



www.diagobat.fr

AMÉNAGEMENT DU PARC DES SUBSISTANCE - BÂTIMENT H ENTRÉES D, E

Avenue du Maréchal de Villars
77300 FONTAINEBLEAU

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



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 (Puissance potentielle trop faible par rapport aux besoins)
- 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	788,37 m ²
Surface SHON _{RT}	998,33 m ²
Nb de logements	11 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
- Gestion par thermostat programmable par appartement

2- Modélisation Energétique

Estimation des besoins de Chauffage - Méthode TH-B :	31 547	kWhEP/an
Estimation des besoins d'ECS - Dimensionnement TECSOL :	26 356	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>	
$C = (B)/(Rd*Re*Rg*Rr)$			
Cc S1 =	47 494	kWh gaz	Ce S1 = 42 786 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>	
$C = (B)/(Rd*Re*Rg*Rr)$			
Cc S2 =	45 693	kWh gaz	Ce S2 = 38 595 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>	
$C = (B)/(Rd*Re*Rg*Rr)$			
Cc S3 =	33 208	kWh elec	Ce S3 8 822 kWh elec

Solution 4 : Chaufferie gaz collective + chauffage électrique

Hypothèses sur les rendements :

Chauffage

ECS

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		

Consommation chauffage :

Consommation ECS :

$$C = (B)/(Rd \cdot Re \cdot Rg \cdot Rr)$$

Cc S4 =	26 566	kWh elec	Ce S4	30 876	kWh gaz
----------------	---------------	-----------------	--------------	---------------	----------------

3- Consommations annuelles prévisionnelles calculées (P1)

Solution No		Energie finale (kWh) - Global		
		gaz	Bois	Electricité
1	Chaudière gaz individuelle	90 279	0	0
2	Chaufferie gaz collective	84 289	0	0
3	Pac Air/Eau collective + chauffage électrique	0	0	16 290
4	Chaufferie gaz collective + chauffage électrique	30 876	0	10 297

4- Coûts des énergies

Electricité		<i>Jaune</i>				
Date	01-août-16					
Abonnement (€ HT/an)	1 438,56	PTE HIVER	HPH	HCH	HPE	HCE
Coût (€ HT/kWh)	0,06055	0,09601	0,09601	0,06913	0,05031	0,03476
Répartition		3,52%	20,06%	17,93%	33,36%	25,13%
PS (kVA)	36 kVA					

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

Gaz collectif		<i>Gaz B2I</i>	
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	65 140	16	660	4 071
2 Chaufferie gaz collective	117 897	21	1 000	5 614
3 Pac Air/Eau collective + chauffage électrique	110 121	16	3 000	6 883
4 Chaufferie gaz collective + chauffage électrique	89 586	21	1 000	4 266

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	90,43	kWhep/m2/an	21,16	kgCO2/m2/an
2 Chaufferie gaz collective	84,43	kWhep/m2/an	19,76	kgCO2/m2/an
3 Pac Air/Eau collective + chauffage électrique	42,10	kWhep/m2/an	2,46	kgCO2/m2/an
4 Chaufferie gaz collective + chauffage électrique	57,54	kWhep/m2/an	9,09	kgCO2/m2/an

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

Scénario d'augmentation de l'énergie :

FAIBLE

Solution de référence		1			
		Chaudière gaz individuelle			
		P2+P3	P1 Gaz	Total annuel	Total cumulé
Année	0	<i>Investissement</i> →			65 140,02
Année	1	4 731,25	6 669,20	11 400,45	76 540,47
Année	2	4 849,53	7 002,66	11 852,19	88 392,67
Année	3	4 970,77	7 352,79	12 323,57	100 716,23
Année	4	5 095,04	7 720,43	12 815,47	113 531,71
Année	5	5 222,42	8 106,46	13 328,87	126 860,58
Année	6	5 352,98	8 511,78	13 864,76	140 725,34
Année	7	5 486,80	8 937,37	14 424,17	155 149,50
Année	8	5 623,97	9 384,24	15 008,21	170 157,71
Année	9	5 764,57	9 853,45	15 618,02	185 775,73
Année	10	5 908,68	10 346,12	16 254,81	202 030,54
Année	11	6 056,40	10 863,43	16 919,83	218 950,36
Année	12	6 207,81	11 406,60	17 614,41	236 564,77
Année	13	6 363,01	11 976,93	18 339,93	254 904,71
Année	14	6 522,08	12 575,77	19 097,86	274 002,56
Année	15	6 685,13	13 204,56	19 889,70	293 892,26
Année	16	6 852,26	13 864,79	20 717,05	314 609,32
Année	17	7 023,57	14 558,03	21 581,60	336 190,92
Année	18	7 199,16	15 285,93	22 485,09	358 676,01
Année	19	7 379,14	16 050,23	23 429,37	382 105,37
Année	20	7 563,62	16 852,74	24 416,36	406 521,73
Année	21	7 752,71	17 695,38	25 448,08	431 969,81
Année	22	7 946,52	18 580,15	26 526,67	458 496,48
Année	23	8 145,19	19 509,15	27 654,34	486 150,82
Année	24	8 348,82	20 484,61	28 833,43	514 984,25
Année	25	8 557,54	21 508,84	30 066,38	545 050,63
Année	26	8 771,48	22 584,28	31 355,76	576 406,39
Année	27	8 990,76	23 713,50	32 704,26	609 110,65
Année	28	9 215,53	24 899,17	34 114,70	643 225,35
Année	29	9 445,92	26 144,13	35 590,05	678 815,40
Année	30	9 682,07	27 451,34	37 133,41	715 948,81
Total sur 30 ans		207 715	443 094	650 809	715 949
					634

		2 Chaufferie gaz collective			
		P2+P3	P1 Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> —————>			117 897,01
Année	1	6 614,14	5 972,88	12 587,02	19,72
Année	2	6 779,50	6 271,52	13 051,02	19,72
Année	3	6 948,98	6 585,10	13 534,08	19,72
Année	4	7 122,71	6 914,35	14 037,06	19,72
Année	5	7 300,78	7 260,07	14 560,85	19,72
Année	6	7 483,30	7 623,08	15 106,37	19,72
Année	7	7 670,38	8 004,23	15 674,61	19,72
Année	8	7 862,14	8 404,44	16 266,58	19,72
Année	9	8 058,69	8 824,66	16 883,35	19,72
Année	10	8 260,16	9 265,90	17 526,06	19,72
Année	11	8 466,66	9 729,19	18 195,85	19,72
Année	12	8 678,33	10 215,65	18 893,98	19,72
Année	13	8 895,29	10 726,43	19 621,72	19,72
Année	14	9 117,67	11 262,76	20 380,42	19,72
Année	15	9 345,61	11 825,89	21 171,50	19,72
Année	16	9 579,25	12 417,19	21 996,44	19,72
Année	17	9 818,73	13 038,05	22 856,78	19,72
Année	18	10 064,20	13 689,95	23 754,15	19,72
Année	19	10 315,81	14 374,45	24 690,25	19,72
Année	20	10 573,70	15 093,17	25 666,87	19,72
Année	21	10 838,04	15 847,83	26 685,87	19,72
Année	22	11 109,00	16 640,22	27 749,21	19,72
Année	23	11 386,72	17 472,23	28 858,95	19,72
Année	24	11 671,39	18 345,84	30 017,23	19,72
Année	25	11 963,17	19 263,13	31 226,31	19,72
Année	26	12 262,25	20 226,29	32 488,54	19,72
Année	27	12 568,81	21 237,60	33 806,41	19,72
Année	28	12 883,03	22 299,48	35 182,51	19,72
Année	29	13 205,10	23 414,46	36 619,56	19,72
Année	30	13 535,23	24 585,18	38 120,41	19,72
Total sur 30 ans		290 379	396 831	687 210	592

