	13 165	9 978	14 023	37 166	372 017	41,9
Année	9	13 494	10 477	14 583	38 555	410 572	41,9
Année	10	13 832	11 001	15 167	40 000	450 572	41,9
Année	11	14 178	11 551	15 773	41 502	492 074	41,9
Année	12	14 532	12 129	16 404	43 065	535 139	41,9
Année	13	14 895	12 735	17 061	44 691	579 830	41,9
Année	14	15 268	13 372	17 743	46 382	626 212	41,9
Année	15	15 649	14 040	18 453	48 142	674 355	41,9
Année	16	16 041	14 742	19 191	49 974	724 328	41,9
Année	17	16 442	15 479	19 958	51 880	776 208	41,9
Année	18	16 853	16 253	20 757	53 863	830 071	41,9
Année	19	17 274	17 066	21 587	55 927	885 998	41,9
Année	20	17 706	17 919	22 451	58 076	944 074	41,9
Année	21	18 148	18 815	23 349	60 312	1 004 386	41,9
Année	22	18 602	19 756	24 283	62 641	1 067 027	41,9
Année	23	19 067	20 744	25 254	65 065	1 132 092	41,9
Année	24	19 544	21 781	26 264	67 589	1 199 681	41,9
Année	25	20 032	22 870	27 315	70 217	1 269 899	41,9
Année	26	20 533	24 014	28 407	72 954	1 342 853	41,9
Année	27	21 047	25 214	29 543	75 805	1 418 657	41,9
Année	28	21 573	26 475	30 725	78 773	1 497 430	41,9
Année	29	22 112	27 799	31 954	81 865	1 579 296	41,9
Année	30	22 665	29 189	33 232	85 086	1 664 382	41,9
Total sur 30 ans		486 242	471 140	597 641	1 555 024	1 664 382	1257

		Solution 2				
		PAC Air/Air Réversible				
		P2+P3	P1 Elec	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →			123 622,20	
Année	1	14226	7361	21588	145210	19
Année	2	14582	7656	22238	167447	19
Année	3	14947	7962	22908	190356	19
Année	4	15320	8280	23601	213956	19
Année	5	15703	8612	24315	238271	19
Année	6	16096	8956	25052	263323	19
Année	7	16498	9314	25812	289135	19
Année	8	16911	9687	26597	315733	19
Année	9	17333	10074	27408	343141	19
Année	10	17767	10477	28244	371385	19
Année	11	18211	10896	29107	400492	19
Année	12	18666	11332	29998	430490	19
Année	13	19133	11785	30918	461409	19
Année	14	19611	12257	31868	493277	19
Année	15	20102	12747	32849	526125	19
Année	16	20604	13257	33861	559986	19
Année	17	21119	13787	34906	594893	19
Année	18	21647	14339	35986	630879	19
Année	19	22188	14912	37101	667980	19
Année	20	22743	15509	38252	706231	19
Année	21	23312	16129	39441	745672	19
Année	22	23894	16774	40669	786341	19
Année	23	24492	17445	41937	828278	19
Année	24	25104	18143	43247	871525	19
Année	25	25732	18869	44601	916126	19
Année	26	26375	19624	45999	962124	19
Année	27	27034	20409	47443	1009567	19
Année	28	27710	21225	48935	1058502	19
Année	29	28403	22074	50477	1108979	19
Année	30	29113	22957	52070	1161049	19
Total sur 30 ans		624 577	412 850	1 037 427	1 161 049	569

		Solution 3					t CO2/an
		Chaudière Biomasse + Groupe Froid				Total cumulé	
		P2+P3	P1 Bois	P1 Elec	Total annuel		
Année	0		<i>Investissement</i> →				137 886,30
Année	1	14 660	7 402	10 656	32 718	170 604	14,19
Année	2	15 027	7 624	11 082	33 733	204 337	14,19
Année	3	15 403	7 852	11 526	34 780	239 117	14,19
Année	4	15 788	8 088	11 987	35 862	274 979	14,19
Année	5	16 182	8 331	12 466	36 979	311 958	14,19
Année	6	16 587	8 580	12 965	38 132	350 090	14,19
Année	7	17 002	8 838	13 483	39 323	389 413	14,19
Année	8	17 427	9 103	14 023	40 552	429 965	14,19
Année	9	17 862	9 376	14 583	41 822	471 787	14,19
Année	10	18 309	9 657	15 167	43 133	514 920	14,19
Année	11	18 766	9 947	15 773	44 487	559 407	14,19
Année	12	19 236	10 245	16 404	45 886	605 292	14,19
Année	13	19 717	10 553	17 061	47 330	652 622	14,19
Année	14	20 209	10 869	17 743	48 822	701 444	14,19
Année	15	20 715	11 196	18 453	50 363	751 807	14,19
Année	16	21 233	11 531	19 191	51 955	803 762	14,19
Année	17	21 763	11 877	19 958	53 599	857 361	14,19
Année	18	22 307	12 234	20 757	55 298	912 659	14,19
Année	19	22 865	12 601	21 587	57 053	969 712	14,19
Année	20	23 437	12 979	22 451	58 866	1 028 578	14,19
Année	21	24 023	13 368	23 349	60 739	1 089 317	14,19
Année	22	24 623	13 769	24 283	62 675	1 151 992	14,19
Année	23	25 239	14 182	25 254	64 675	1 216 667	14,19
Année	24	25 870	14 608	26 264	66 741	1 283 408	14,19
Année	25	26 517	15 046	27 315	68 877	1 352 285	14,19
Année	26	27 179	15 497	28 407	71 084	1 423 369	14,19
Année	27	27 859	15 962	29 543	73 365	1 496 734	14,19
Année	28	28 555	16 441	30 725	75 722	1 572 455	14,19
Année	29	29 269	16 934	31 954	78 158	1 650 613	14,19
Année	30	30 001	17 442	33 232	80 676	1 731 289	14,19
Total sur 30 ans		643 629	352 132	597 641	1 593 403	1 731 289	426

10- Simulation en coût global actualisé sur 30 ans (€ HT)

Scénario d'augmentation de l'énergie :

