



www.diagobat.fr

AMÉNAGEMENT DU PARC DES SUBSISTANCE - BÂTIMENT E1

Avenue du Maréchal de Villars
77300 FONTAINEBLEAU

ETUDE DE FAISABILITE DES APPROVISIONNEMENTS EN ENERGIE
EN COUT GLOBAL ET ENVIRONNEMENTAL POUR AIDE A LA
DECISION DU MAITRE D'OUVRAGE



Diagobat
ENVIRONNEMENT

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 climatique.
- 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.

CONTEXTE 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)
- 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 Shab	1 283,72 m ²
Surface SHON _{RT}	1 643,50 m ²
Nb de logements	16 Logements

Installations techniques solution No 1 Chaudière gaz individuelle

- Chaudière gaz individuelle à condensation pour le chauffage et l'ECS
- Distribution bi-tube
- Radiateurs acier basse température avec robinet thermostatique
- Gestion par thermostat programmable par appartement

Installations techniques solution No 2 Chaufferie gaz collective

- Chaudières gaz collectives à condensation pour le chauffage et l'ECS
- Distribution chaleur primaire avec ballon de stockage
- Module Thermique d'appartement pour la distribution de chauffage et d'ECS
- Radiateurs acier basse température avec robinet thermostatique
- Gestion par thermostat programmable par appartement

Installations techniques solution No 3 Pac Air/Eau collective + chauffage électrique

- PAC Air/Eau collective pour l'ECS
- Radiateurs électriques pour le chauffage

Installations techniques solution No 4 Chaufferie gaz collective + chauffage électrique

- Chaudières gaz collectives à condensation pour l'ECS
- Distribution ECS primaire avec ballon de stockage
- Radiateurs électrique pour le chauffage

2- Modélisation Energétique

Estimation des besoins de Chauffage - Méthode TH-B :	73 958	kWhEP/an
Estimation des besoins d'ECS - Dimensionnement TECSOL :	43 060	kWhEP/an

Solution 1 : Chaudière gaz individuelle

<u>Hypothèses sur les rendements :</u>	<u>Chauffage</u>		<u>ECS</u>
Rendement de distribution moyen Rd :	0,92	Rendement de stockage Rs :	1
Rendement d'émission moyen Re :	0,95	Rendement de distribution Rd :	0,88
Rendement de génération moyen Rg :	0,8	Rendement de génération Rg :	0,7
Rendement de régulation moyen Rr :	0,95		
<u>Consommation chauffage :</u>		<u>Consommation ECS :</u>	
$C = \frac{(B)}{(Rd \cdot Re \cdot Rg \cdot Rr)}$			
Cc S1 =	111 342	kWh gaz	Ce S1 = 69 902 kWh gaz

Solution 2 : Chaufferie gaz collective

<u>Hypothèses sur les rendements :</u>	<u>Chauffage</u>		<u>ECS</u>
Rendement de distribution moyen Rd :	0,9	Rendement de stockage Rs :	0,97
Rendement d'émission moyen Re :	0,95	Rendement de distribution Rd :	0,88
Rendement de génération moyen Rg :	0,85	Rendement de génération Rg :	0,8
Rendement de régulation moyen Rr :	0,95		
<u>Consommation chauffage :</u>		<u>Consommation ECS :</u>	
$C = \frac{(B)}{(Rd \cdot Re \cdot Rg \cdot Rr)}$			
Cc S2 =	107 121	kWh gaz	Ce S2 = 63 056 kWh gaz

Solution 3 : Pac Air/Eau collective + chauffage électrique

<u>Hypothèses sur les rendements :</u>	<u>Chauffage</u>		<u>ECS</u>
Rendement de distribution moyen Rd :	1	Rendement de stockage Rs :	0,97
Rendement d'émission moyen Re :	1	Rendement de distribution Rd :	0,88
Rendement de génération moyen Rg :	1	Rendement de génération Rg :	3,5
Rendement de régulation moyen Rr :	0,95		
<u>Consommation chauffage :</u>		<u>Consommation ECS :</u>	
$C = \frac{(B)}{(Rd \cdot Re \cdot Rg \cdot Rr)}$			
Cc S3 =	77 850	kWh elec	Ce S3 14 413 kWh elec

Solution 4 : Chaufferie gaz collective + chauffage électrique

<u>Hypothèses sur les rendements :</u>	<u>Chauffage</u>	<u>ECS</u>
Rendement de distribution moyen Rd :	1	Rendement de stockage Rs : 0,97
Rendement d'émission moyen Re :	1	Rendement de distribution Rd : 0,88
Rendement de génération moyen Rg :	1	Rendement de génération Rg : 0,8
Rendement de régulation moyen Rr :	0,95	
<u>Consommation chauffage :</u>		<u>Consommation ECS :</u>
C = (B)/(Rd*Re*Rg*Rr)		
Cc S4 = 62 280	kWh elec	Ce S4 50 445 kWh gaz

3- Consommations annuelles prévisionnelles calculées (P1)

Solution No		Energie finale (kWh) - Global		
		gaz	Bois	Electricité
1	Chaudière gaz individuelle	181 244	0	0
2	Chaufferie gaz collective	170 177	0	0
3	Pac Air/Eau collective + chauffage électrique	0	0	35 761
4	Chaufferie gaz collective + chauffage électrique	50 445	0	24 140

4- Coûts des énergies

Electricité		Jaune				
	Date	01-août-16				
Abonnement (€ HT/an)		1 438,56	PTE HIVER	HPH	HCH	HPE
Coût (€ HT/kWh)		0,06055	0,09601	0,09601	0,06913	0,05031
Répartition			3,52%	20,06%	17,93%	33,36%
PS (kVA)		36 kVA				25,13%

Gaz individuel		Gaz B0	
	Date	01-août-16	
Abonnement (€ HT/an)		85,13	
Coût (€ HT/kWh)		0,0635	

Gaz collectif		Gaz B2I	
	Date	01-août-16	
Abonnement (€ HT/an)		2 032,39	
Coût (€ HT/kWh)		0,0468	

5- Hypothèses augmentations des énergies : %/an

	Faible	Moyen	Fort
Gaz :	5%	10%	15%
Electricité :	4%	7%	10%

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 individuelle	95 690	16	960	5 981
2 Chaufferie gaz collective	181 582	21	1 000	8 647
3 Pac Air/Eau collective + chauffage électrique	175 859	16	3 000	10 991
4 Chaufferie gaz collective + chauffage électrique	140 510	21	1 000	6 691

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 concessionnaires.

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/ecs
Electricite	0,180	kg CO2/kWh PCI	chauffage
Electricite	0,040	kg CO2/kWh PCI	ecs

9- Indicateurs énergétiques et environnementaux

Solution	Cep		Rejets CO ₂	
1 Chaudière gaz individuelle	110,28	kWh/m2/an	25,81	kgCO2/m2/an
2 Chaufferie gaz collective	103,55	kWh/m2/an	24,23	kgCO2/m2/an
3 Pac Air/Eau collective + chauffage électrique	56,14	kWh/m2/an	3,44	kgCO2/m2/an
4 Chaufferie gaz collective + chauffage électrique	68,59	kWh/m2/an	9,83	kgCO2/m2/an

10- Simulation en cout global actualise sur 30 ans (€ HT)

Scénario d'augmentation de l'énergie :

FAIBLE

Solution de référence		1			
		P2+P3	P1 Gaz	Total annuel	t CO2/an
		Chaudière gaz individuelle			
Année	0	<i>Investissement</i> →			95 690,08
Année	1	6 940,63	12 871,10	19 811,73	115 501,81
Année	2	7 114,15	13 514,66	20 628,81	136 130,62
Année	3	7 292,00	14 190,39	21 482,39	157 613,01
Année	4	7 474,30	14 899,91	22 374,21	179 987,22
Année	5	7 661,16	15 644,91	23 306,07	203 293,29
Année	6	7 852,69	16 427,15	24 279,84	227 573,13
Année	7	8 049,00	17 248,51	25 297,51	252 870,64
Année	8	8 250,23	18 110,94	26 361,16	279 231,81
Année	9	8 456,48	19 016,48	27 472,97	306 704,78
Année	10	8 667,90	19 967,31	28 635,20	335 339,98
Année	11	8 884,59	20 965,67	29 850,27	365 190,25
Année	12	9 106,71	22 013,96	31 120,66	396 310,91
Année	13	9 334,38	23 114,65	32 449,03	428 759,94
Année	14	9 567,74	24 270,39	33 838,12	462 598,06
Année	15	9 806,93	25 483,91	35 290,84	497 888,90
Année	16	10 052,10	26 758,10	36 810,20	534 699,10
Année	17	10 303,40	28 096,01	38 399,41	573 098,51
Année	18	10 560,99	29 500,81	40 061,80	613 160,31
Année	19	10 825,01	30 975,85	41 800,86	654 961,17
Année	20	11 095,64	32 524,64	43 620,28	698 581,45
Année	21	11 373,03	34 150,87	45 523,90	744 105,36
Année	22	11 657,36	35 858,42	47 515,77	791 621,13
Année	23	11 948,79	37 651,34	49 600,13	841 221,26
Année	24	12 247,51	39 533,90	51 781,41	893 002,67
Année	25	12 553,70	41 510,60	54 064,30	947 066,97
Année	26	12 867,54	43 586,13	56 453,67	1 003 520,64
Année	27	13 189,23	45 765,44	58 954,66	1 062 475,30
Année	28	13 518,96	48 053,71	61 572,67	1 124 047,97
Année	29	13 856,93	50 456,39	64 313,33	1 188 361,29
Année	30	14 203,36	52 979,21	67 182,57	1 255 543,86
Total sur 30 ans		304 712	855 141	1 159 854	1 255 544