		3				
		Pac Air/Eau collective + chauffage électrique				
		P2+P3	P1Elec	P1Gaz	Total annuel	Total cumulé
		t CO2/an				
Année	0	<i>Investissement</i> → 110 120,70				
Année	1	9 882,54	2 424,99	-	12 307,54	122 428,24
Année	2	10 129,61	2 521,99	-	12 651,60	135 079,84
Année	3	10 382,85	2 622,87	-	13 005,72	148 085,55
Année	4	10 642,42	2 727,79	-	13 370,21	161 455,76
Année	5	10 908,48	2 836,90	-	13 745,38	175 201,14
Année	6	11 181,19	2 950,37	-	14 131,57	189 332,70
Année	7	11 460,72	3 068,39	-	14 529,11	203 861,81
Année	8	11 747,24	3 191,12	-	14 938,36	218 800,17
Année	9	12 040,92	3 318,77	-	15 359,69	234 159,86
Année	10	12 341,94	3 451,52	-	15 793,46	249 953,33
Année	11	12 650,49	3 589,58	-	16 240,07	266 193,40
Année	12	12 966,75	3 733,16	-	16 699,92	282 893,32
Année	13	13 290,92	3 882,49	-	17 173,41	300 066,73
Année	14	13 623,20	4 037,79	-	17 660,99	317 727,72
Année	15	13 963,78	4 199,30	-	18 163,08	335 890,79
Année	16	14 312,87	4 367,27	-	18 680,14	354 570,94
Année	17	14 670,69	4 541,96	-	19 212,66	373 783,59
Année	18	15 037,46	4 723,64	-	19 761,10	393 544,70
Année	19	15 413,40	4 912,59	-	20 325,98	413 870,68
Année	20	15 798,73	5 109,09	-	20 907,82	434 778,51
Année	21	16 193,70	5 313,46	-	21 507,16	456 285,66
Année	22	16 598,54	5 525,99	-	22 124,54	478 410,20
Année	23	17 013,50	5 747,03	-	22 760,54	501 170,74
Année	24	17 438,84	5 976,92	-	23 415,76	524 586,49
Année	25	17 874,81	6 215,99	-	24 090,81	548 677,30
Année	26	18 321,68	6 464,63	-	24 786,32	573 463,62
Année	27	18 779,73	6 723,22	-	25 502,94	598 966,56
Année	28	19 249,22	6 992,15	-	26 241,37	625 207,93
Année	29	19 730,45	7 271,83	-	27 002,28	652 210,21
Année	30	20 223,71	7 562,71	-	27 786,42	679 996,62
Total sur 30 ans		433 870	136 006	-	569 876	679 997
						74

		4				
		Chaufferie gaz collective + chauffage électrique				
		P2+P3	P1 elec	P1Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →				89 585,91
Année	1	5 266,00	2 062,07	3 475,85	10 803,92	9,08
Année	2	5 397,65	2 144,55	3 649,64	11 191,84	9,08
Année	3	5 532,59	2 230,33	3 832,13	11 595,05	9,08
Année	4	5 670,90	2 319,55	4 023,73	12 014,18	9,08
Année	5	5 812,67	2 412,33	4 224,92	12 449,92	9,08
Année	6	5 957,99	2 508,82	4 436,17	12 902,98	9,08
Année	7	6 106,94	2 609,17	4 657,97	13 374,09	9,08
Année	8	6 259,61	2 713,54	4 890,87	13 864,03	9,08
Année	9	6 416,10	2 822,08	5 135,42	14 373,60	9,08
Année	10	6 576,51	2 934,97	5 392,19	14 903,66	9,08
Année	11	6 740,92	3 052,36	5 661,80	15 455,08	9,08
Année	12	6 909,44	3 174,46	5 944,89	16 028,79	9,08
Année	13	7 082,18	3 301,44	6 242,13	16 625,75	9,08
Année	14	7 259,23	3 433,49	6 554,24	17 246,97	9,08
Année	15	7 440,71	3 570,83	6 881,95	17 893,50	9,08
Année	16	7 626,73	3 713,67	7 226,05	18 566,45	9,08
Année	17	7 817,40	3 862,21	7 587,35	19 266,96	9,08
Année	18	8 012,84	4 016,70	7 966,72	19 996,25	9,08
Année	19	8 213,16	4 177,37	8 365,05	20 755,58	9,08
Année	20	8 418,49	4 344,47	8 783,31	21 546,26	9,08
Année	21	8 628,95	4 518,24	9 222,47	22 369,66	9,08
Année	22	8 844,67	4 698,97	9 683,59	23 227,24	9,08
Année	23	9 065,79	4 886,93	10 167,77	24 120,49	9,08
Année	24	9 292,43	5 082,41	10 676,16	25 051,01	9,08
Année	25	9 524,74	5 285,71	11 209,97	26 020,42	9,08
Année	26	9 762,86	5 497,14	11 770,47	27 030,47	9,08
Année	27	10 006,93	5 717,02	12 358,99	28 082,95	9,08
Année	28	10 257,11	5 945,70	12 976,94	29 179,75	9,08
Année	29	10 513,53	6 183,53	13 625,79	30 322,85	9,08
Année	30	10 776,37	6 430,87	14 307,08	31 514,32	9,08
Total sur 30 ans		231 191	115 651	230 932	577 774	272

10- Simulation en coût global actualisé 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> →			65 140,02
Année	1	4 731,25	6 669,20	11 400,45	76 540,47
Année	2	4 849,53	7 336,12	12 185,65	88 726,13
Année	3	4 970,77	8 069,73	13 040,50	101 766,63
Année	4	5 095,04	8 876,71	13 971,75	115 738,38
Année	5	5 222,42	9 764,38	14 986,79	130 725,17
Année	6	5 352,98	10 740,82	16 093,79	146 818,97
Année	7	5 486,80	11 814,90	17 301,70	164 120,66
Année	8	5 623,97	12 996,39	18 620,36	182 741,02
Année	9	5 764,57	14 296,03	20 060,60	202 801,62
Année	10	5 908,68	15 725,63	21 634,31	224 435,93
Année	11	6 056,40	17 298,19	23 354,59	247 790,52
Année	12	6 207,81	19 028,01	25 235,82	273 026,35
Année	13	6 363,01	20 930,81	27 293,82	300 320,17
Année	14	6 522,08	23 023,89	29 545,97	329 866,14
Année	15	6 685,13	25 326,28	32 011,42	361 877,56
Année	16	6 852,26	27 858,91	34 711,17	396 588,73
Année	17	7 023,57	30 644,80	37 668,37	434 257,10
Année	18	7 199,16	33 709,28	40 908,44	475 165,54
Année	19	7 379,14	37 080,21	44 459,35	519 624,89
Année	20	7 563,62	40 788,23	48 351,85	567 976,73
Année	21	7 752,71	44 867,05	52 619,76	620 596,49
Année	22	7 946,52	49 353,76	57 300,28	677 896,77
Année	23	8 145,19	54 289,13	62 434,32	740 331,10
Année	24	8 348,82	59 718,05	68 066,86	808 397,96
Année	25	8 557,54	65 689,85	74 247,39	882 645,35
Année	26	8 771,48	72 258,84	81 030,31	963 675,66
Année	27	8 990,76	79 484,72	88 475,48	1 052 151,15
Année	28	9 215,53	87 433,19	96 648,73	1 148 799,88
Année	29	9 445,92	96 176,51	105 622,43	1 254 422,31
Année	30	9 682,07	105 794,17	115 476,23	1 369 898,54
Total sur 30 ans		207 715	1 097 044	1 304 759	1 369 899
					634

		2			
		Chaufferie gaz collective			
		P2+P3	P1 Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →			117 897,01
Année	1	6 614,14	5 972,88	12 587,02	19,72
Année	2	6 779,50	6 570,17	13 349,66	19,72
Année	3	6 948,98	7 227,18	14 176,17	19,72
Année	4	7 122,71	7 949,90	15 072,61	19,72
Année	5	7 300,78	8 744,89	16 045,67	19,72
Année	6	7 483,30	9 619,38	17 102,68	19,72
Année	7	7 670,38	10 581,32	18 251,70	19,72
Année	8	7 862,14	11 639,45	19 501,59	19,72
Année	9	8 058,69	12 803,40	20 862,09	19,72
Année	10	8 260,16	14 083,74	22 343,90	19,72
Année	11	8 466,66	15 492,11	23 958,77	19,72
Année	12	8 678,33	17 041,32	25 719,65	19,72
Année	13	8 895,29	18 745,45	27 640,74	19,72
Année	14	9 117,67	20 620,00	29 737,67	19,72
Année	15	9 345,61	22 682,00	32 027,61	19,72
Année	16	9 579,25	24 950,20	34 529,45	19,72
Année	17	9 818,73	27 445,22	37 263,95	19,72
Année	18	10 064,20	30 189,74	40 253,94	19,72
Année	19	10 315,81	33 208,72	43 524,52	19,72
Année	20	10 573,70	36 529,59	47 103,29	19,72
Année	21	10 838,04	40 182,55	51 020,59	19,72
Année	22	11 109,00	44 200,80	55 309,80	19,72
Année	23	11 386,72	48 620,88	60 007,60	19,72
Année	24	11 671,39	53 482,97	65 154,36	19,72
Année	25	11 963,17	58 831,27	70 794,44	19,72
Année	26	12 262,25	64 714,39	76 976,65	19,72
Année	27	12 568,81	71 185,83	83 754,64	19,72
Année	28	12 883,03	78 304,42	91 187,44	19,72
Année	29	13 205,10	86 134,86	99 339,96	19,72
Année	30	13 535,23	94 748,34	108 283,57	19,72
Total sur 30 ans		290 379	982 503	1 272 882	592