MOYEN

		Solution 1 - Référence					
		Chaudière gaz à condensation + Groupe Froid					
		P2+P3	P1 Gaz	P1 Elec	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →					109 358,10
Année	1	11 075	7 091	10 656	28 823	138 181	41,90
Année	2	11 352	7 800	11 402	30 555	168 736	41,90
Année	3	11 636	8 581	12 200	32 417	201 152	41,90
Année	4	11 927	9 439	13 054	34 420	235 572	41,90
Année	5	12 225	10 382	13 968	36 575	272 148	41,90
Année	6	12 531	11 421	14 946	38 897	311 045	41,90
Année	7	12 844	12 563	15 992	41 399	352 443	41,90
Année	8	13 165	13 819	17 111	44 095	396 539	41,90
Année	9	13 494	15 201	18 309	47 004	443 543	41,90
Année	10	13 832	16 721	19 591	50 143	493 686	41,90
Année	11	14 178	18 393	20 962	53 533	547 219	41,90
Année	12	14 532	20 232	22 429	57 194	604 413	41,90
Année	13	14 895	22 256	23 999	61 150	665 563	41,90
Année	14	15 268	24 481	25 679	65 428	730 991	41,90
Année	15	15 649	26 929	27 477	70 056	801 047	41,90
Année	16	16 041	29 622	29 400	75 063	876 110	41,90
Année	17	16 442	32 584	31 458	80 484	956 594	41,90
Année	18	16 853	35 843	33 660	86 356	1 042 950	41,90
Année	19	17 274	39 427	36 017	92 718	1 135 668	41,90
Année	20	17 706	43 370	38 538	99 613	1 235 281	41,90
Année	21	18 148	47 707	41 235	107 091	1 342 372	41,90
Année	22	18 602	52 478	44 122	115 202	1 457 573	41,90
Année	23	19 067	57 725	47 210	124 003	1 581 576	41,90
Année	24	19 544	63 498	50 515	133 557	1 715 133	41,90
Année	25	20 032	69 848	54 051	143 931	1 859 065	41,90
Année	26	20 533	76 833	57 835	155 201	2 014 265	41,90
Année	27	21 047	84 516	61 883	167 446	2 181 711	41,90
Année	28	21 573	92 967	66 215	180 755	2 362 466	41,90
Année	29	22 112	102 264	70 850	195 226	2 557 692	41,90
Année	30	22 665	112 491	75 810	210 965	2 768 657	41,90
Total sur 30 ans		486 242	1 166 482	1 006 575	2 659 299	2 768 657	1257

		Solution 2			
		PAC Air/Air Réversible			
		P2+P3	P1 Elec	Total annuel	t CO2/an
Année	0		<i>Investissement</i> →	123 622,20	
Année	1	14226	7361	21588	19
Année	2	14582	7876	22458	19
Année	3	14947	8428	23374	19
Année	4	15320	9018	24338	19
Année	5	15703	9649	25352	19
Année	6	16096	10324	26420	19
Année	7	16498	11047	27545	19
Année	8	16911	11820	28731	19
Année	9	17333	12648	29981	19
Année	10	17767	13533	31300	19
Année	11	18211	14481	32691	19
Année	12	18666	15494	34160	19
Année	13	19133	16579	35712	19
Année	14	19611	17739	37350	19
Année	15	20102	18981	39082	19
Année	16	20604	20310	40914	19
Année	17	21119	21731	42850	19
Année	18	21647	23253	44900	19
Année	19	22188	24880	47069	19
Année	20	22743	26622	49365	19
Année	21	23312	28485	51797	19
Année	22	23894	30479	54374	19
Année	23	24492	32613	57105	19
Année	24	25104	34896	60000	19
Année	25	25732	37338	63070	19
Année	26	26375	39952	66327	19
Année	27	27034	42749	69783	19
Année	28	27710	45741	73451	19
Année	29	28403	48943	77346	19
Année	30	29113	52369	81482	19
Total sur 30 ans		624 577	695 340	1 319 917	569

		Solution 3					
		Chaudière Biomasse + Groupe Froid					
		P2+P3	P1 Bois	P1 Elec	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année	0	Investissement				137 886,30	
Année	1	14 660	7 402	10 656	32 718	170 604	14,19
Année	2	15 027	7 772	11 402	34 200	204 805	14,19
Année	3	15 403	8 160	12 200	35 763	240 567	14,19
Année	4	15 788	8 568	13 054	37 410	277 977	14,19
Année	5	16 182	8 997	13 968	39 147	317 124	14,19
Année	6	16 587	9 446	14 946	40 979	358 103	14,19
Année	7	17 002	9 919	15 992	42 912	401 015	14,19
Année	8	17 427	10 415	17 111	44 952	445 968	14,19
Année	9	17 862	10 935	18 309	47 107	493 074	14,19
Année	10	18 309	11 482	19 591	49 382	542 456	14,19
Année	11	18 766	12 056	20 962	51 785	594 241	14,19
Année	12	19 236	12 659	22 429	54 324	648 565	14,19
Année	13	19 717	13 292	23 999	57 008	705 573	14,19
Année	14	20 209	13 957	25 679	59 846	765 418	14,19
Année	15	20 715	14 655	27 477	62 846	828 265	14,19
Année	16	21 233	15 387	29 400	66 020	894 285	14,19
Année	17	21 763	16 157	31 458	69 378	963 663	14,19
Année	18	22 307	16 965	33 660	72 932	1 036 595	14,19
Année	19	22 865	17 813	36 017	76 694	1 113 290	14,19
Année	20	23 437	18 703	38 538	80 678	1 193 968	14,19
Année	21	24 023	19 639	41 235	84 897	1 278 864	14,19
Année	22	24 623	20 620	44 122	89 366	1 368 230	14,19
Année	23	25 239	21 651	47 210	94 101	1 462 331	14,19
Année	24	25 870	22 734	50 515	99 119	1 561 450	14,19
Année	25	26 517	23 871	54 051	104 438	1 665 888	14,19
Année	26	27 179	25 064	57 835	110 079	1 775 967	14,19
Année	27	27 859	26 318	61 883	116 060	1 892 026	14,19
Année	28	28 555	27 633	66 215	122 404	2 014 430	14,19
Année	29	29 269	29 015	70 850	129 134	2 143 564	14,19
Année	30	30 001	30 466	75 810	136 276	2 279 841	14,19
Total sur 30 ans		643 629	491 751	1 006 575	2 141 955	2 279 841	426

10- Simulation en coût global actualisé sur 30 ans (€ HT)

Scénario d'augmentation de l'énergie :