		2 Chaufferie gaz collective			
		P2+P3	P1 Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →			181 582,08
Année	1	9 646,77	9 988,15	19 634,92	39,82
Année	2	9 887,93	10 487,56	20 375,50	39,82
Année	3	10 135,13	11 011,94	21 147,07	39,82
Année	4	10 388,51	11 562,54	21 951,05	39,82
Année	5	10 648,22	12 140,66	22 788,89	39,82
Année	6	10 914,43	12 747,70	23 662,13	39,82
Année	7	11 187,29	13 385,08	24 572,37	39,82
Année	8	11 466,97	14 054,34	25 521,31	39,82
Année	9	11 753,65	14 757,05	26 510,70	39,82
Année	10	12 047,49	15 494,91	27 542,39	39,82
Année	11	12 348,68	16 269,65	28 618,33	39,82
Année	12	12 657,39	17 083,13	29 740,53	39,82
Année	13	12 973,83	17 937,29	30 911,12	39,82
Année	14	13 298,17	18 834,15	32 132,33	39,82
Année	15	13 630,63	19 775,86	33 406,49	39,82
Année	16	13 971,39	20 764,66	34 736,05	39,82
Année	17	14 320,68	21 802,89	36 123,57	39,82
Année	18	14 678,69	22 893,03	37 571,73	39,82
Année	19	15 045,66	24 037,68	39 083,35	39,82
Année	20	15 421,80	25 239,57	40 661,37	39,82
Année	21	15 807,35	26 501,55	42 308,90	39,82
Année	22	16 202,53	27 826,62	44 029,16	39,82
Année	23	16 607,60	29 217,96	45 825,55	39,82
Année	24	17 022,79	30 678,85	47 701,64	39,82
Année	25	17 448,36	32 212,80	49 661,15	39,82
Année	26	17 884,56	33 823,44	51 708,00	39,82
Année	27	18 331,68	35 514,61	53 846,29	39,82
Année	28	18 789,97	37 290,34	56 080,31	39,82
Année	29	19 259,72	39 154,86	58 414,58	39,82
Année	30	19 741,21	41 112,60	60 853,81	39,82
Total sur 30 ans		423 519	663 601	1 087 121	1 268 703

		3				
		Pac Air/Eau collective + chauffage électrique				
		P2+P3	P1Elec	P1Gaz	Total annuel	Total cumulé
		t CO2/an				
Année	0	<i>Investissement</i> →				
Année	1	13 991,20	3 603,97	-	17 595,17	175 859,20
Année	2	14 340,98	3 748,13	-	18 089,11	193 454,37
Année	3	14 699,50	3 898,06	-	18 597,56	211 543,49
Année	4	15 066,99	4 053,98	-	19 120,97	230 141,05
Année	5	15 443,67	4 216,14	-	19 659,81	249 262,02
Année	6	15 829,76	4 384,79	-	20 214,54	268 921,83
Année	7	16 225,50	4 560,18	-	20 785,68	289 136,37
Année	8	16 631,14	4 742,58	-	21 373,72	309 922,05
Année	9	17 046,92	4 932,29	-	21 979,21	331 295,78
Année	10	17 473,09	5 129,58	-	22 602,67	353 274,98
Année	11	17 909,92	5 334,76	-	23 244,68	375 877,66
Année	12	18 357,67	5 548,15	-	23 905,82	399 122,34
Année	13	18 816,61	5 770,08	-	24 586,69	423 028,16
Année	14	19 287,02	6 000,88	-	25 287,91	447 614,84
Année	15	19 769,20	6 240,92	-	26 010,12	472 902,75
Année	16	20 263,43	6 490,55	-	26 753,98	498 912,87
Année	17	20 770,02	6 750,18	-	27 520,19	525 666,85
Année	18	21 289,27	7 020,18	-	28 309,45	553 187,04
Année	19	21 821,50	7 300,99	-	29 122,49	581 496,49
Année	20	22 367,03	7 593,03	-	29 960,06	610 618,98
Année	21	22 926,21	7 896,75	-	30 822,96	640 579,04
Année	22	23 499,37	8 212,62	-	31 711,99	671 402,00
Année	23	24 086,85	8 541,13	-	32 627,98	703 113,99
Année	24	24 689,02	8 882,77	-	33 571,79	735 741,96
Année	25	25 306,25	9 238,08	-	34 544,33	769 313,76
Année	26	25 938,90	9 607,61	-	35 546,51	803 858,08
Année	27	26 587,38	9 991,91	-	36 579,28	839 404,59
Année	28	27 252,06	10 391,59	-	37 643,65	875 983,88
Année	29	27 933,36	10 807,25	-	38 740,61	913 627,52
Année	30	28 631,70	11 239,54	-	39 871,23	952 368,13
Total sur 30 ans		614 252	202 129	-	816 380	992 239
						170

		4				
		Chaufferie gaz collective + chauffage électrique				
		P2+P3	P1 elec	P1Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →				140 510,48
Année	1	7 690,98	2 900,28	4 390,69	14 981,94	16,15
Année	2	7 883,25	3 016,29	4 610,22	15 509,76	16,15
Année	3	8 080,33	3 136,94	4 840,73	16 058,00	16,15
Année	4	8 282,34	3 262,42	5 082,77	16 627,52	16,15
Année	5	8 489,40	3 392,91	5 336,91	17 219,22	16,15
Année	6	8 701,63	3 528,63	5 603,75	17 834,01	16,15
Année	7	8 919,17	3 669,77	5 883,94	18 472,89	16,15
Année	8	9 142,15	3 816,56	6 178,14	19 136,85	16,15
Année	9	9 370,71	3 969,23	6 487,04	19 826,98	16,15
Année	10	9 604,97	4 128,00	6 811,39	20 544,37	16,15
Année	11	9 845,10	4 293,12	7 151,96	21 290,18	16,15
Année	12	10 091,23	4 464,84	7 509,56	22 065,63	16,15
Année	13	10 343,51	4 643,43	7 885,04	22 871,98	16,15
Année	14	10 602,09	4 829,17	8 279,29	23 710,56	16,15
Année	15	10 867,15	5 022,34	8 693,26	24 582,74	16,15
Année	16	11 138,83	5 223,23	9 127,92	25 489,98	16,15
Année	17	11 417,30	5 432,16	9 584,32	26 433,77	16,15
Année	18	11 702,73	5 649,45	10 063,53	27 415,71	16,15
Année	19	11 995,30	5 875,43	10 566,71	28 437,43	16,15
Année	20	12 295,18	6 110,44	11 095,04	29 500,67	16,15
Année	21	12 602,56	6 354,86	11 649,80	30 607,22	16,15
Année	22	12 917,62	6 609,06	12 232,29	31 758,96	16,15
Année	23	13 240,56	6 873,42	12 843,90	32 957,88	16,15
Année	24	13 571,58	7 148,35	13 486,10	34 206,03	16,15
Année	25	13 910,87	7 434,29	14 160,40	35 505,56	16,15
Année	26	14 258,64	7 731,66	14 868,42	36 858,72	16,15
Année	27	14 615,10	8 040,93	15 611,84	38 267,87	16,15
Année	28	14 980,48	8 362,56	16 392,43	39 735,48	16,15
Année	29	15 354,99	8 697,07	17 212,06	41 264,12	16,15
Année	30	15 738,87	9 044,95	18 072,66	42 856,48	16,15
Total sur 30 ans		337 655	162 662	291 712	792 028	484

10- Simulation en cout global actualise sur 30 ans (€ HT)

Scénario d'augmentation de l'énergie :

MOYEN

Solution de référence		1 Chaudière gaz individuelle			
		P2+P3	P1 Gaz	Total annuel	Total cumulé
Année	0		<i>Investissement</i> →		95 690,08
Année	1	6 940,63	12 871,10	19 811,73	115 501,81
Année	2	7 114,15	14 158,22	21 272,36	136 774,18
Année	3	7 292,00	15 574,04	22 866,04	159 640,21
Année	4	7 474,30	17 131,44	24 605,74	184 245,95
Année	5	7 661,16	18 844,58	26 505,74	210 751,69
Année	6	7 852,69	20 729,04	28 581,73	239 333,42
Année	7	8 049,00	22 801,95	30 850,95	270 184,37
Année	8	8 250,23	25 082,14	33 332,37	303 516,74
Année	9	8 456,48	27 590,36	36 046,84	339 563,58
Année	10	8 667,90	30 349,39	39 017,29	378 580,87
Année	11	8 884,59	33 384,33	42 268,92	420 849,79
Année	12	9 106,71	36 722,76	45 829,47	466 679,26
Année	13	9 334,38	40 395,04	49 729,42	516 408,68
Année	14	9 567,74	44 434,54	54 002,28	570 410,96
Année	15	9 806,93	48 878,00	58 684,93	629 095,89
Année	16	10 052,10	53 765,80	63 817,90	692 913,79
Année	17	10 303,40	59 142,38	69 445,78	762 359,57
Année	18	10 560,99	65 056,62	75 617,61	837 977,18
Année	19	10 825,01	71 562,28	82 387,29	920 364,47
Année	20	11 095,64	78 718,51	89 814,15	1 010 178,61
Année	21	11 373,03	86 590,36	97 963,39	1 108 142,00
Année	22	11 657,36	95 249,39	106 906,75	1 215 048,75
Année	23	11 948,79	104 774,33	116 723,12	1 331 771,87
Année	24	12 247,51	115 251,76	127 499,27	1 459 271,14
Année	25	12 553,70	126 776,94	139 330,64	1 598 601,78
Année	26	12 867,54	139 454,63	152 322,17	1 750 923,95
Année	27	13 189,23	153 400,10	166 589,33	1 917 513,28
Année	28	13 518,96	168 740,11	182 259,07	2 099 772,35
Année	29	13 856,93	185 614,12	199 471,05	2 299 243,40
Année	30	14 203,36	204 175,53	218 378,89	2 517 622,29
Total sur 30 ans		304 712	2 117 220	2 421 932	2 517 622
					1272