		3 Pac Air/Eau collective + chauffage électrique					t CO2/an
		P2+P3	P1Elec	P1Gaz	Total annuel	Total cumulé	
Année	0	<i>Investissement</i> →				110 120,70	
Année	1	9 882,54	2 424,99	2 032,39	14 339,93	124 460,63	2,45
Année	2	10 129,61	2 594,74	2 235,63	14 959,98	139 420,61	2,45
Année	3	10 382,85	2 776,37	2 459,19	15 618,41	155 039,02	2,45
Année	4	10 642,42	2 970,72	2 705,11	16 318,25	171 357,27	2,45
Année	5	10 908,48	3 178,67	2 975,62	17 062,77	188 420,04	2,45
Année	6	11 181,19	3 401,18	3 273,19	17 855,55	206 275,59	2,45
Année	7	11 460,72	3 639,26	3 600,50	18 700,48	224 976,08	2,45
Année	8	11 747,24	3 894,01	3 960,55	19 601,80	244 577,88	2,45
Année	9	12 040,92	4 166,59	4 356,61	20 564,12	265 142,00	2,45
Année	10	12 341,94	4 458,25	4 792,27	21 592,46	286 734,46	2,45
Année	11	12 650,49	4 770,33	5 271,50	22 692,32	309 426,78	2,45
Année	12	12 966,75	5 104,25	5 798,65	23 869,65	333 296,43	2,45
Année	13	13 290,92	5 461,55	6 378,51	25 130,98	358 427,41	2,45
Année	14	13 623,20	5 843,86	7 016,36	26 483,41	384 910,82	2,45
Année	15	13 963,78	6 252,93	7 718,00	27 934,70	412 845,52	2,45
Année	16	14 312,87	6 690,63	8 489,80	29 493,30	442 338,82	2,45
Année	17	14 670,69	7 158,97	9 338,78	31 168,45	473 507,27	2,45
Année	18	15 037,46	7 660,10	10 272,66	32 970,22	506 477,49	2,45
Année	19	15 413,40	8 196,31	11 299,92	34 909,63	541 387,11	2,45
Année	20	15 798,73	8 770,05	12 429,92	36 998,70	578 385,81	2,45
Année	21	16 193,70	9 383,95	13 672,91	39 250,56	617 636,37	2,45
Année	22	16 598,54	10 040,83	15 040,20	41 679,57	659 315,94	2,45
Année	23	17 013,50	10 743,69	16 544,22	44 301,41	703 617,35	2,45
Année	24	17 438,84	11 495,75	18 198,64	47 133,23	750 750,58	2,45
Année	25	17 874,81	12 300,45	20 018,50	50 193,77	800 944,35	2,45
Année	26	18 321,68	13 161,48	22 020,35	53 503,52	854 447,87	2,45
Année	27	18 779,73	14 082,79	24 222,39	57 084,90	911 532,77	2,45
Année	28	19 249,22	15 068,58	26 644,63	60 962,43	972 495,19	2,45
Année	29	19 730,45	16 123,38	29 309,09	65 162,92	1 037 658,12	2,45
Année	30	20 223,71	17 252,02	32 240,00	69 715,73	1 107 373,84	2,45
Total sur 30 ans		433 870	229 067	334 316	1 331 569	1 107 374	74

		4 Chaudière gaz collective + chauffage électrique					t CO2/an
		P2+P3	P1Elec	P1Gaz	Total annuel	Total cumulé	
Année	0	<i>Investissement</i> →				89 585,91	
Année	1	5 266,00	2 062,07	3 475,85	10 803,92	100 389,83	9,08
Année	2	5 397,65	2 206,41	3 823,44	11 427,50	111 817,32	9,08
Année	3	5 532,59	2 360,86	4 205,78	12 099,23	123 916,55	9,08
Année	4	5 670,90	2 526,12	4 626,36	12 823,38	136 739,93	9,08
Année	5	5 812,67	2 702,95	5 089,00	13 604,62	150 344,55	9,08
Année	6	5 957,99	2 892,16	5 597,89	14 448,04	164 792,59	9,08
Année	7	6 106,94	3 094,61	6 157,68	15 359,23	180 151,83	9,08
Année	8	6 259,61	3 311,23	6 773,45	16 344,30	196 496,12	9,08
Année	9	6 416,10	3 543,02	7 450,80	17 409,92	213 906,04	9,08
Année	10	6 576,51	3 791,03	8 195,88	18 563,41	232 469,45	9,08
Année	11	6 740,92	4 056,40	9 015,47	19 812,78	252 282,24	9,08
Année	12	6 909,44	4 340,35	9 917,01	21 166,80	273 449,04	9,08
Année	13	7 082,18	4 644,17	10 908,71	22 635,06	296 084,10	9,08
Année	14	7 259,23	4 969,26	11 999,58	24 228,08	320 312,19	9,08
Année	15	7 440,71	5 317,11	13 199,54	25 957,37	346 269,56	9,08
Année	16	7 626,73	5 689,31	14 519,50	27 835,54	374 105,09	9,08
Année	17	7 817,40	6 087,56	15 971,45	29 876,41	403 981,50	9,08
Année	18	8 012,84	6 513,69	17 568,59	32 095,12	436 076,62	9,08
Année	19	8 213,16	6 969,65	19 325,45	34 508,26	470 584,88	9,08
Année	20	8 418,49	7 457,53	21 258,00	37 134,01	507 718,88	9,08
Année	21	8 628,95	7 979,55	23 383,80	39 992,29	547 711,18	9,08
Année	22	8 844,67	8 538,12	25 722,17	43 104,97	590 816,14	9,08
Année	23	9 065,79	9 135,79	28 294,39	46 495,97	637 312,11	9,08
Année	24	9 292,43	9 775,29	31 123,83	50 191,56	687 503,67	9,08
Année	25	9 524,74	10 459,56	34 236,21	54 220,52	741 724,19	9,08
Année	26	9 762,86	11 191,73	37 659,84	58 614,43	800 338,62	9,08
Année	27	10 006,93	11 975,16	41 425,82	63 407,91	863 746,53	9,08
Année	28	10 257,11	12 813,42	45 568,40	68 638,92	932 385,46	9,08
Année	29	10 513,53	13 710,36	50 125,24	74 349,13	1 006 734,59	9,08
Année	30	10 776,37	14 670,08	55 137,77	80 584,22	1 087 318,81	9,08
Total sur 30 ans		231 191	194 785	571 757	997 733	1 087 319	272

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

Scénario d'augmentation de l'énergie :