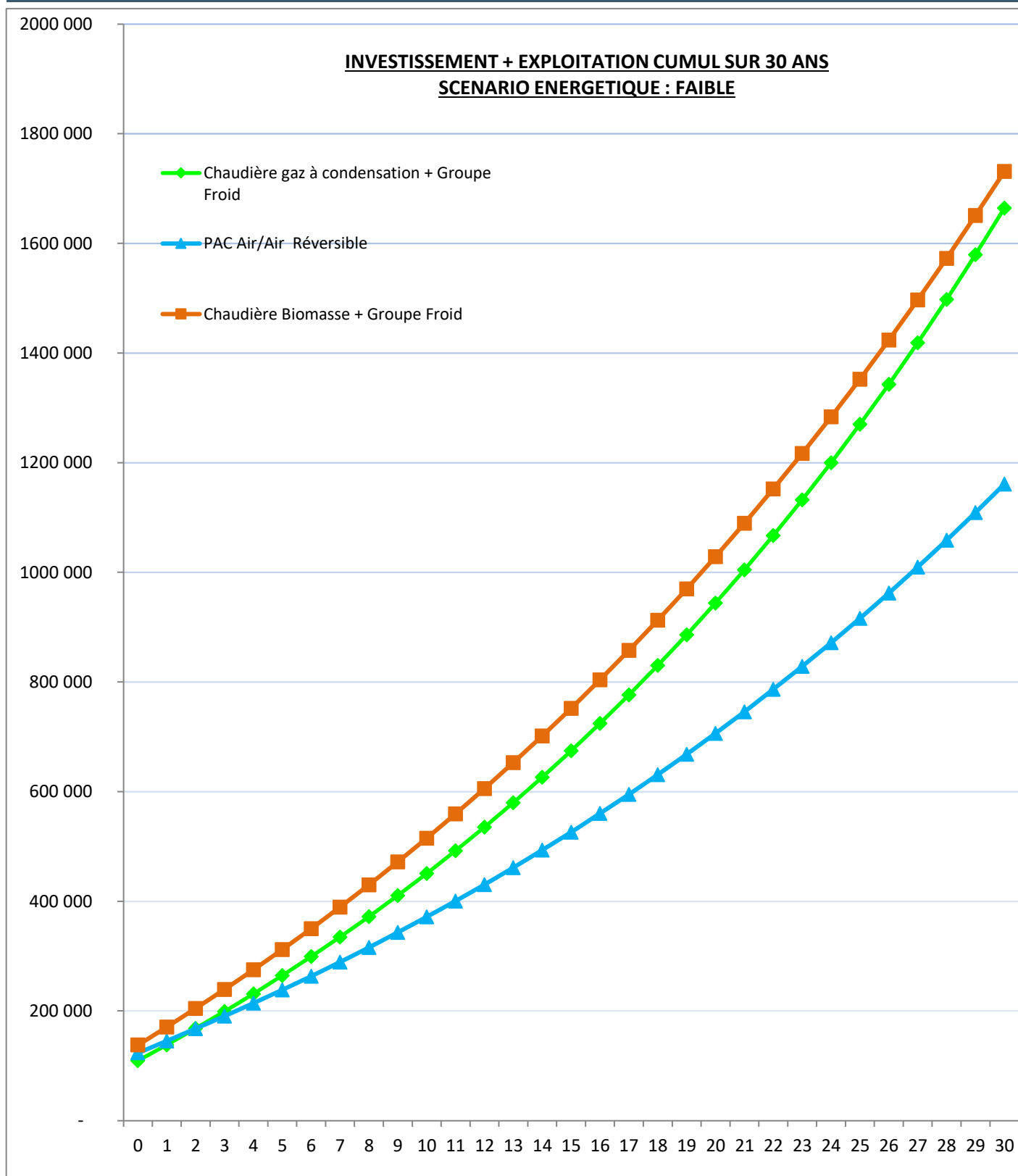
FORT

		Solution 1 - Référence					
		Chaudière gaz à condensation + Groupe Froid					
		P2+P3	P1 Gaz	P1 Elec	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année	0	Investissement →				109 358,10	
Année	1	11 075	7 091	10 656	28 823	138 181	41,90
Année	2	11 352	8 155	11 828	31 336	169 516	41,90
Année	3	11 636	9 378	13 129	34 144	203 660	41,90
Année	4	11 927	10 785	14 573	37 286	240 946	41,90
Année	5	12 225	12 403	16 177	40 805	281 750	41,90
Année	6	12 531	14 263	17 956	44 750	326 500	41,90
Année	7	12 844	16 403	19 931	49 178	375 678	41,90
Année	8	13 165	18 863	22 124	54 152	429 830	41,90
Année	9	13 494	21 693	24 557	59 744	489 574	41,90
Année	10	13 832	24 946	27 258	66 037	555 611	41,90
Année	11	14 178	28 688	30 257	73 123	628 734	41,90
Année	12	14 532	32 992	33 585	81 109	709 842	41,90
Année	13	14 895	37 940	37 280	90 115	799 958	41,90
Année	14	15 268	43 631	41 380	100 279	900 237	41,90
Année	15	15 649	50 176	45 932	111 758	1 011 995	41,90
Année	16	16 041	57 703	50 985	124 728	1 136 722	41,90
Année	17	16 442	66 358	56 593	139 393	1 276 115	41,90
Année	18	16 853	76 312	62 818	155 982	1 432 097	41,90
Année	19	17 274	87 758	69 728	174 761	1 606 858	41,90
Année	20	17 706	100 922	77 398	196 026	1 802 884	41,90
Année	21	18 148	116 061	85 912	220 121	2 023 005	41,90
Année	22	18 602	133 470	95 362	247 434	2 270 439	41,90
Année	23	19 067	153 490	105 852	278 410	2 548 849	41,90
Année	24	19 544	176 514	117 496	313 553	2 862 402	41,90
Année	25	20 032	202 991	130 421	353 444	3 215 846	41,90
Année	26	20 533	233 439	144 767	398 739	3 614 586	41,90
Année	27	21 047	268 455	160 691	450 193	4 064 778	41,90
Année	28	21 573	308 724	178 367	508 663	4 573 442	41,90
Année	29	22 112	355 032	197 988	575 132	5 148 574	41,90
Année	30	22 665	408 287	219 766	650 718	5 799 291	41,90
Total sur 30 ans		486 242	3 082 924	2 120 768	5 689 933	5 799 291	1257