		2 Chaufferie gaz collective			
		P2+P3	P1 Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →			181 582,08
Année	1	9 646,77	9 988,15	19 634,92	39,82
Année	2	9 887,93	10 986,97	20 874,90	39,82
Année	3	10 135,13	12 085,67	22 220,80	39,82
Année	4	10 388,51	13 294,23	23 682,75	39,82
Année	5	10 648,22	14 623,66	25 271,88	39,82
Année	6	10 914,43	16 086,02	27 000,45	39,82
Année	7	11 187,29	17 694,62	28 881,92	39,82
Année	8	11 466,97	19 464,09	30 931,06	39,82
Année	9	11 753,65	21 410,50	33 164,14	39,82
Année	10	12 047,49	23 551,55	35 599,03	39,82
Année	11	12 348,68	25 906,70	38 255,38	39,82
Année	12	12 657,39	28 497,37	41 154,76	39,82
Année	13	12 973,83	31 347,11	44 320,93	39,82
Année	14	13 298,17	34 481,82	47 779,99	39,82
Année	15	13 630,63	37 930,00	51 560,63	39,82
Année	16	13 971,39	41 723,00	55 694,39	39,82
Année	17	14 320,68	45 895,30	60 215,98	39,82
Année	18	14 678,69	50 484,83	65 163,52	39,82
Année	19	15 045,66	55 533,31	70 578,98	39,82
Année	20	15 421,80	61 086,64	76 508,45	39,82
Année	21	15 807,35	67 195,31	83 002,66	39,82
Année	22	16 202,53	73 914,84	90 117,37	39,82
Année	23	16 607,60	81 306,32	97 913,92	39,82
Année	24	17 022,79	89 436,96	106 459,74	39,82
Année	25	17 448,36	98 380,65	115 829,01	39,82
Année	26	17 884,56	108 218,72	126 103,28	39,82
Année	27	18 331,68	119 040,59	137 372,27	39,82
Année	28	18 789,97	130 944,65	149 734,62	39,82
Année	29	19 259,72	144 039,11	163 298,83	39,82
Année	30	19 741,21	158 443,02	178 184,24	39,82
Total sur 30 ans		423 519	1 642 992	2 066 511	1195

		3				
		Pac Air/Eau collective + chauffage électrique				
		P2+P3	P1Elec	P1Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i>				175 859,20
Année	1	13 991,20	3 603,97	2 032,39	19 627,56	5,65
Année	2	14 340,98	3 856,25	2 235,63	20 432,86	5,65
Année	3	14 699,50	4 126,19	2 459,19	21 284,89	5,65
Année	4	15 066,99	4 415,02	2 705,11	22 187,13	5,65
Année	5	15 443,67	4 724,07	2 975,62	23 143,36	5,65
Année	6	15 829,76	5 054,76	3 273,19	24 157,70	5,65
Année	7	16 225,50	5 408,59	3 600,50	25 234,60	5,65
Année	8	16 631,14	5 787,19	3 960,55	26 378,89	5,65
Année	9	17 046,92	6 192,30	4 356,61	27 595,83	5,65
Année	10	17 473,09	6 625,76	4 792,27	28 891,12	5,65
Année	11	17 909,92	7 089,56	5 271,50	30 270,98	5,65
Année	12	18 357,67	7 585,83	5 798,65	31 742,15	5,65
Année	13	18 816,61	8 116,84	6 378,51	33 311,96	5,65
Année	14	19 287,02	8 685,02	7 016,36	34 988,41	5,65
Année	15	19 769,20	9 292,97	7 718,00	36 780,17	5,65
Année	16	20 263,43	9 943,48	8 489,80	38 696,71	5,65
Année	17	20 770,02	10 639,52	9 338,78	40 748,32	5,65
Année	18	21 289,27	11 384,29	10 272,66	42 946,21	5,65
Année	19	21 821,50	12 181,19	11 299,92	45 302,61	5,65
Année	20	22 367,03	13 033,87	12 429,92	47 830,82	5,65
Année	21	22 926,21	13 946,24	13 672,91	50 545,36	5,65
Année	22	23 499,37	14 922,48	15 040,20	53 462,04	5,65
Année	23	24 086,85	15 967,05	16 544,22	56 598,12	5,65
Année	24	24 689,02	17 084,75	18 198,64	59 972,41	5,65
Année	25	25 306,25	18 280,68	20 018,50	63 605,43	5,65
Année	26	25 938,90	19 560,33	22 020,35	67 519,58	5,65
Année	27	26 587,38	20 929,55	24 222,39	71 739,31	5,65
Année	28	27 252,06	22 394,62	26 644,63	76 291,31	5,65
Année	29	27 933,36	23 962,24	29 309,09	81 204,69	5,65
Année	30	28 631,70	25 639,60	32 240,00	86 511,29	5,65
Total sur 30 ans		614 252	340 434	334 316	1 623 318	170

		4				
		Chaudière gaz collective + chauffage électrique				
		P2+P3	P1Elec	P1Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →				140 510,48
Année	1	7 690,98	2 900,28	4 390,69	14 981,94	16,15
Année	2	7 883,25	3 103,30	4 829,75	15 816,30	16,15
Année	3	8 080,33	3 320,53	5 312,73	16 713,59	16,15
Année	4	8 282,34	3 552,96	5 844,00	17 679,30	16,15
Année	5	8 489,40	3 801,67	6 428,40	18 719,47	16,15
Année	6	8 701,63	4 067,79	7 071,24	19 840,66	16,15
Année	7	8 919,17	4 352,53	7 778,37	21 050,07	16,15
Année	8	9 142,15	4 657,21	8 556,20	22 355,57	16,15
Année	9	9 370,71	4 983,21	9 411,83	23 765,75	16,15
Année	10	9 604,97	5 332,04	10 353,01	25 290,02	16,15
Année	11	9 845,10	5 705,28	11 388,31	26 938,69	16,15
Année	12	10 091,23	6 104,65	12 527,14	28 723,02	16,15
Année	13	10 343,51	6 531,98	13 779,85	30 655,34	16,15
Année	14	10 602,09	6 989,21	15 157,84	32 749,15	16,15
Année	15	10 867,15	7 478,46	16 673,62	35 019,23	16,15
Année	16	11 138,83	8 001,95	18 340,98	37 481,76	16,15
Année	17	11 417,30	8 562,09	20 175,08	40 154,47	16,15
Année	18	11 702,73	9 161,44	22 192,59	43 056,75	16,15
Année	19	11 995,30	9 802,74	24 411,85	46 209,88	16,15
Année	20	12 295,18	10 488,93	26 853,04	49 637,14	16,15
Année	21	12 602,56	11 223,15	29 538,34	53 364,05	16,15
Année	22	12 917,62	12 008,77	32 492,17	57 418,57	16,15
Année	23	13 240,56	12 849,39	35 741,39	61 831,34	16,15
Année	24	13 571,58	13 748,84	39 315,53	66 635,95	16,15
Année	25	13 910,87	14 711,26	43 247,08	71 869,21	16,15
Année	26	14 258,64	15 741,05	47 571,79	77 571,48	16,15
Année	27	14 615,10	16 842,92	52 328,97	83 787,00	16,15
Année	28	14 980,48	18 021,93	57 561,87	90 564,28	16,15
Année	29	15 354,99	19 283,46	63 318,05	97 956,51	16,15
Année	30	15 738,87	20 633,31	69 649,86	106 022,03	16,15
Total sur 30 ans		337 655	273 962	722 242	1 333 859	484

10- Simulation en cout global actualise sur 30 ans (€ HT)

Scénario d'augmentation de l'énergie :