FORT

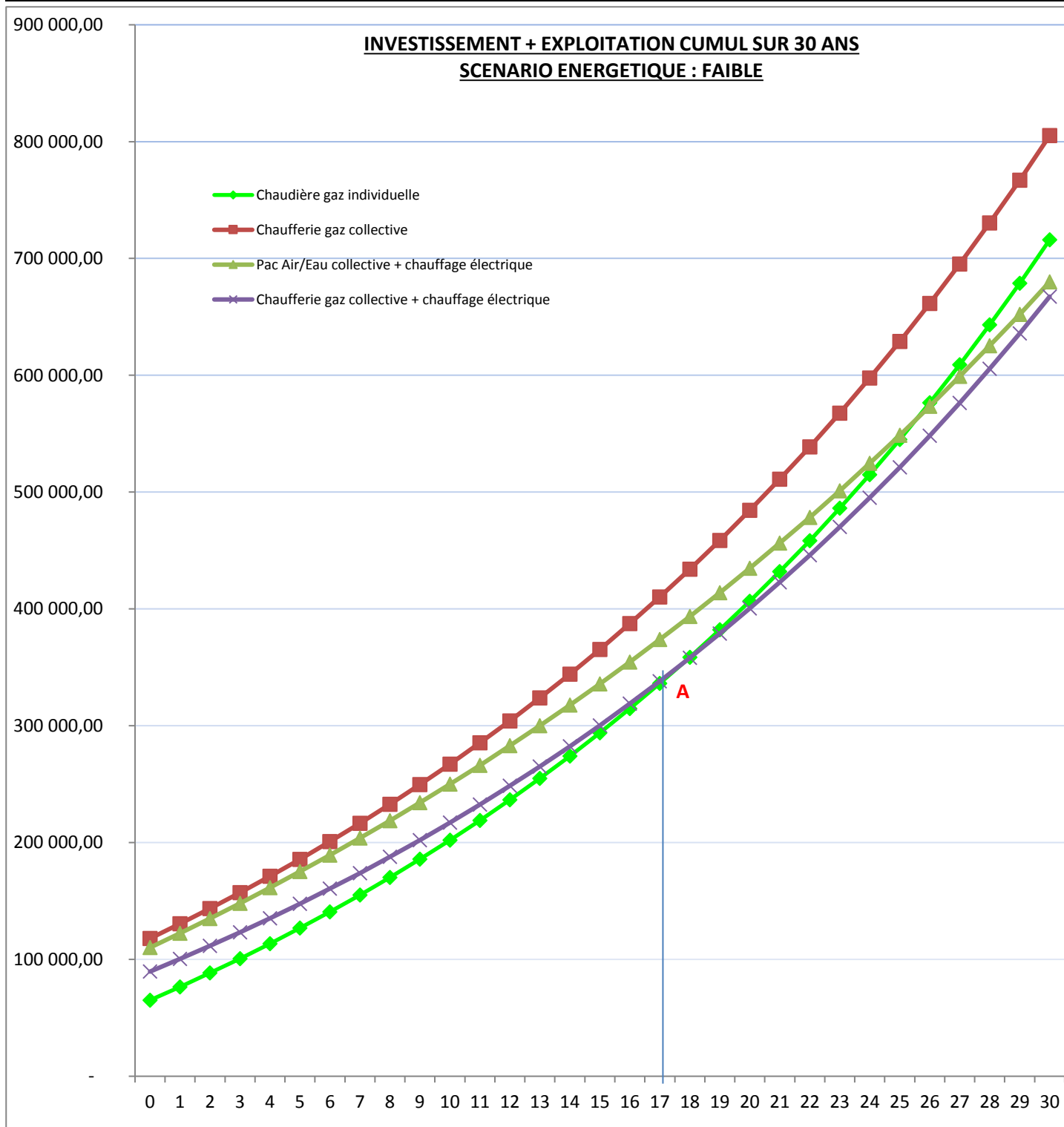
Solution de référence		1			
		P2+P3	P1 Gaz	Total annuel	Total cumulé
		Chaudière gaz individuelle			t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →			65 140,02
Année	1	4 731,25	6 669,20	11 400,45	76 540,47
Année	2	4 849,53	7 669,58	12 519,11	89 059,59
Année	3	4 970,77	8 820,02	13 790,79	102 850,38
Année	4	5 095,04	10 143,02	15 238,06	118 088,44
Année	5	5 222,42	11 664,48	16 886,89	134 975,33
Année	6	5 352,98	13 414,15	18 767,12	153 742,45
Année	7	5 486,80	15 426,27	20 913,07	174 655,52
Année	8	5 623,97	17 740,21	23 364,18	198 019,70
Année	9	5 764,57	20 401,24	26 165,81	224 185,51
Année	10	5 908,68	23 461,43	29 370,11	253 555,62
Année	11	6 056,40	26 980,64	33 037,04	286 592,67
Année	12	6 207,81	31 027,74	37 235,55	323 828,21
Année	13	6 363,01	35 681,90	42 044,90	365 873,12
Année	14	6 522,08	41 034,18	47 556,26	413 429,38
Année	15	6 685,13	47 189,31	53 874,44	467 303,82
Année	16	6 852,26	54 267,70	61 119,97	528 423,79
Année	17	7 023,57	62 407,86	69 431,43	597 855,22
Année	18	7 199,16	71 769,04	78 968,20	676 823,42
Année	19	7 379,14	82 534,40	89 913,53	766 736,95
Année	20	7 563,62	94 914,55	102 478,17	869 215,12
Année	21	7 752,71	109 151,74	116 904,44	986 119,56
Année	22	7 946,52	125 524,50	133 471,02	1 119 590,59
Année	23	8 145,19	144 353,17	152 498,36	1 272 088,95
Année	24	8 348,82	166 006,15	174 354,97	1 446 443,91
Année	25	8 557,54	190 907,07	199 464,61	1 645 908,52
Année	26	8 771,48	219 543,13	228 314,61	1 874 223,13
Année	27	8 990,76	252 474,60	261 465,36	2 135 688,49
Année	28	9 215,53	290 345,79	299 561,32	2 435 249,81
Année	29	9 445,92	333 897,66	343 343,58	2 778 593,40
Année	30	9 682,07	383 982,31	393 664,38	3 172 257,77
Total sur 30 ans		207 715	2 899 403	3 107 118	3 172 258
					634

		2			
		Chaufferie gaz collective			
		P2+P3	P1 Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> —————>			117 897,01
Année	1	6 614,14	5 972,88	12 587,02	19,72
Année	2	6 779,50	6 868,81	13 648,31	19,72
Année	3	6 948,98	7 899,13	14 848,12	19,72
Année	4	7 122,71	9 084,00	16 206,71	19,72
Année	5	7 300,78	10 446,60	17 747,38	19,72
Année	6	7 483,30	12 013,59	19 496,89	19,72
Année	7	7 670,38	13 815,63	21 486,01	19,72
Année	8	7 862,14	15 887,98	23 750,12	19,72
Année	9	8 058,69	18 271,17	26 329,87	19,72
Année	10	8 260,16	21 011,85	29 272,01	19,72
Année	11	8 466,66	24 163,63	32 630,29	19,72
Année	12	8 678,33	27 788,17	36 466,50	19,72
Année	13	8 895,29	31 956,40	40 851,69	19,72
Année	14	9 117,67	36 749,86	45 867,53	19,72
Année	15	9 345,61	42 262,34	51 607,95	19,72
Année	16	9 579,25	48 601,69	58 180,94	19,72
Année	17	9 818,73	55 891,94	65 710,67	19,72
Année	18	10 064,20	64 275,73	74 339,93	19,72
Année	19	10 315,81	73 917,09	84 232,90	19,72
Année	20	10 573,70	85 004,66	95 578,36	19,72
Année	21	10 838,04	97 755,36	108 593,40	19,72
Année	22	11 109,00	112 418,66	123 527,65	19,72
Année	23	11 386,72	129 281,46	140 668,18	19,72
Année	24	11 671,39	148 673,68	160 345,06	19,72
Année	25	11 963,17	170 974,73	182 937,90	19,72
Année	26	12 262,25	196 620,94	208 883,19	19,72
Année	27	12 568,81	226 114,08	238 682,89	19,72
Année	28	12 883,03	260 031,19	272 914,22	19,72
Année	29	13 205,10	299 035,87	312 240,97	19,72
Année	30	13 535,23	343 891,25	357 426,48	19,72
Total sur 30 ans		290 379	2 596 680	2 887 059	592