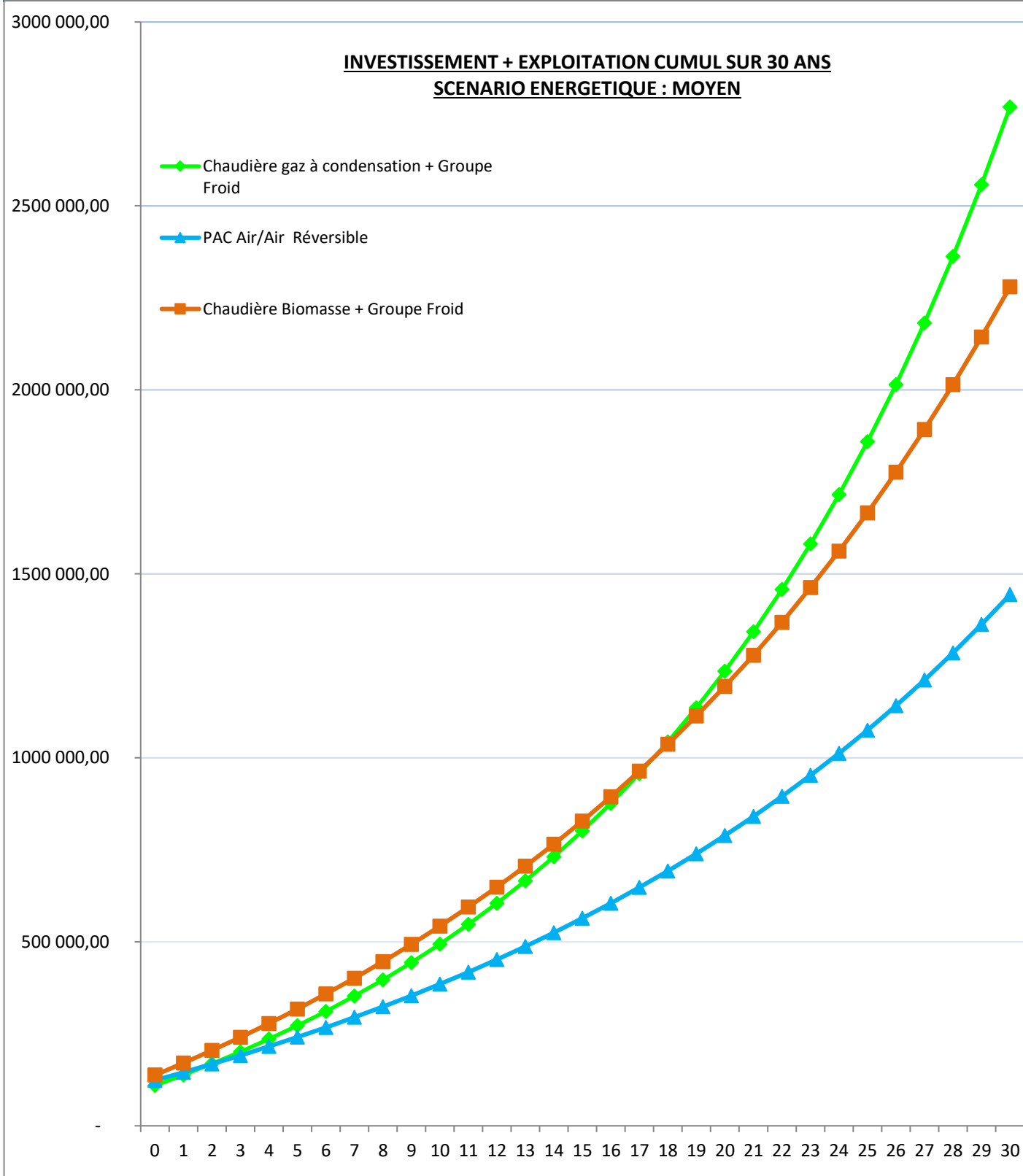
		Solution 2			
		PAC Air/Air Réversible			
		P2+P3	P1 Elec	Total annuel	t CO2/an
Année	0		<i>Investissement</i> →	123 622,20	
Année	1	14226	7361	21588	19
Année	2	14582	8171	22753	19
Année	3	14947	9070	24016	19
Année	4	15320	10067	25388	19
Année	5	15703	11175	26878	19
Année	6	16096	12404	28500	19
Année	7	16498	13768	30267	19
Année	8	16911	15283	32194	19
Année	9	17333	16964	34298	19
Année	10	17767	18830	36597	19
Année	11	18211	20901	39112	19
Année	12	18666	23201	41867	19
Année	13	19133	25753	44886	19
Année	14	19611	28585	48197	19
Année	15	20102	31730	51831	19
Année	16	20604	35220	55824	19
Année	17	21119	39094	60213	19
Année	18	21647	43395	65042	19
Année	19	22188	48168	70356	19
Année	20	22743	53467	76210	19
Année	21	23312	59348	82659	19
Année	22	23894	65876	89771	19
Année	23	24492	73123	97614	19
Année	24	25104	81166	106270	19
Année	25	25732	90094	115826	19
Année	26	26375	100005	126380	19
Année	27	27034	111005	138039	19
Année	28	27710	123216	150926	19
Année	29	28403	136769	165172	19
Année	30	29113	151814	180927	19
Total sur 30 ans		624 577	1 465 023	2 089 600	569