FORT

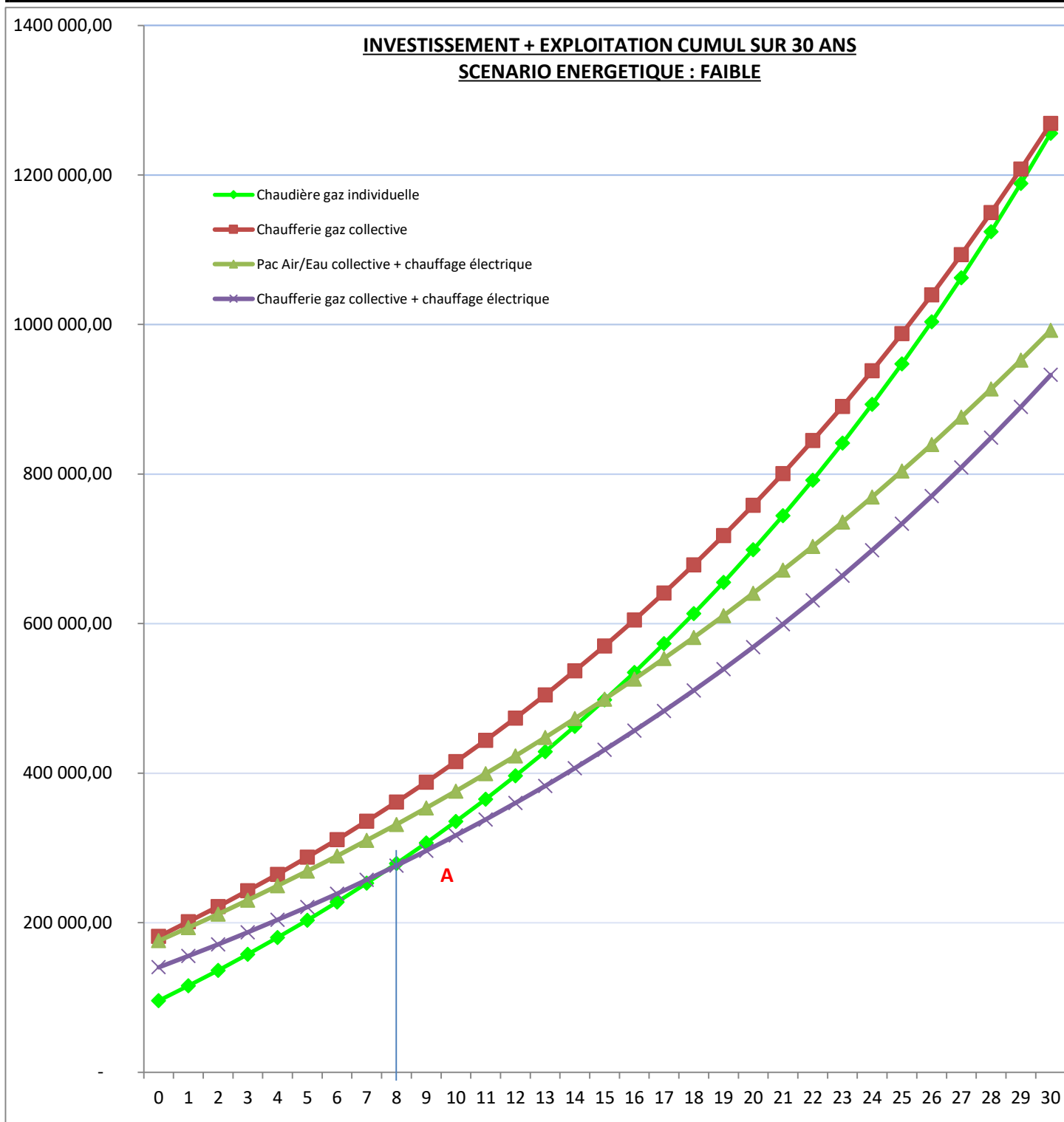
Solution de référence		1			
		P2+P3	P1 Gaz	Total annuel	t CO2/an
		Chaudière gaz individuelle			
Année	0	<i>Investissement</i> →			95 690,08
Année	1	6 940,63	12 871,10	19 811,73	115 501,81
Année	2	7 114,15	14 801,77	21 915,92	137 417,73
Année	3	7 292,00	17 022,04	24 314,04	161 731,77
Année	4	7 474,30	19 575,34	27 049,64	188 781,41
Année	5	7 661,16	22 511,64	30 172,80	218 954,21
Année	6	7 852,69	25 888,39	33 741,07	252 695,28
Année	7	8 049,00	29 771,65	37 820,65	290 515,93
Année	8	8 250,23	34 237,39	42 487,62	333 003,55
Année	9	8 456,48	39 373,00	47 829,49	380 833,04
Année	10	8 667,90	45 278,95	53 946,85	434 779,89
Année	11	8 884,59	52 070,80	60 955,39	495 735,28
Année	12	9 106,71	59 881,42	68 988,12	564 723,41
Année	13	9 334,38	68 863,63	78 198,00	642 921,41
Année	14	9 567,74	79 193,17	88 760,91	731 682,32
Année	15	9 806,93	91 072,15	100 879,08	832 561,40
Année	16	10 052,10	104 732,97	114 785,07	947 346,47
Année	17	10 303,40	120 442,92	130 746,32	1 078 092,79
Année	18	10 560,99	138 509,36	149 070,35	1 227 163,14
Année	19	10 825,01	159 285,76	170 110,77	1 397 273,91
Année	20	11 095,64	183 178,62	194 274,26	1 591 548,17
Année	21	11 373,03	210 655,42	222 028,45	1 813 576,62
Année	22	11 657,36	242 253,73	253 911,09	2 067 487,71
Année	23	11 948,79	278 591,79	290 540,58	2 358 028,28
Année	24	12 247,51	320 380,56	332 628,07	2 690 656,35
Année	25	12 553,70	368 437,64	380 991,34	3 071 647,69
Année	26	12 867,54	423 703,29	436 570,83	3 508 218,51
Année	27	13 189,23	487 258,78	500 448,01	4 008 666,52
Année	28	13 518,96	560 347,60	573 866,55	4 582 533,08
Année	29	13 856,93	644 399,73	658 256,67	5 240 789,74
Année	30	14 203,36	741 059,69	755 263,05	5 996 052,80
Total sur 30 ans		304 712	5 595 650	5 900 363	5 996 053
					1272

		2				
		Chaufferie gaz collective				
		P2+P3	P1 Gaz	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →			181 582,08	
Année	1	9 646,77	9 988,15	19 634,92	201 217,00	39,82
Année	2	9 887,93	11 486,38	21 374,31	222 591,31	39,82
Année	3	10 135,13	13 209,33	23 344,47	245 935,78	39,82
Année	4	10 388,51	15 190,73	25 579,25	271 515,03	39,82
Année	5	10 648,22	17 469,34	28 117,57	299 632,60	39,82
Année	6	10 914,43	20 089,75	31 004,18	330 636,77	39,82
Année	7	11 187,29	23 103,21	34 290,50	364 927,27	39,82
Année	8	11 466,97	26 568,69	38 035,66	402 962,93	39,82
Année	9	11 753,65	30 553,99	42 307,64	445 270,57	39,82
Année	10	12 047,49	35 137,09	47 184,58	492 455,15	39,82
Année	11	12 348,68	40 407,66	52 756,33	545 211,49	39,82
Année	12	12 657,39	46 468,80	59 126,20	604 337,68	39,82
Année	13	12 973,83	53 439,12	66 412,95	670 750,63	39,82
Année	14	13 298,17	61 454,99	74 753,17	745 503,80	39,82
Année	15	13 630,63	70 673,24	84 303,87	829 807,67	39,82
Année	16	13 971,39	81 274,23	95 245,62	925 053,29	39,82
Année	17	14 320,68	93 465,36	107 786,04	1 032 839,33	39,82
Année	18	14 678,69	107 485,17	122 163,86	1 155 003,19	39,82
Année	19	15 045,66	123 607,94	138 653,60	1 293 656,80	39,82
Année	20	15 421,80	142 149,13	157 570,94	1 451 227,74	39,82
Année	21	15 807,35	163 471,50	179 278,85	1 630 506,59	39,82
Année	22	16 202,53	187 992,23	204 194,76	1 834 701,35	39,82
Année	23	16 607,60	216 191,06	232 798,66	2 067 500,01	39,82
Année	24	17 022,79	248 619,72	265 642,51	2 333 142,52	39,82
Année	25	17 448,36	285 912,68	303 361,04	2 636 503,56	39,82
Année	26	17 884,56	328 799,58	346 684,15	2 983 187,71	39,82
Année	27	18 331,68	378 119,52	396 451,20	3 379 638,91	39,82
Année	28	18 789,97	434 837,45	453 627,42	3 833 266,33	39,82
Année	29	19 259,72	500 063,07	519 322,79	4 352 589,12	39,82
Année	30	19 741,21	575 072,53	594 813,74	4 947 402,86	39,82
Total sur 30 ans		423 519	4 342 302	4 765 821	4 947 403	1195