		3				
		Pac Air/Eau collective + chauffage électrique				
		P2+P3	P1Elec	P1Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →				110 120,70
Année	1	9 882,54	2 424,99	2 032,39	14 339,93	2,45
Année	2	10 129,61	2 667,49	2 337,25	15 134,35	2,45
Année	3	10 382,85	2 934,24	2 687,84	16 004,92	2,45
Année	4	10 642,42	3 227,66	3 091,01	16 961,10	2,45
Année	5	10 908,48	3 550,43	3 554,66	18 013,57	2,45
Année	6	11 181,19	3 905,47	4 087,86	19 174,53	2,45
Année	7	11 460,72	4 296,02	4 701,04	20 457,79	2,45
Année	8	11 747,24	4 725,62	5 406,20	21 879,06	2,45
Année	9	12 040,92	5 198,19	6 217,13	23 456,24	2,45
Année	10	12 341,94	5 718,00	7 149,70	25 209,65	2,45
Année	11	12 650,49	6 289,81	8 222,15	27 162,45	2,45
Année	12	12 966,75	6 918,79	9 455,48	29 341,02	2,45
Année	13	13 290,92	7 610,66	10 873,80	31 775,38	2,45
Année	14	13 623,20	8 371,73	12 504,87	34 499,79	2,45
Année	15	13 963,78	9 208,90	14 380,60	37 553,28	2,45
Année	16	14 312,87	10 129,79	16 537,69	40 980,35	2,45
Année	17	14 670,69	11 142,77	19 018,34	44 831,81	2,45
Année	18	15 037,46	12 257,05	21 871,09	49 165,60	2,45
Année	19	15 413,40	13 482,76	25 151,75	54 047,91	2,45
Année	20	15 798,73	14 831,03	28 924,52	59 554,28	2,45
Année	21	16 193,70	16 314,14	33 263,19	65 771,03	2,45
Année	22	16 598,54	17 945,55	38 252,67	72 796,76	2,45
Année	23	17 013,50	19 740,10	43 990,58	80 744,18	2,45
Année	24	17 438,84	21 714,11	50 589,16	89 742,12	2,45
Année	25	17 874,81	23 885,53	58 177,54	99 937,87	2,45
Année	26	18 321,68	26 274,08	66 904,17	111 499,93	2,45
Année	27	18 779,73	28 901,49	76 939,79	124 621,00	2,45
Année	28	19 249,22	31 791,63	88 480,76	139 521,61	2,45
Année	29	19 730,45	34 970,80	101 752,87	156 454,12	2,45
Année	30	20 223,71	38 467,88	117 015,80	175 707,39	2,45
Total sur 30 ans		433 870	398 897	883 572	1 716 339	74

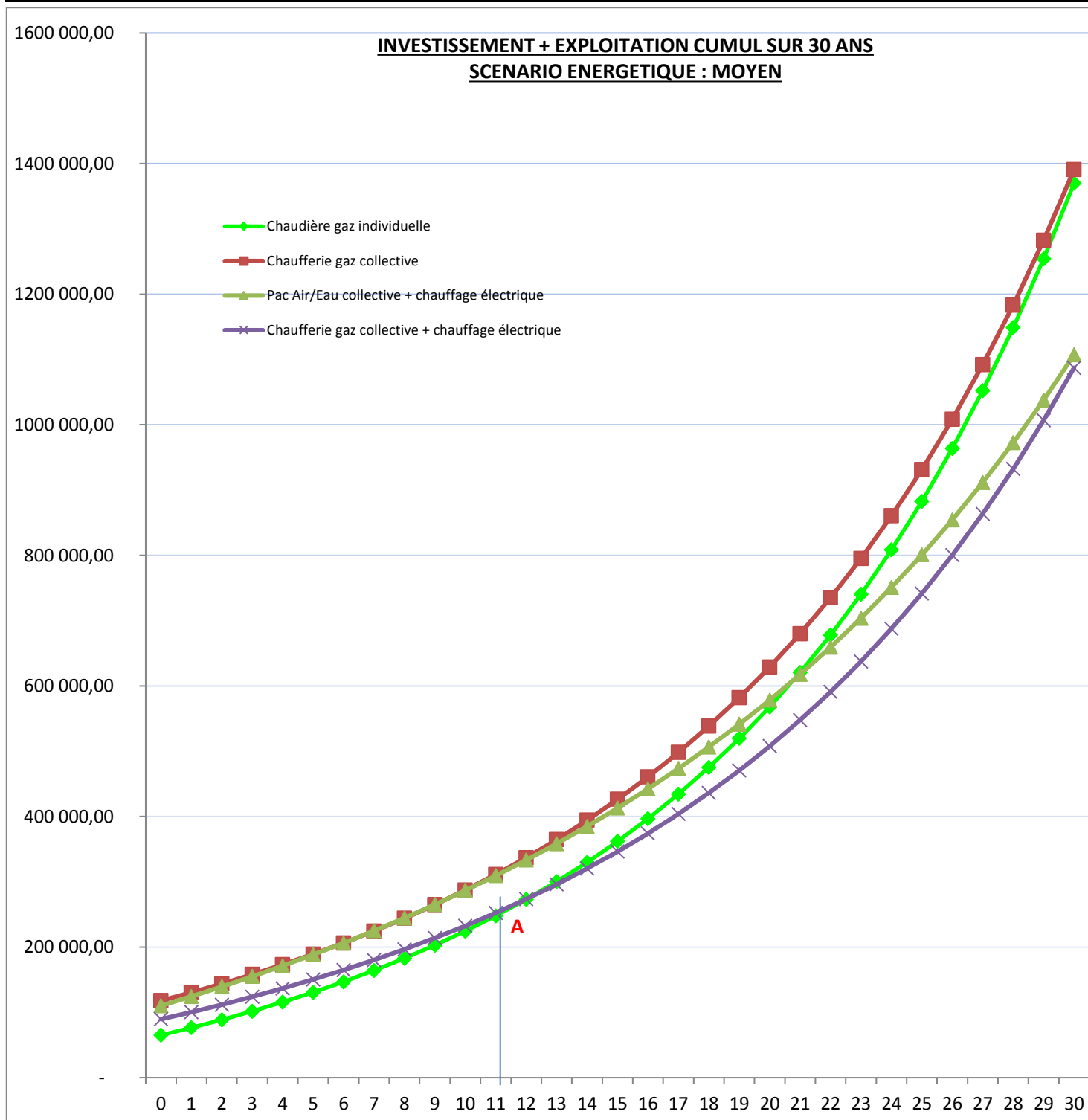
		4 Chaufferie gaz collective + chauffage électrique				t CO2/an
		P2+P3	P1 Elec	P1Gaz	Total annuel	
Année	0	<i>Investissement</i> →				89 585,91
Année	1	5 266,00	2 062,07	3 475,85	10 803,92	9,08
Année	2	5 397,65	2 268,27	3 997,23	11 663,15	9,08
Année	3	5 532,59	2 495,10	4 596,81	12 624,50	9,08
Année	4	5 670,90	2 744,61	5 286,34	13 701,85	9,08
Année	5	5 812,67	3 019,07	6 079,29	14 911,03	9,08
Année	6	5 957,99	3 320,98	6 991,18	16 270,15	9,08
Année	7	6 106,94	3 653,08	8 039,86	17 799,88	9,08
Année	8	6 259,61	4 018,39	9 245,84	19 523,84	9,08
Année	9	6 416,10	4 420,23	10 632,71	21 469,04	9,08
Année	10	6 576,51	4 862,25	12 227,62	23 666,37	9,08
Année	11	6 740,92	5 348,47	14 061,76	26 151,15	9,08
Année	12	6 909,44	5 883,32	16 171,02	28 963,79	9,08
Année	13	7 082,18	6 471,65	18 596,68	32 150,51	9,08
Année	14	7 259,23	7 118,82	21 386,18	35 764,23	9,08
Année	15	7 440,71	7 830,70	24 594,11	39 865,52	9,08
Année	16	7 626,73	8 613,77	28 283,22	44 523,72	9,08
Année	17	7 817,40	9 475,15	32 525,71	49 818,25	9,08
Année	18	8 012,84	10 422,66	37 404,56	55 840,06	9,08
Année	19	8 213,16	11 464,93	43 015,25	62 693,33	9,08
Année	20	8 418,49	12 611,42	49 467,53	70 497,44	9,08
Année	21	8 628,95	13 872,56	56 887,66	79 389,17	9,08
Année	22	8 844,67	15 259,82	65 420,81	89 525,30	9,08
Année	23	9 065,79	16 785,80	75 233,94	101 085,52	9,08
Année	24	9 292,43	18 464,38	86 519,03	114 275,84	9,08
Année	25	9 524,74	20 310,82	99 496,88	129 332,44	9,08
Année	26	9 762,86	22 341,90	114 421,41	146 526,17	9,08
Année	27	10 006,93	24 576,09	131 584,62	166 167,65	9,08
Année	28	10 257,11	27 033,70	151 322,32	188 613,12	9,08
Année	29	10 513,53	29 737,07	174 020,67	214 271,27	9,08
Année	30	10 776,37	32 710,77	200 123,77	243 610,91	9,08
Total sur 30 ans		231 191	339 198	1 511 110	2 081 499	272