		Solution 3					t CO2/an
		Chaudière Biomasse + Groupe Froid				Total cumulé	
		P2+P3	P1 Bois	P1 Elec	Total annuel		
Année	0		<i>Investissement</i> →				137 886,30
Année	1	14 660	7 402	10 656	32 718	170 604	14,19
Année	2	15 027	7 994	11 828	34 849	205 453	14,19
Année	3	15 403	8 633	13 129	37 165	242 618	14,19
Année	4	15 788	9 324	14 573	39 685	282 303	14,19
Année	5	16 182	10 070	16 177	42 429	324 731	14,19
Année	6	16 587	10 875	17 956	45 418	370 150	14,19
Année	7	17 002	11 745	19 931	48 678	418 828	14,19
Année	8	17 427	12 685	22 124	52 235	471 063	14,19
Année	9	17 862	13 700	24 557	56 119	527 182	14,19
Année	10	18 309	14 796	27 258	60 363	587 545	14,19
Année	11	18 766	15 979	30 257	65 003	652 548	14,19
Année	12	19 236	17 258	33 585	70 079	722 626	14,19
Année	13	19 717	18 638	37 280	75 634	798 261	14,19
Année	14	20 209	20 129	41 380	81 719	879 980	14,19
Année	15	20 715	21 740	45 932	88 387	968 366	14,19
Année	16	21 233	23 479	50 985	95 696	1 064 062	14,19
Année	17	21 763	25 357	56 593	103 714	1 167 776	14,19
Année	18	22 307	27 386	62 818	112 511	1 280 287	14,19
Année	19	22 865	29 577	69 728	122 170	1 402 458	14,19
Année	20	23 437	31 943	77 398	132 778	1 535 235	14,19
Année	21	24 023	34 498	85 912	144 433	1 679 669	14,19
Année	22	24 623	37 258	95 362	157 244	1 836 912	14,19
Année	23	25 239	40 239	105 852	171 330	2 008 242	14,19
Année	24	25 870	43 458	117 496	186 824	2 195 066	14,19
Année	25	26 517	46 935	130 421	203 872	2 398 938	14,19
Année	26	27 179	50 689	144 767	222 636	2 621 573	14,19
Année	27	27 859	54 745	160 691	243 295	2 864 868	14,19
Année	28	28 555	59 124	178 367	266 047	3 130 915	14,19
Année	29	29 269	63 854	197 988	291 111	3 422 025	14,19
Année	30	30 001	68 962	219 766	318 730	3 740 755	14,19
Total sur 30 ans		643 629	838 472	2 120 768	3 602 869	3 740 755	426

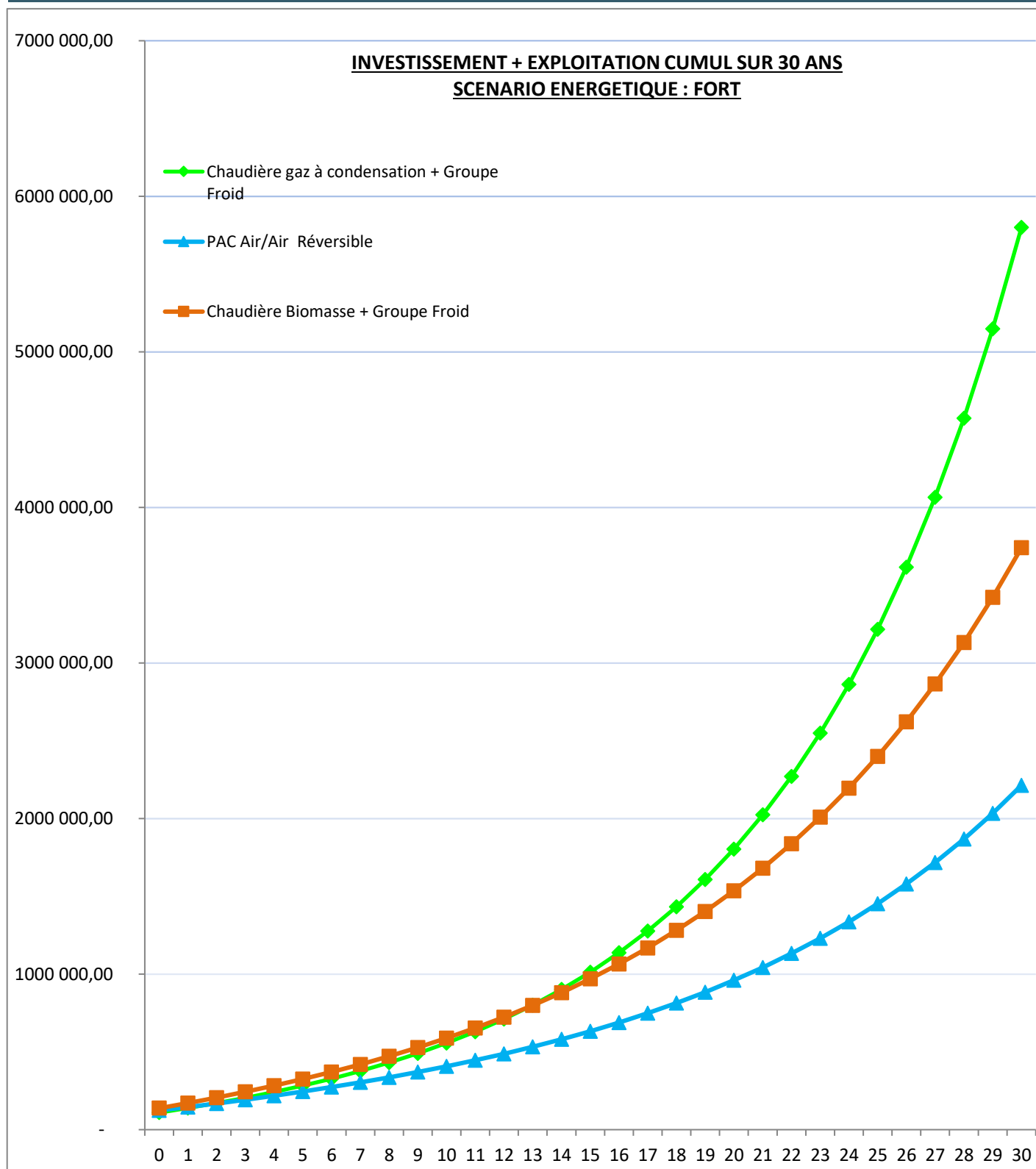
**COMPARATIF EN COUT GLOBAL ET ENVIRONNEMENTAL DES PRODUCTIONS D'ENERGIE
HYPOTHESE AUGMENTATION FAIBLE DU COUT DES ENERGIES**



**COMPARATIF EN COUT GLOBAL ET ENVIRONNEMENTAL DES PRODUCTIONS D'ENERGIE
HYPOTHESE AUGMENTATION MOYENNE DU COUT DES ENERGIES**