		3				
		Pac Air/Eau collective + chauffage électrique				
		P2+P3	P1Elec	P1Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i>				175 859,20
Année	1	13 991,20	3 603,97	2 032,39	19 627,56	5,65
Année	2	14 340,98	3 964,37	2 337,25	20 642,60	5,65
Année	3	14 699,50	4 360,81	2 687,84	21 748,15	5,65
Année	4	15 066,99	4 796,89	3 091,01	22 954,89	5,65
Année	5	15 443,67	5 276,58	3 554,66	24 274,91	5,65
Année	6	15 829,76	5 804,24	4 087,86	25 721,86	5,65
Année	7	16 225,50	6 384,66	4 701,04	27 311,21	5,65
Année	8	16 631,14	7 023,13	5 406,20	29 060,47	5,65
Année	9	17 046,92	7 725,44	6 217,13	30 989,49	5,65
Année	10	17 473,09	8 497,98	7 149,70	33 120,77	5,65
Année	11	17 909,92	9 347,78	8 222,15	35 479,85	5,65
Année	12	18 357,67	10 282,56	9 455,48	38 095,70	5,65
Année	13	18 816,61	11 310,81	10 873,80	41 001,22	5,65
Année	14	19 287,02	12 441,90	12 504,87	44 233,79	5,65
Année	15	19 769,20	13 686,09	14 380,60	47 835,88	5,65
Année	16	20 263,43	15 054,69	16 537,69	51 855,81	5,65
Année	17	20 770,02	16 560,16	19 018,34	56 348,52	5,65
Année	18	21 289,27	18 216,18	21 871,09	61 376,54	5,65
Année	19	21 821,50	20 037,80	25 151,75	67 011,05	5,65
Année	20	22 367,03	22 041,58	28 924,52	73 333,13	5,65
Année	21	22 926,21	24 245,74	33 263,19	80 435,14	5,65
Année	22	23 499,37	26 670,31	38 252,67	88 422,35	5,65
Année	23	24 086,85	29 337,34	43 990,58	97 414,77	5,65
Année	24	24 689,02	32 271,07	50 589,16	107 549,26	5,65
Année	25	25 306,25	35 498,18	58 177,54	118 981,96	5,65
Année	26	25 938,90	39 048,00	66 904,17	131 891,07	5,65
Année	27	26 587,38	42 952,80	76 939,79	146 479,97	5,65
Année	28	27 252,06	47 248,08	88 480,76	162 980,90	5,65
Année	29	27 933,36	51 972,89	101 752,87	181 659,12	5,65
Année	30	28 631,70	57 170,18	117 015,80	202 817,68	5,65
Total sur 30 ans		614 252	592 832	883 572	2 090 656	170

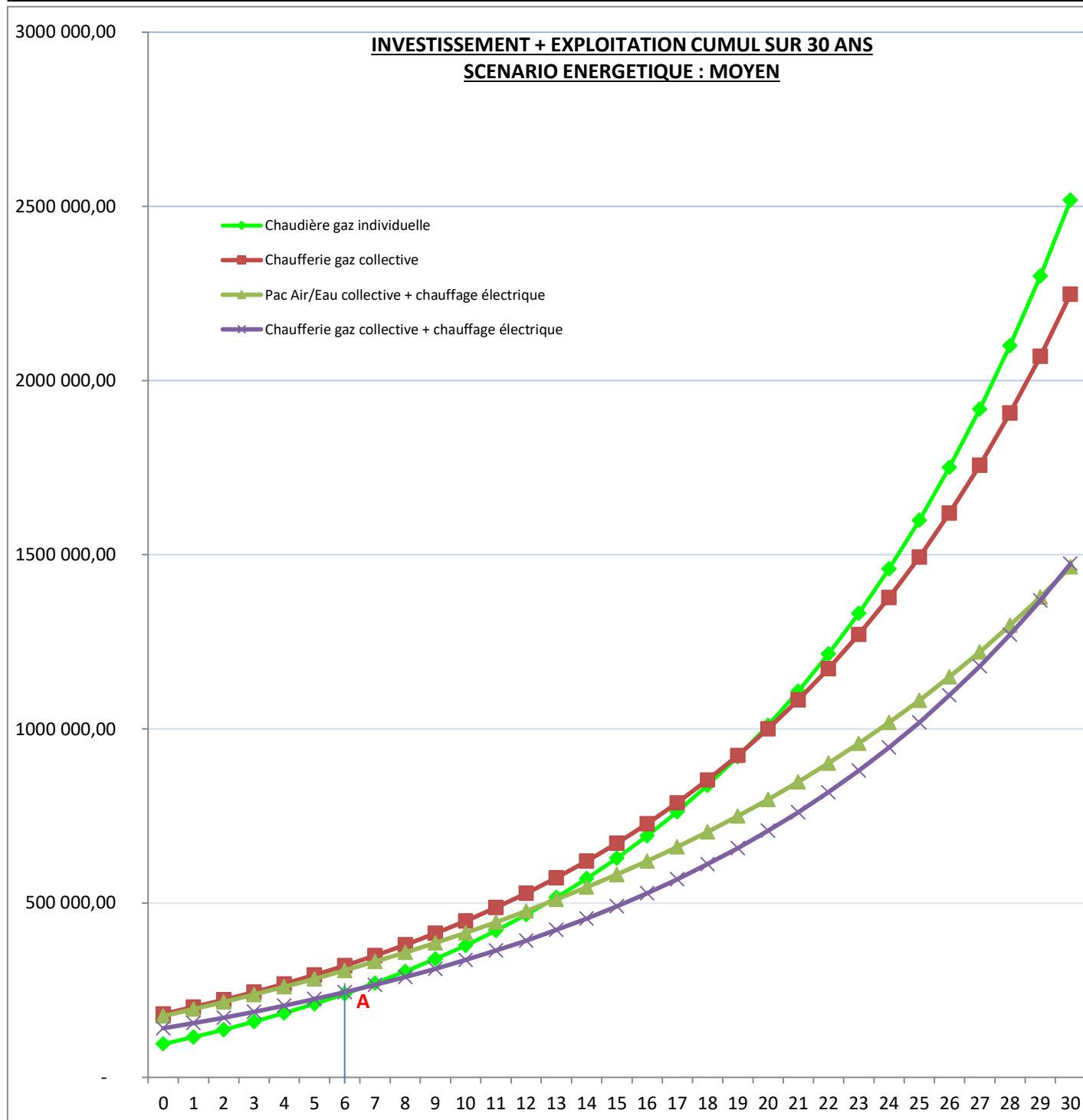
		4 Chaufferie gaz collective + chauffage électrique				t CO2/an
		P2+P3	P1 Elec	P1Gaz	Total annuel	
Année	0	<i>Investissement</i> →				140 510,48
Année	1	7 690,98	2 900,28	4 390,69	14 981,94	16,15
Année	2	7 883,25	3 190,30	5 049,29	16 122,84	16,15
Année	3	8 080,33	3 509,33	5 806,68	17 396,35	16,15
Année	4	8 282,34	3 860,27	6 677,68	18 820,29	16,15
Année	5	8 489,40	4 246,29	7 679,34	20 415,03	16,15
Année	6	8 701,63	4 670,92	8 831,24	22 203,79	16,15
Année	7	8 919,17	5 138,02	10 155,92	24 213,11	16,15
Année	8	9 142,15	5 651,82	11 679,31	26 473,28	16,15
Année	9	9 370,71	6 217,00	13 431,21	29 018,91	16,15
Année	10	9 604,97	6 838,70	15 445,89	31 889,56	16,15
Année	11	9 845,10	7 522,57	17 762,77	35 130,44	16,15
Année	12	10 091,23	8 274,83	20 427,19	38 793,24	16,15
Année	13	10 343,51	9 102,31	23 491,27	42 937,08	16,15
Année	14	10 602,09	10 012,54	27 014,96	47 629,59	16,15
Année	15	10 867,15	11 013,79	31 067,20	52 948,14	16,15
Année	16	11 138,83	12 115,17	35 727,28	58 981,28	16,15
Année	17	11 417,30	13 326,69	41 086,37	65 830,36	16,15
Année	18	11 702,73	14 659,36	47 249,33	73 611,42	16,15
Année	19	11 995,30	16 125,29	54 336,73	82 457,32	16,15
Année	20	12 295,18	17 737,82	62 487,24	92 520,24	16,15
Année	21	12 602,56	19 511,60	71 860,32	103 974,49	16,15
Année	22	12 917,62	21 462,77	82 639,37	117 019,76	16,15
Année	23	13 240,56	23 609,04	95 035,28	131 884,88	16,15
Année	24	13 571,58	25 969,95	109 290,57	148 832,09	16,15
Année	25	13 910,87	28 566,94	125 684,16	168 161,96	16,15
Année	26	14 258,64	31 423,63	144 536,78	190 219,05	16,15
Année	27	14 615,10	34 566,00	166 217,30	215 398,40	16,15
Année	28	14 980,48	38 022,60	191 149,89	244 152,97	16,15
Année	29	15 354,99	41 824,86	219 822,38	277 002,23	16,15
Année	30	15 738,87	46 007,34	252 795,73	314 541,95	16,15
Total sur 30 ans		337 655	477 078	1 908 829	2 723 562	484