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



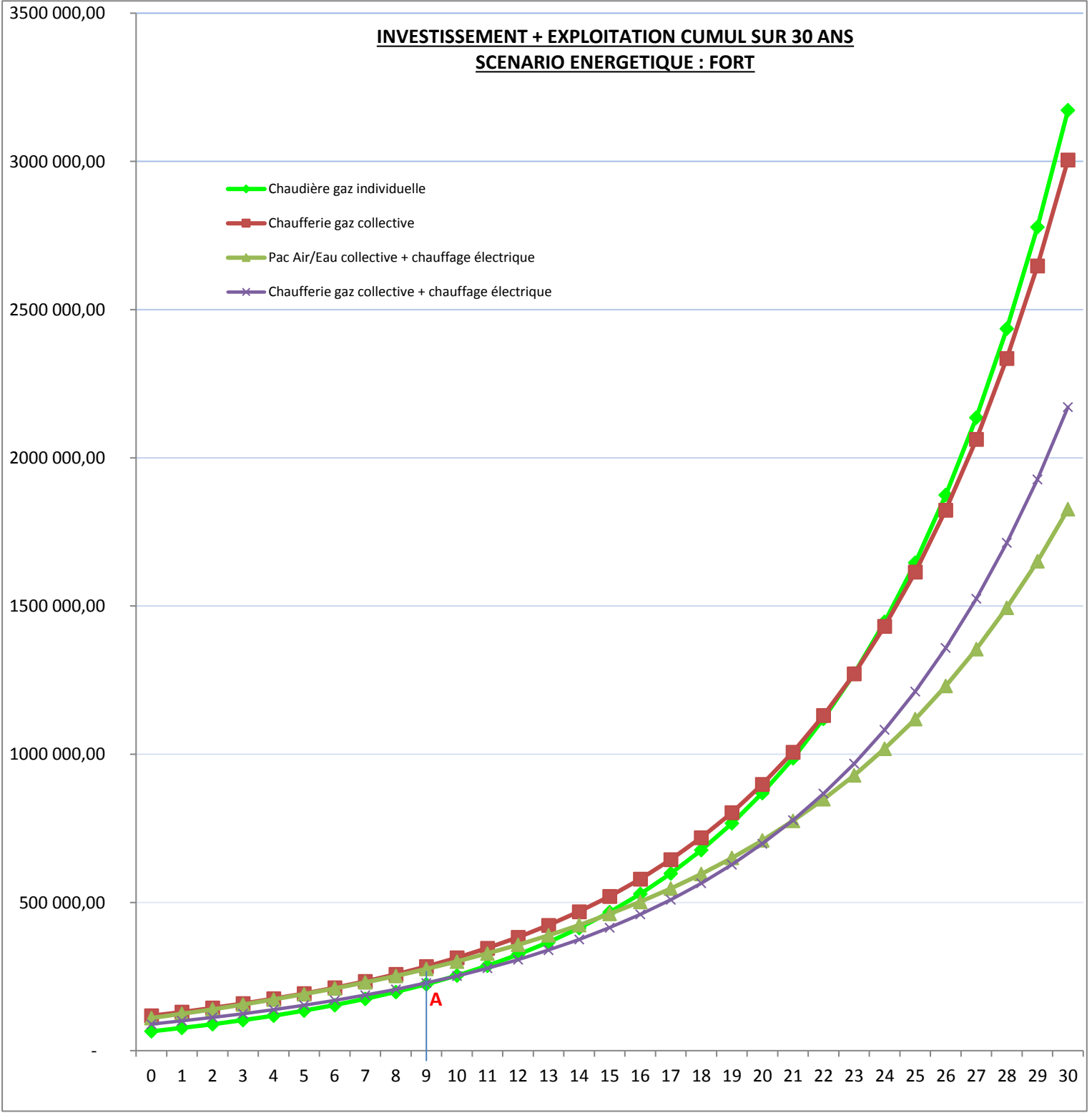
A : La solution ECS chaudière gaz collective avec chauffage électrique est rentabilisée par rapport à la solution chaudière individuelle par un P1+P2+P3 plus performant sur 17 ans environ.

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 11 ans environ.

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

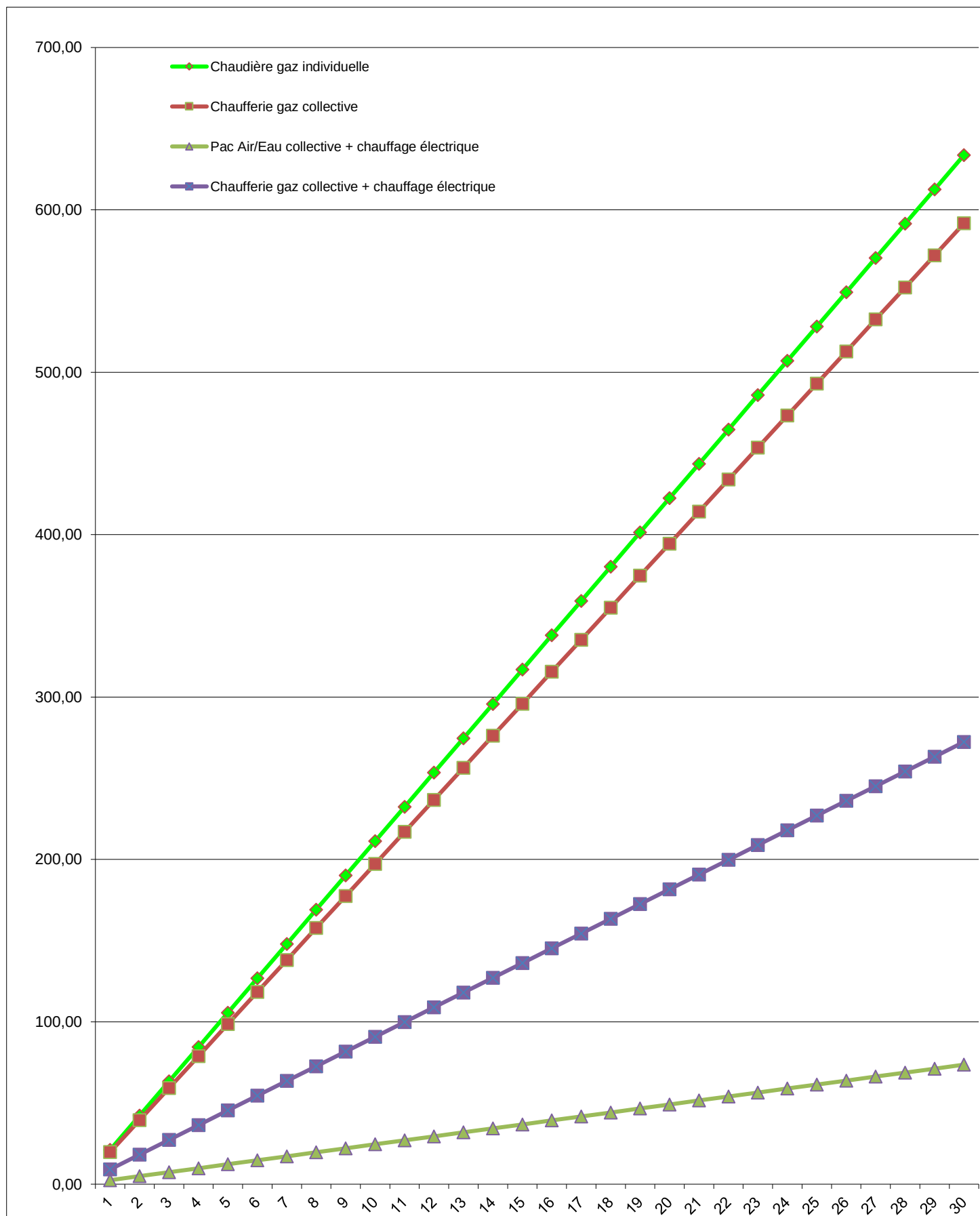


A : La solution ECS chaudière gaz collective avec chauffage électrique est rentabilisée par rapport à la solution chaudière individuelle par un P1+P2+P3 plus performant sur 9 ans environ.