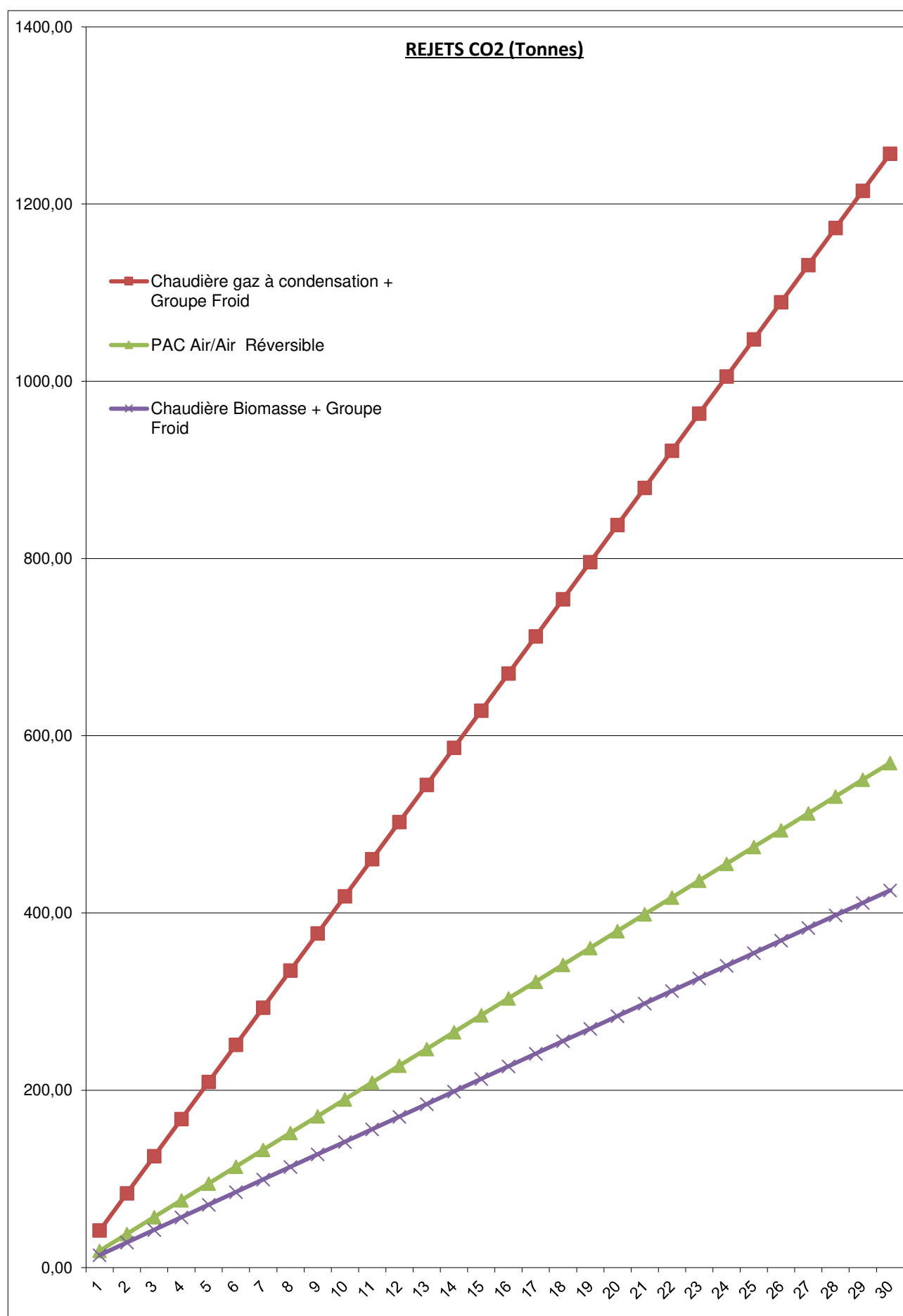


**COMPARATIF EN COUT GLOBAL ET ENVIRONNEMENTAL DES PRODUCTIONS D'ENERGIE
HYPOTHESE AUGMENTATION FORTE DU COUT DES ENERGIES**



COMPARATIF DES REJETS EN TONNES DE CO2 CUMULES SUR 30 ANS

	N°1	N°2	N°3
	t CO2	t CO2	t CO2
Année 0			
Année 1	41,90	18,98	14,19
Année 2	83,80	37,97	28,38
Année 3	125,71	56,95	42,58
Année 4	167,61	75,93	56,77
Année 5	209,51	94,91	70,96
Année 6	251,41	113,90	85,15
Année 7	293,32	132,88	99,34
Année 8	335,22	151,86	113,53
Année 9	377,12	170,85	127,73
Année 10	419,02	189,83	141,92
Année 11	460,93	208,81	156,11
Année 12	502,83	227,79	170,30
Année 13	544,73	246,78	184,49
Année 14	586,63	265,76	198,69
Année 15	628,54	284,74	212,88
Année 16	670,44	303,73	227,07
Année 17	712,34	322,71	241,26
Année 18	754,24	341,69	255,45
Année 19	796,14	360,68	269,65
Année 20	838,05	379,66	283,84
Année 21	879,95	398,64	298,03
Année 22	921,85	417,62	312,22
Année 23	963,75	436,61	326,41
Année 24	1005,66	455,59	340,60
Année 25	1047,56	474,57	354,80
Année 26	1089,46	493,56	368,99
Année 27	1131,36	512,54	383,18
Année 28	1173,27	531,52	397,37
Année 29	1215,17	550,50	411,56
Année 30	1257	569	426



INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRODUCTION ENERGETIQUE

Solution No 1

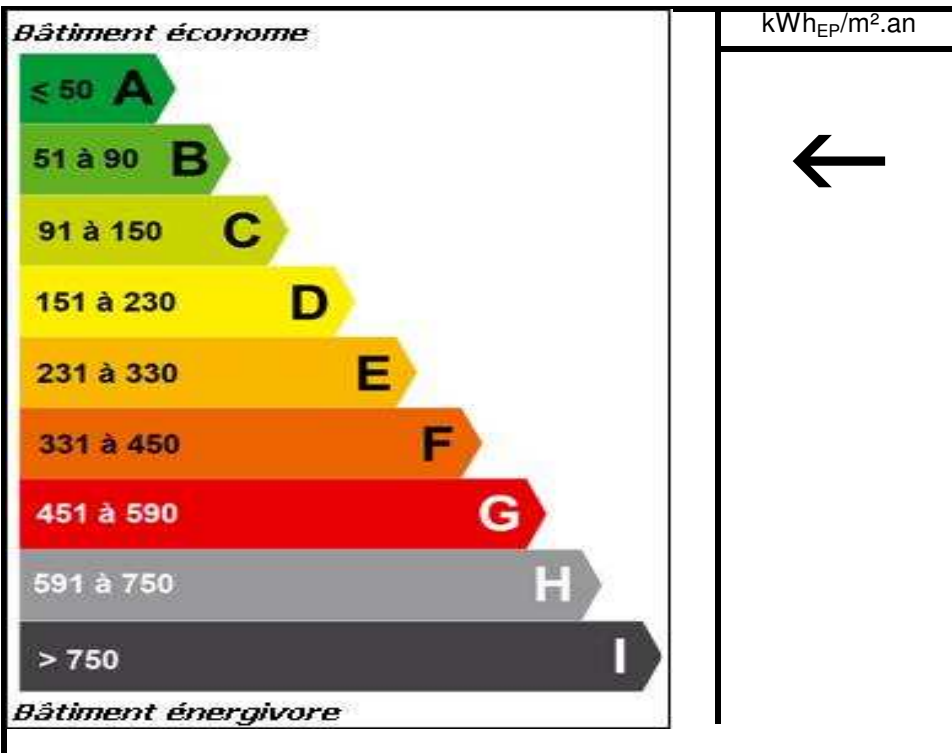
Consommation énergétique (en énergie primaire)