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



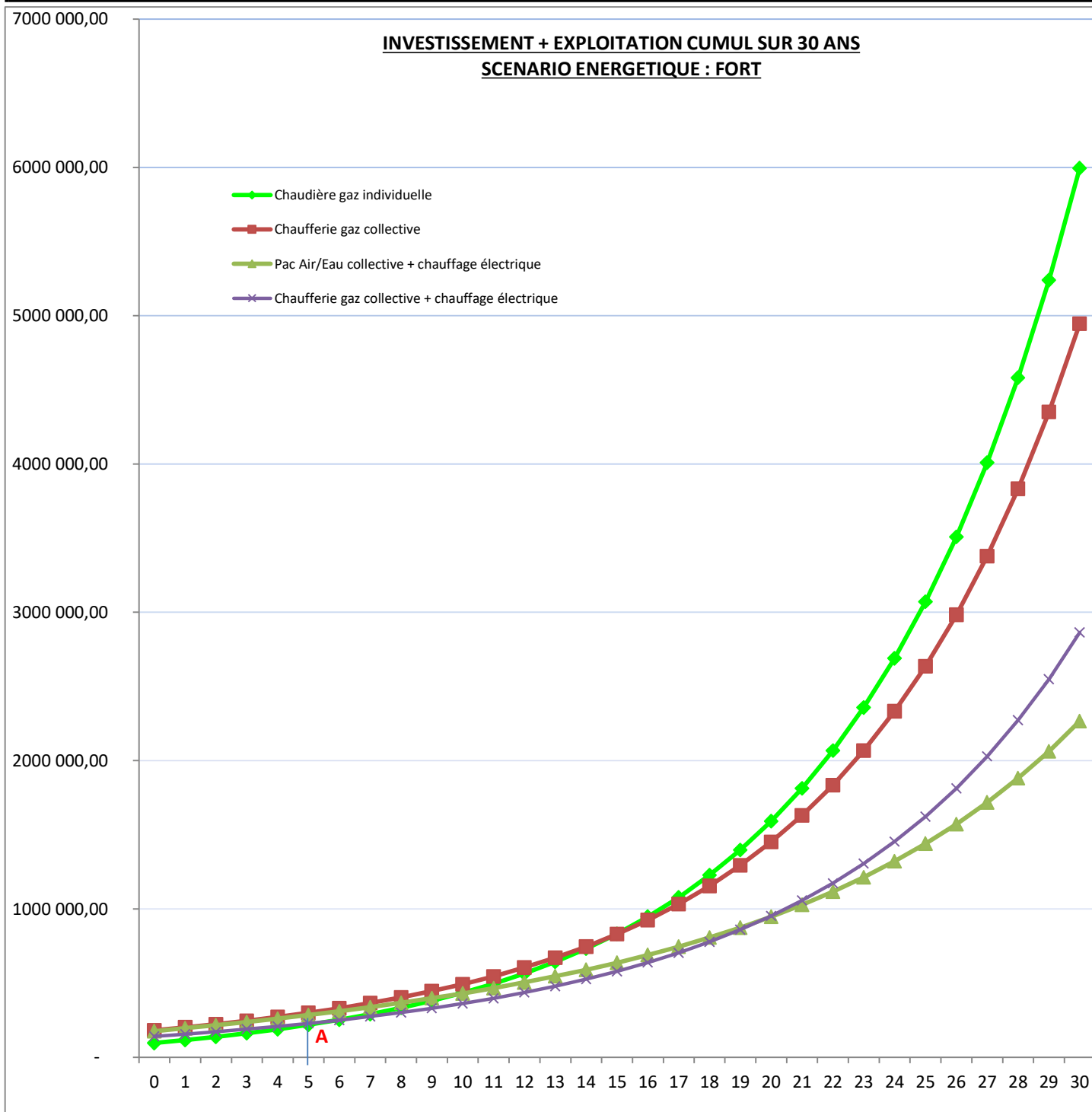
A : La solution ECS chaudière gaz collective avec chauffage électrique est rentabilisée par rapport à la solution chaudière individuelle par un P1+P2+P3 plus performant sur 8 ans environ.

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



A : La solution ECS chaudière gaz collective avec chauffage électrique est rentabilisée par rapport à la solution chaudière individuelle par un P1+P2+P3 plus performant sur 6 ans environ.

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

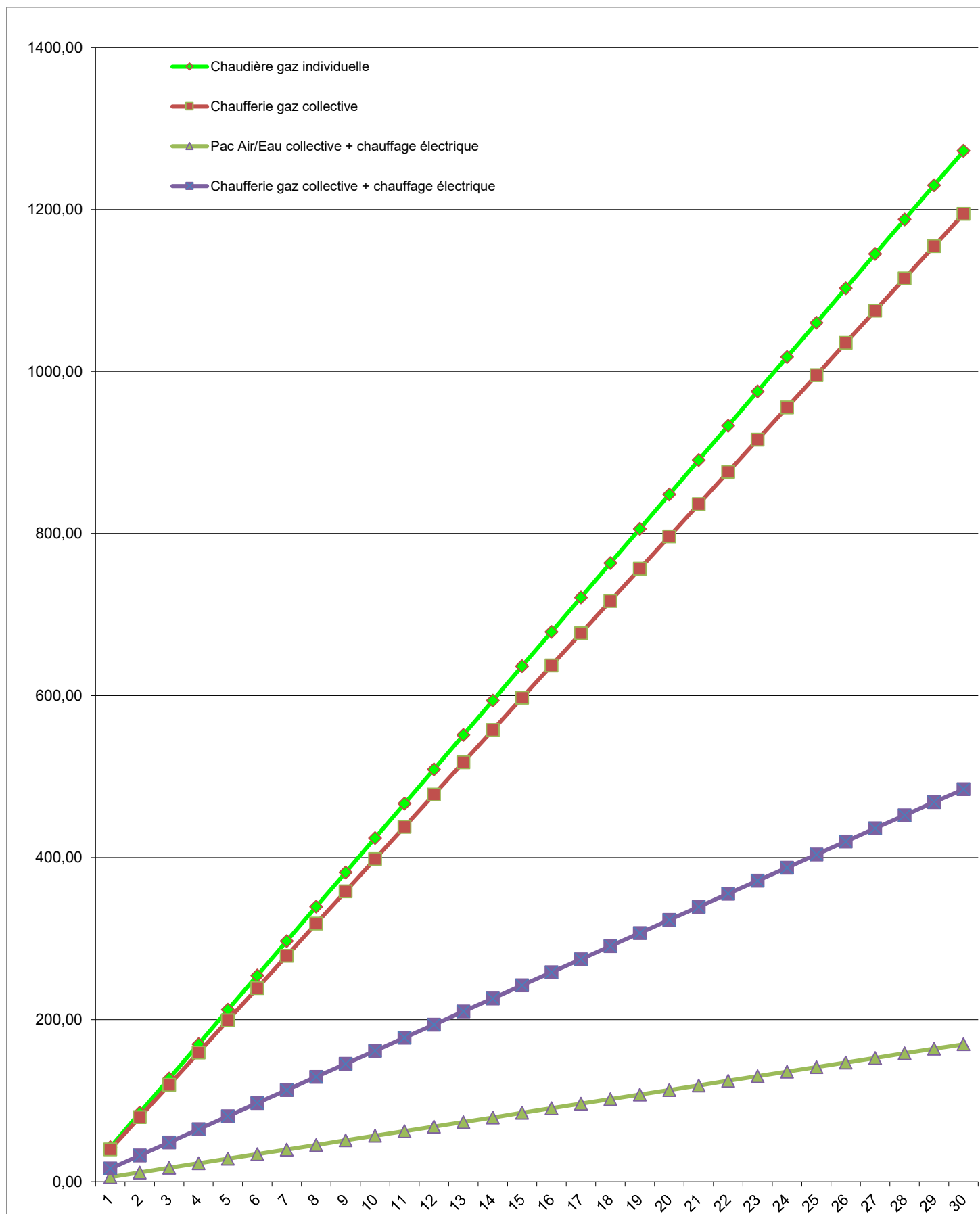


A : La solution ECS chaudière gaz collective avec chauffage électrique est rentabilisée par rapport à la solution chaudière individuelle par un P1+P2+P3 plus performant sur 5 ans environ.

COMPARATIF DES REJETS EN TONNES DE CO2 CUMULES SUR 30 ANS

	N°1	N°2	N°3	N°4
	t CO2	t CO2	t CO2	t CO2
Année 0				
Année 1	42,41	39,82	5,65	16,15
Année 2	84,82	79,64	11,31	32,30
Année 3	127,23	119,46	16,96	48,45
Année 4	169,64	159,29	22,62	64,60
Année 5	212,06	199,11	28,27	80,75
Année 6	254,47	238,93	33,93	96,90
Année 7	296,88	278,75	39,58	113,04
Année 8	339,29	318,57	45,24	129,19
Année 9	381,70	358,39	50,89	145,34
Année 10	424,11	398,21	56,55	161,49
Année 11	466,52	438,04	62,20	177,64
Année 12	508,93	477,86	67,86	193,79
Année 13	551,34	517,68	73,51	209,94
Année 14	593,75	557,50	79,17	226,09
Année 15	636,17	597,32	84,82	242,24
Année 16	678,58	637,14	90,48	258,39
Année 17	720,99	676,96	96,13	274,54
Année 18	763,40	716,78	101,79	290,69
Année 19	805,81	756,61	107,44	306,83
Année 20	848,22	796,43	113,10	322,98
Année 21	890,63	836,25	118,75	339,13
Année 22	933,04	876,07	124,41	355,28
Année 23	975,45	915,89	130,06	371,43
Année 24	1017,86	955,71	135,72	387,58
Année 25	1060,28	995,53	141,37	403,73
Année 26	1102,69	1035,36	147,03	419,88
Année 27	1145,10	1075,18	152,68	436,03
Année 28	1187,51	1115,00	158,34	452,18
Année 29	1229,92	1154,82	163,99	468,33
Année 30	1272	1195	170	484