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	21,13	19,72	2,45	9,08
Année 2	42,25	39,45	4,91	18,16
Année 3	63,38	59,17	7,36	27,24
Année 4	84,50	78,89	9,81	36,31
Année 5	105,63	98,62	12,27	45,39
Année 6	126,75	118,34	14,72	54,47
Année 7	147,88	138,06	17,18	63,55
Année 8	169,00	157,79	19,63	72,63
Année 9	190,13	177,51	22,08	81,71
Année 10	211,25	197,24	24,54	90,78
Année 11	232,38	216,96	26,99	99,86
Année 12	253,50	236,68	29,44	108,94
Année 13	274,63	256,41	31,90	118,02
Année 14	295,75	276,13	34,35	127,10
Année 15	316,88	295,85	36,80	136,18
Année 16	338,01	315,58	39,26	145,26
Année 17	359,13	335,30	41,71	154,33
Année 18	380,26	355,02	44,16	163,41
Année 19	401,38	374,75	46,62	172,49
Année 20	422,51	394,47	49,07	181,57
Année 21	443,63	414,19	51,53	190,65
Année 22	464,76	433,92	53,98	199,73
Année 23	485,88	453,64	56,43	208,80
Année 24	507,01	473,36	58,89	217,88
Année 25	528,13	493,09	61,34	226,96
Année 26	549,26	512,81	63,79	236,04
Année 27	570,38	532,53	66,25	245,12
Année 28	591,51	552,26	68,70	254,20
Année 29	612,64	571,98	71,15	263,28
Année 30	634	592	74	272

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)

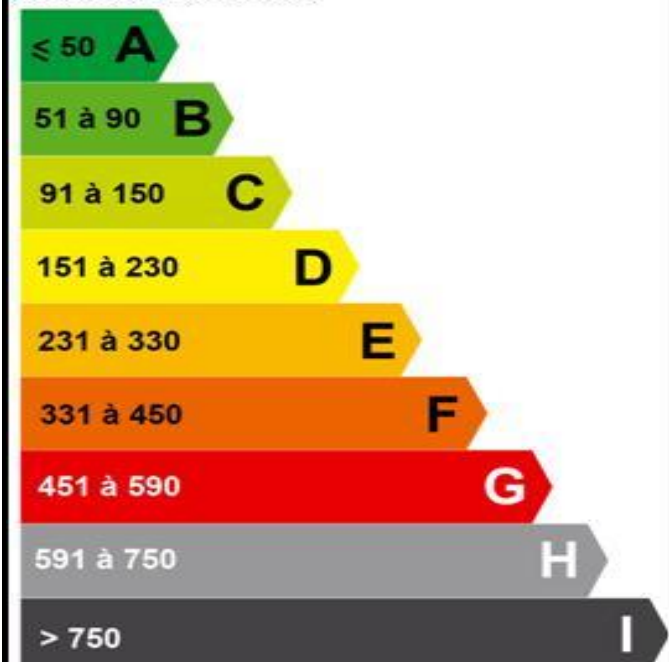
Energie :

Consommation réelle :

Chaudière gaz individuelle

Gaz
90,43

Bâtiment économe



kWh_{EP}/m².an



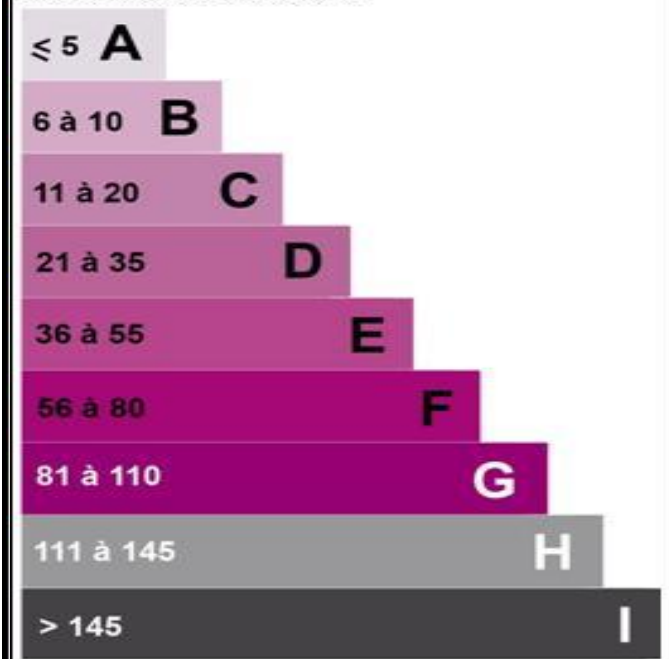
Emission de Gaz à effet de serre (GES)

Energie :

Estimation des émissions :

Gaz
21,16

Faible émission de GES



kg_{eqCO2}/m².an



INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRODUCTION ENERGETIQUE

Solution No 2

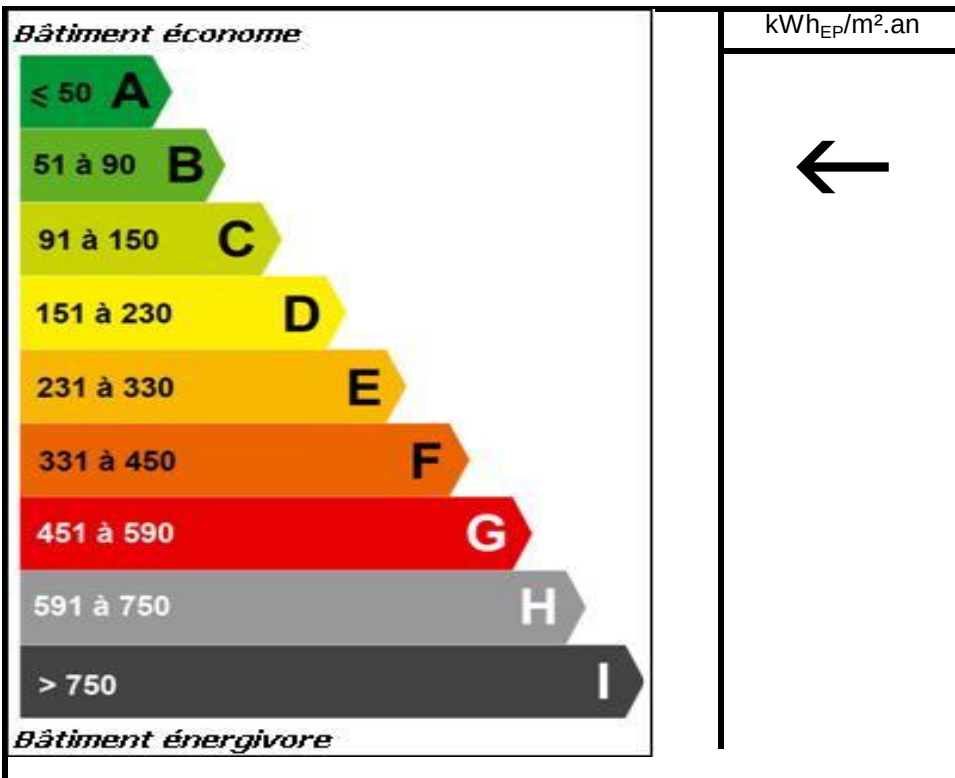
Consommation énergétique (en énergie primaire)

Energie :

Consommation réelle :

Chaufferie gaz collective

Gaz
84,43

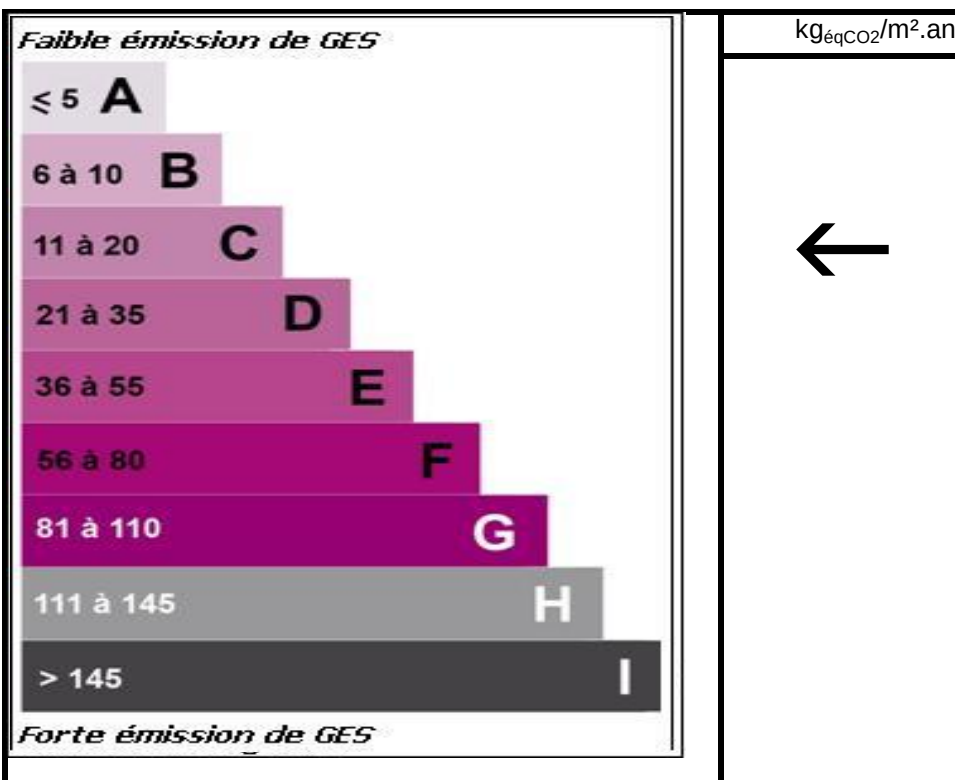


Emission de Gaz à effet de serre (GES)