Energie :

Consommation réelle :

Chaudière gaz à condensation + Groupe Froid

Gaz/Elec
63,45

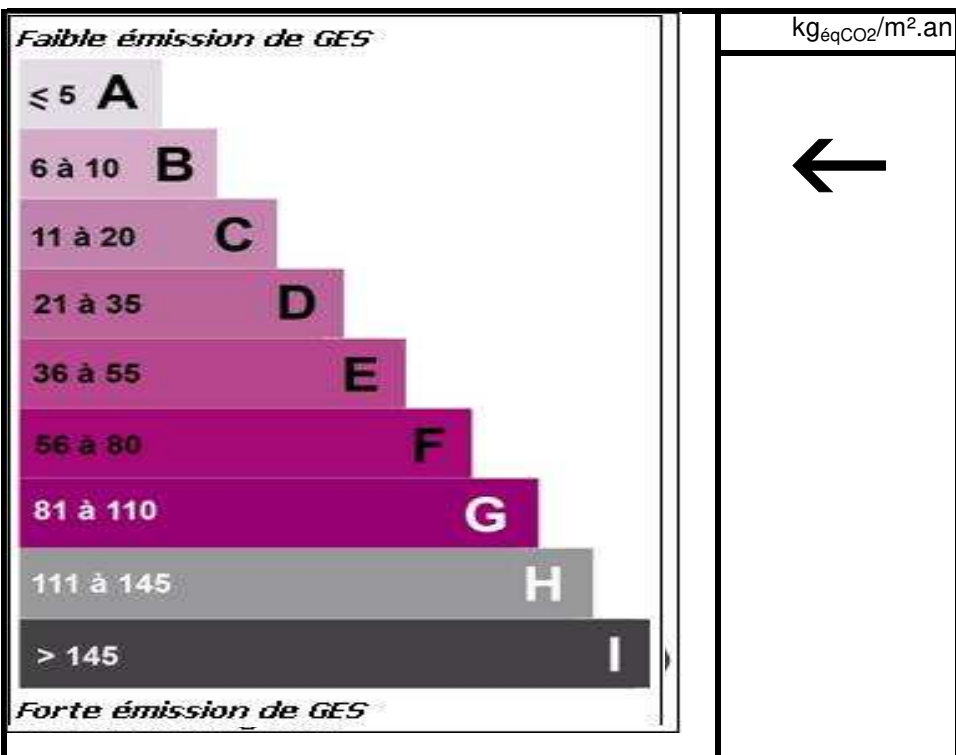


Emission de Gaz à effet de serre (GES)

Energie :

Estimation des émissions :

Gaz/Elec
8,81



INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRODUCTION ENERGETIQUE

Solution No 2

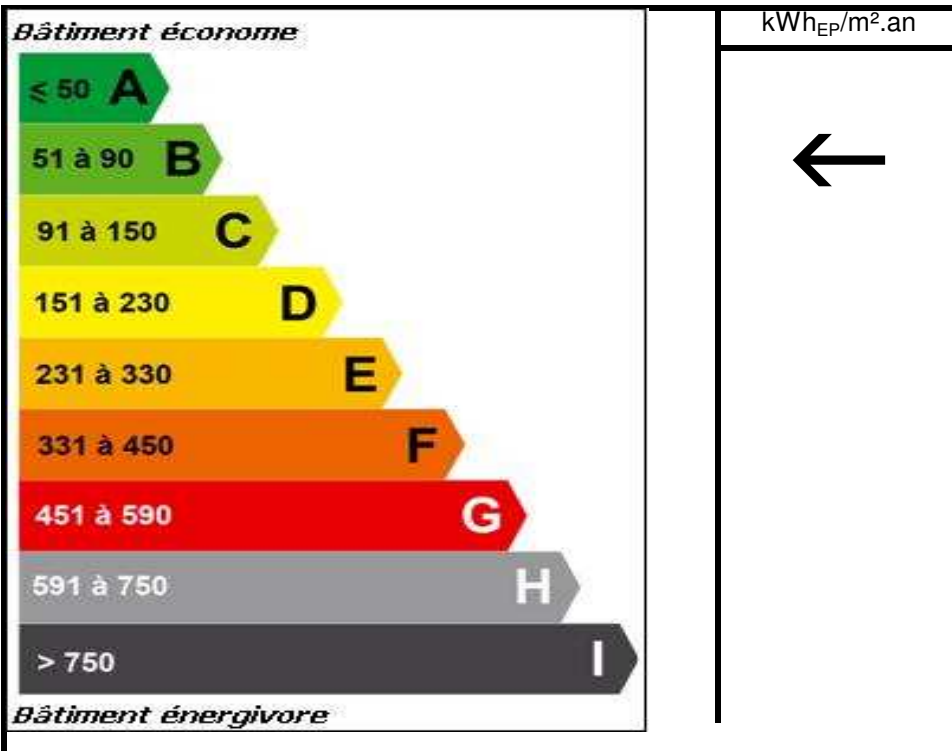
Consommation énergétique (en énergie primaire)

Energie :

Consommation réelle :