COMPARATIF DES REJETS EN TONNES DE CO2 CUMULES SUR 30 ANS



INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRODUCTION ENERGETIQUE

Solution No 1

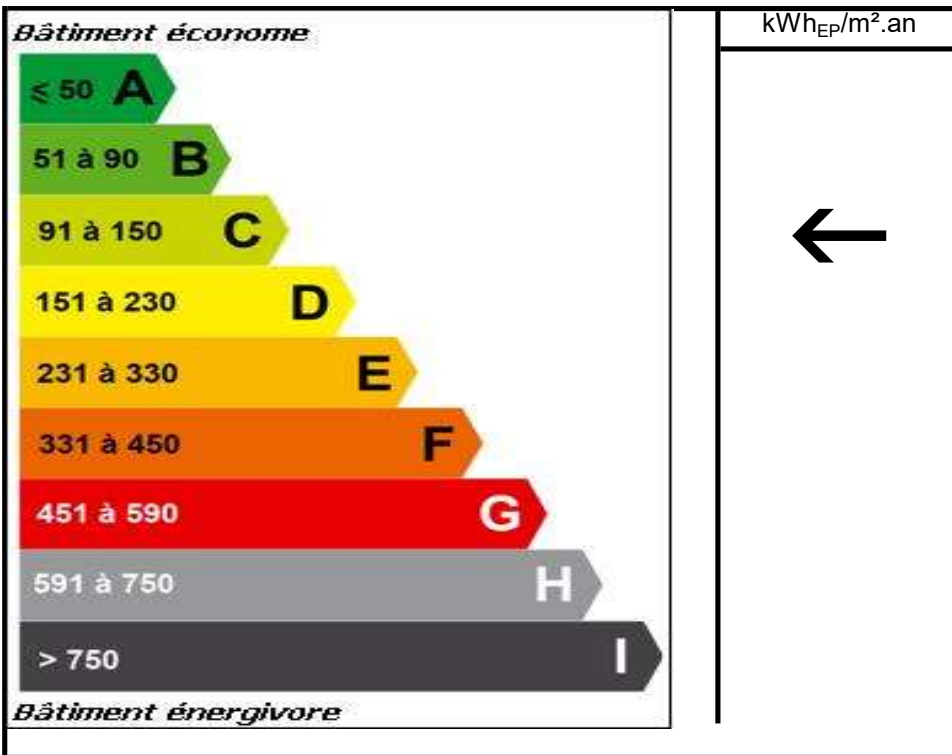
Consommation énergétique (en énergie primaire)

Energie :

Consommation réelle :

Chaudière gaz individuelle

Gaz
110,28

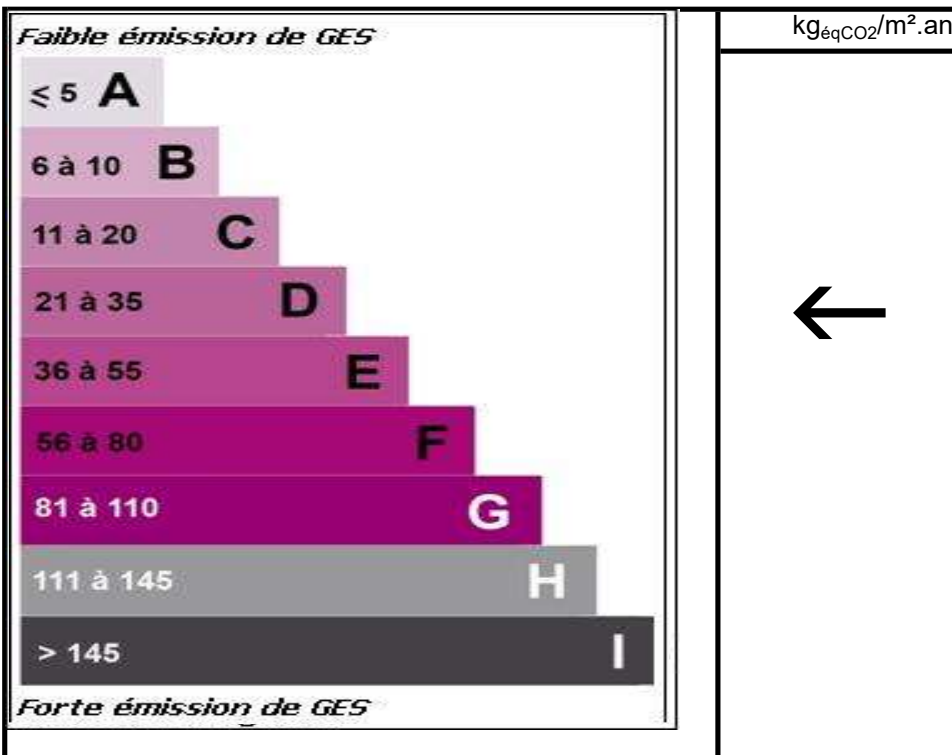


Emission de Gaz à effet de serre (GES)

Energie :

Estimation des émissions :

Gaz
25,81



INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRODUCTION ENERGETIQUE

Solution No 2

Consommation énergétique (en énergie primaire)

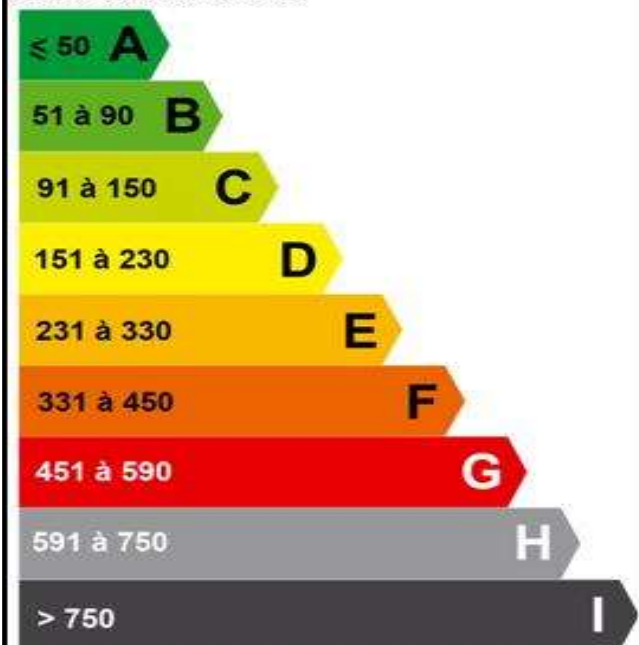
Energie :

Consommation réelle :

Chaudière gaz collective

Gaz
103,55

Bâtiment économe



Bâtiment énergivore

kWh_{EP}/m².an



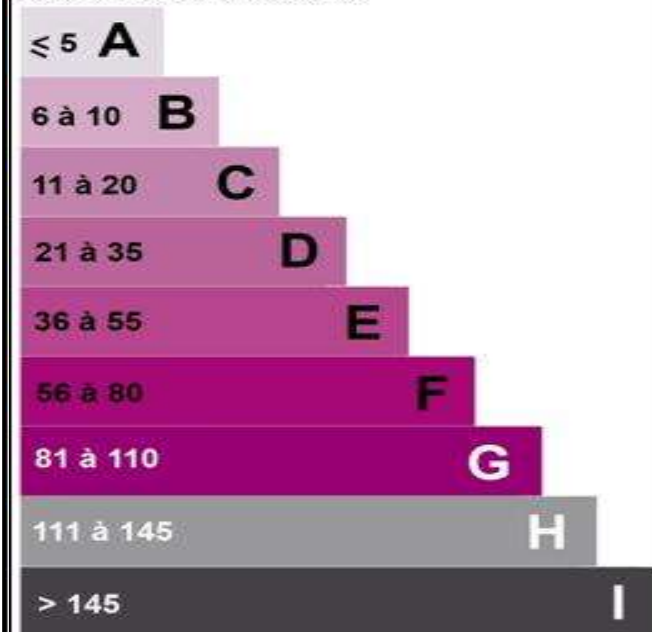
Emission de Gaz à effet de serre (GES)

Energie :

Estimation des émissions :

Gaz
24,23

Faible émission de GES



Forte émission de GES

kg_{éq}CO₂/m².an



INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRODUCTION ENERGETIQUE

Solution No 3

Consommation énergétique (en énergie primaire)

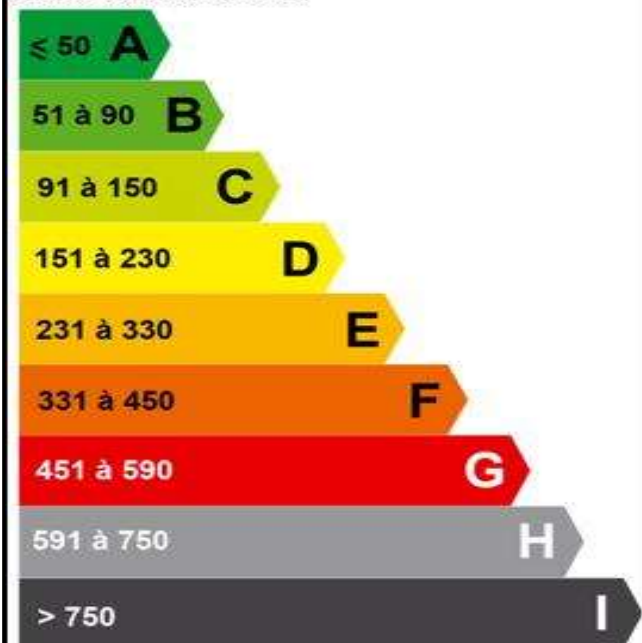
Energie :

Consommation réelle :

Pac Air/Eau collective + chauffage électrique

Elec
56,14

Bâtiment économe



Bâtiment énergivore

kWh_{EP}/m².an



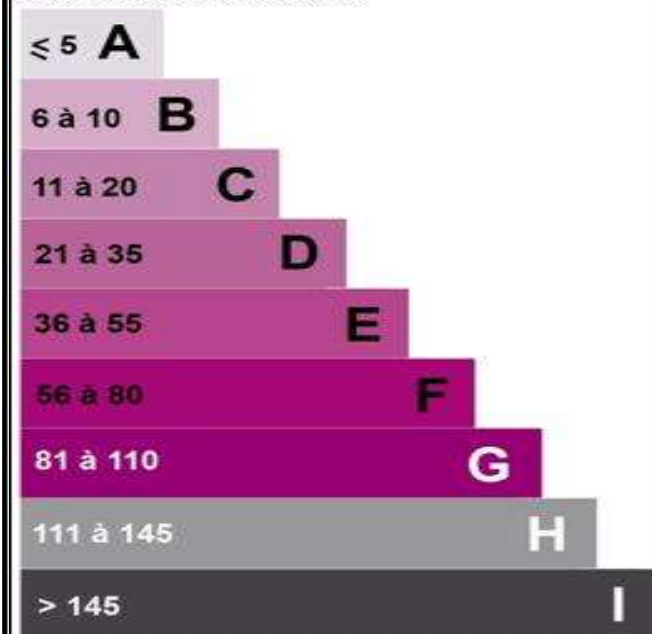
Emission de Gaz à effet de serre (GES)

Energie :

Estimation des émissions :

Elec
3,44

Faible émission de GES



Forte émission de GES

kg_{éqCO2}/m².an



INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRODUCTION ENERGETIQUE

Solution No 4

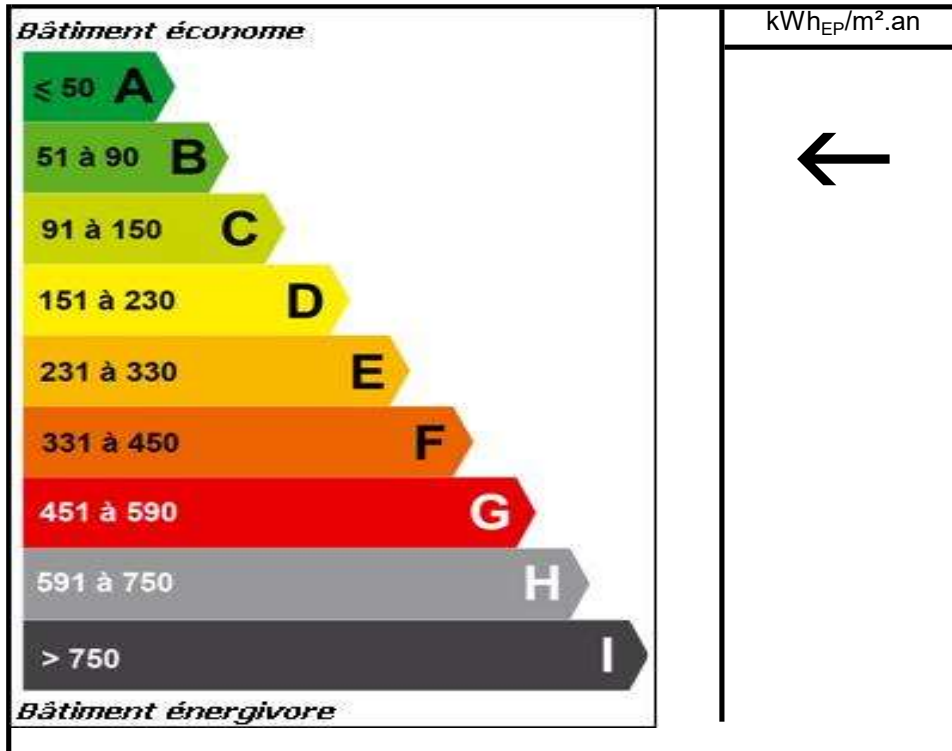
Consommation énergétique (en énergie primaire)

Energie :

Consommation réelle :

Chaufferie gaz collective + chauffage électrique

Gaz et Elec
68,59

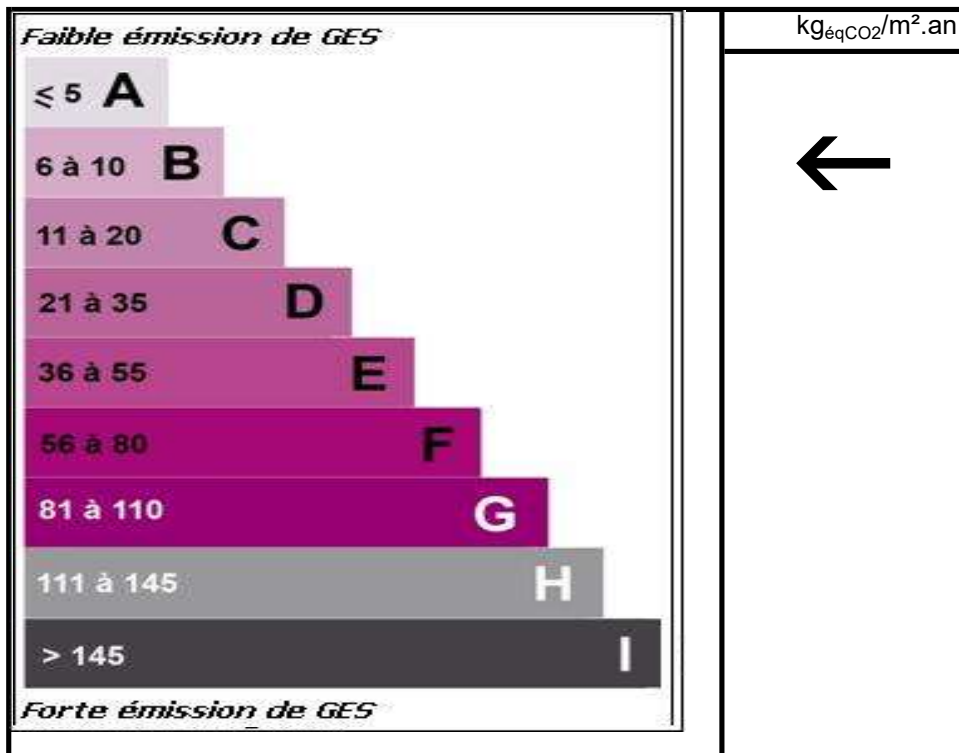


Emission de Gaz à effet de serre (GES)

Energie :

Estimation des émissions :

Gaz et Elec
9,83



SYNTHESE

Bilan des différentes solutions :

1) Solution Chaudière individuelle

Avantages :

- Solution la plus économique à l'investissement.
- Qualité de service sur le chauffage et l'ECS.
- Très bon rendement sur la distribution ECS (perte dans le logement uniquement).

Inconvénients :

- Encombrement de la chaudière dans le logement.
- Encombrement des multiples conduits de fumée 3CE.
- Colonnes montantes gaz avec contraintes de sécurité incendie.
- Bilan environnemental le plus défavorable des solutions.

2) Solution Chauffage collective gaz

Avantages :

- Supprime l'encombrement des chaudières dans les logement (No 1).
- Abonnement gaz collectif inférieur au cumul des 50 abonnements individuels.
- Tarif gaz B2I plus performant que le B0.
- Un seul conduit de fumée en gaine technique coupe feu.

Inconvénients :

- Encombrement des gaines techniques pour la distribution de chauffage et des modules d'appartement.
- Diminution des rendements de distribution malgré l'utilisation de Module d'appartement.
- Bilan environnemental parmi les plus médiocres des solutions.

3) Solution production d'ECS par PAC Air / Eau et chauffage électrique

Avantages :

- Bilan environnemental le plus favorable
- Supprime l'encombrement des chaudières dans les logement (No 1).

Inconvénients :

- Reprend les inconvénients de l'ECS collective en matière de distribution

4) Solution production d'ECS par chaudière gaz à condensation collective et chauffage par radiateur électrique

Avantages :

- Supprime l'encombrement des chaudières dans les logement (No 1)
- Supprime le gaz dans les logements et les contraintes de sécurité incendie
- Abonnement gaz collectif largement inférieur au cumul des 50 abonnements individuels
- Amélioration du bilan environnemental en regard de la solution 2.

Inconvénients :

- reprend les inconvénients de l'ECS collective en matière de distribution

Synthèse sur les simulations à 30 années

La solution No 4 : chauffage électrique et production d'ECS par chaudière gaz collective à condensation est avantageux aussi bien au niveau environnemental que du point de vu financier.

La solution No 3 : chauffage électrique et production d'ECS par PAC Air/Eau collective est la plus avantageuse du poit de vue environnemental. Du fait d'un investissement supérieur, sa rentabiliténe se révèle seulement dans le long terme dans le cas d'une forte hausse du coup des énergies.

Malgrès un investissement initial plus important que la solution 1, celle ci est bien plus rentable sur 30 ans du fait d'un P1+P2+P3 plus favorable.

Les deux dernières solutions sont rentabilisées sur le long terme et présentent des rejets de C02 moins importants que les deux premières solutions.

Conclusion :

En regard de l'étude présentée ici, la solution chauffage électrique et production d'ECS par chaudière gaz collective à condensation ou la solution chauffage électrique et production d'ECS par PAC AIR/EAU sont les plus intéressantes pour le Maître d'Ouvrage.