PAC Air/Air Réversible

Elec
57,23

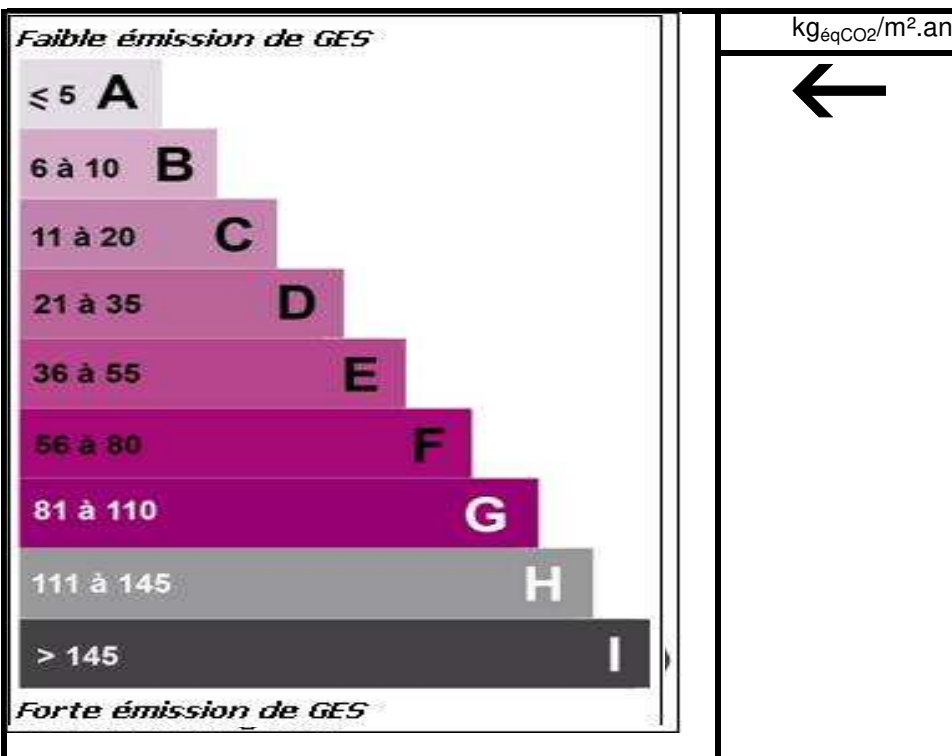


Emission de Gaz à effet de serre (GES)

Energie :

Estimation des émissions :

Elec
3,99



INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRODUCTION ENERGETIQUE

Solution No 3

Consommation énergétique (en énergie primaire)

Energie :

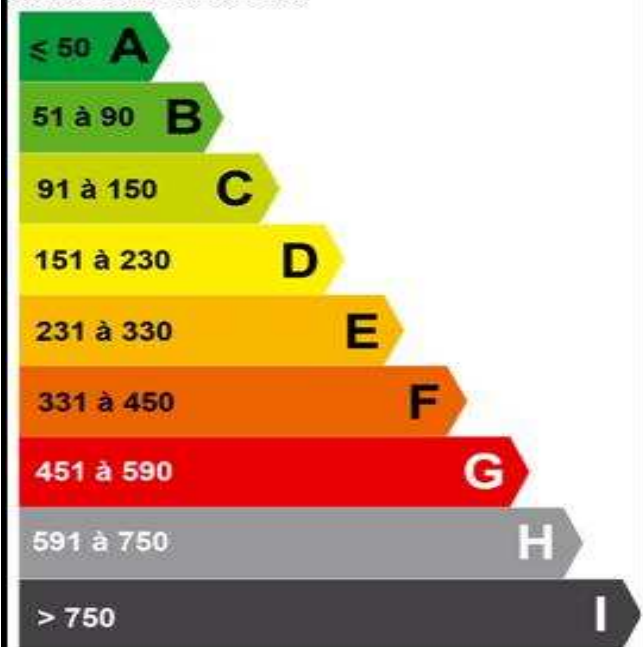
Consommation réelle :

Chaudière Biomasse + Groupe Froid

Bois/Elec

69,17

Bâtiment économe



Bâtiment énergivore

kWh_{EP}/m².an



Emission de Gaz à effet de serre (GES)

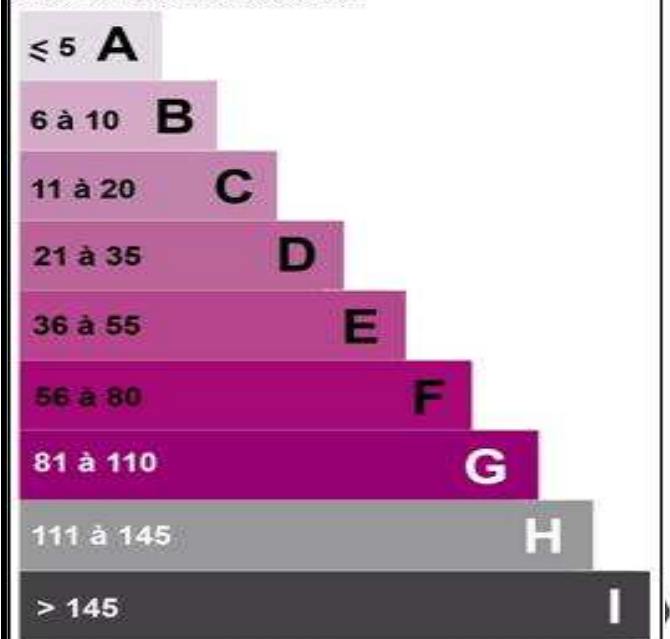
Energie :

Estimation des émissions :

Bois/Elec

2,98

Faible émission de GES



Forte émission de GES

kg_{éqCO2}/m².an



SYNTHESE

Bilan des différentes solutions :

1) La solution chaudière gaz à condensation :

- Forte évolution du prix du gaz au cours des dernières années (Evolution réelle plus élevée que le scénario "moyen" de l'étude)
- Aspect environnemental le plus mauvais des 3 autres solutions

2) La solution PAC Air/Air :

- Coût d'investissement plus élevé que la solution chaudière gaz
- Coût de maintenance plus important que la solution gaz
- Rendement performant
- Rentable par rapport à la solution chaudière gaz à condensation sur une durée de 1 an en scénario faible ou fort de l'énergie
- Aspect environnemental très performant

3) La solution chaufferie Bois :

- Coût d'investissement élevé
- Coût de maintenance plus important que la solution gaz
- Filière d'approvisionnement peu maîtrisable à moyen terme, manque de visibilité sur l'augmentation du prix du combustible
- Contraintes techniques complexes (Voirie lourde, Stockage,...)
- Rentabilité moins rapide par rapport aux autres solutions
- Aspect environnemental très performant

Conclusion :

La PAC Air/air semble être la meilleure solution pour traiter les besoins de ce bâtiment en regard du faible surinvestissement et de la rentabilité du système. De plus, ce système présente un fort potentiel environnemental (faible dégagement de CO2).