Energie :

Estimation des émissions :

Gaz
19,76



INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRODUCTION ENERGETIQUE

Solution No 3

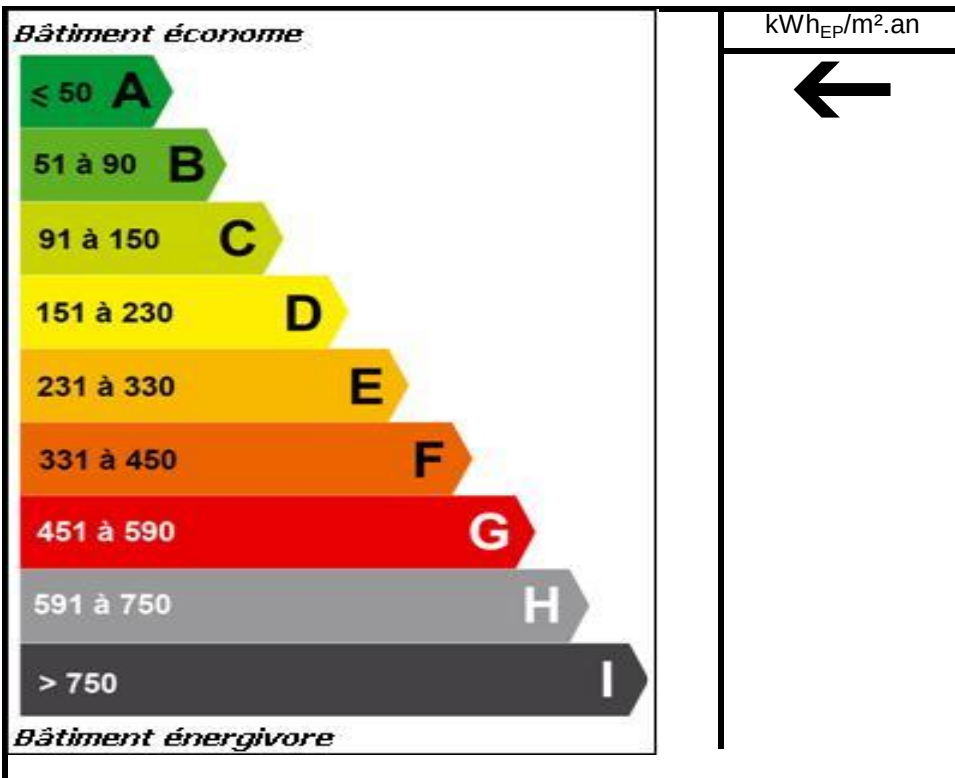
Consommation énergétique (en énergie primaire)

Energie :

Consommation réelle :

Pac Air/Eau collective + chauffage électrique

Elec
42,10

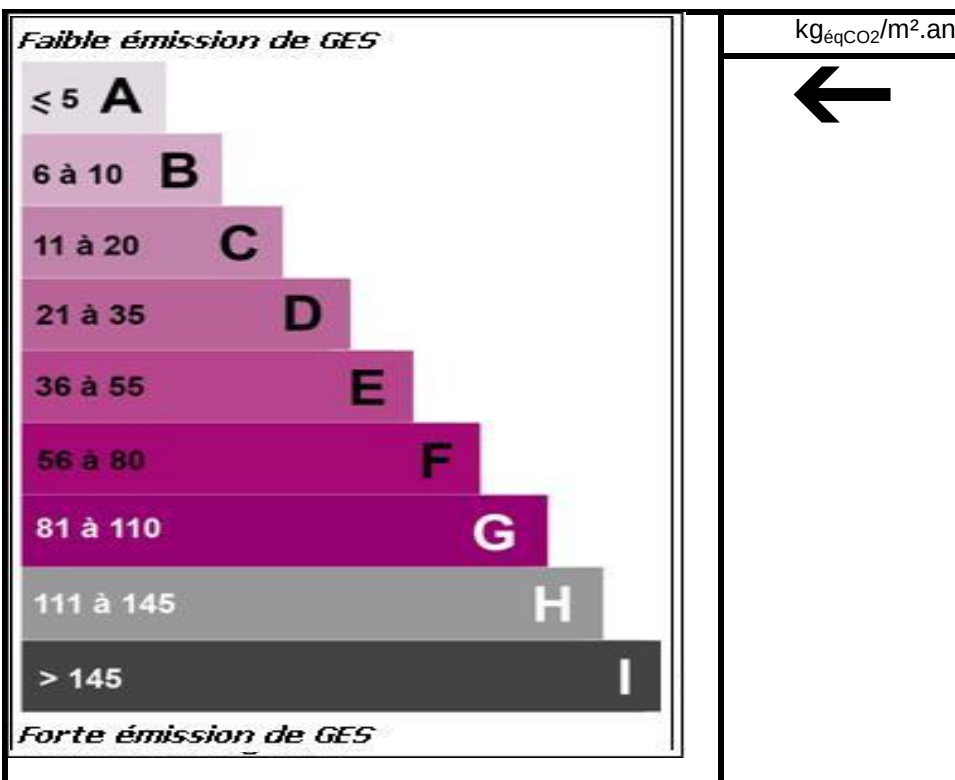


Emission de Gaz à effet de serre (GES)

Energie :

Estimation des émissions :

Elec
2,46



INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRODUCTION ENERGETIQUE

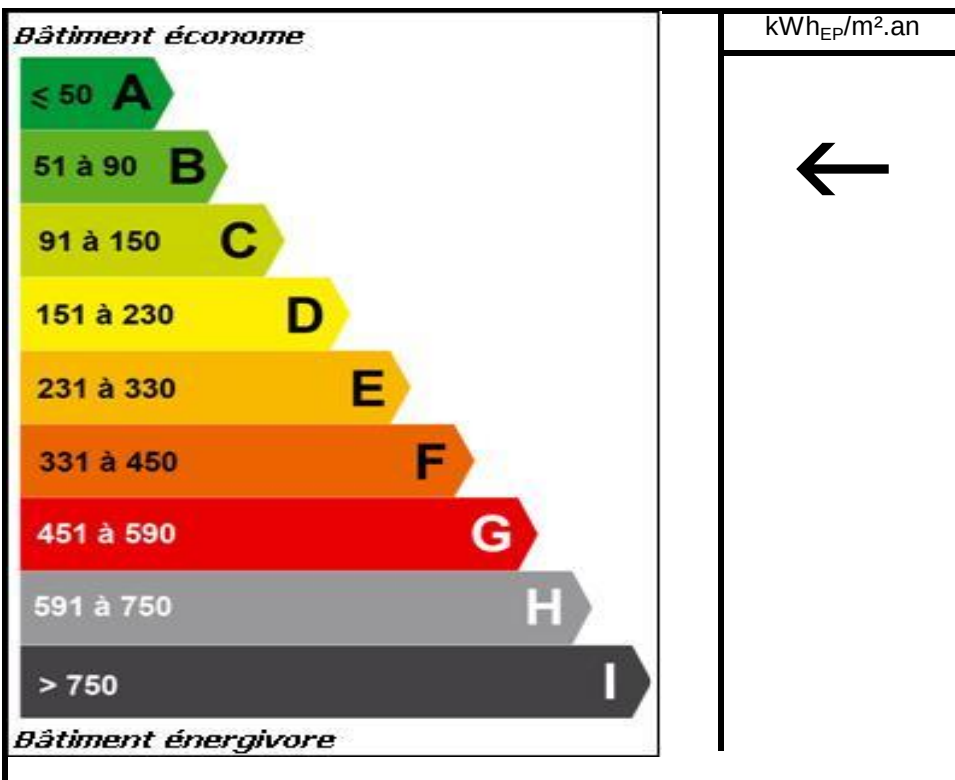
Solution No 4

Consommation énergétique (en énergie primaire)

Energie :

Consommation réelle :

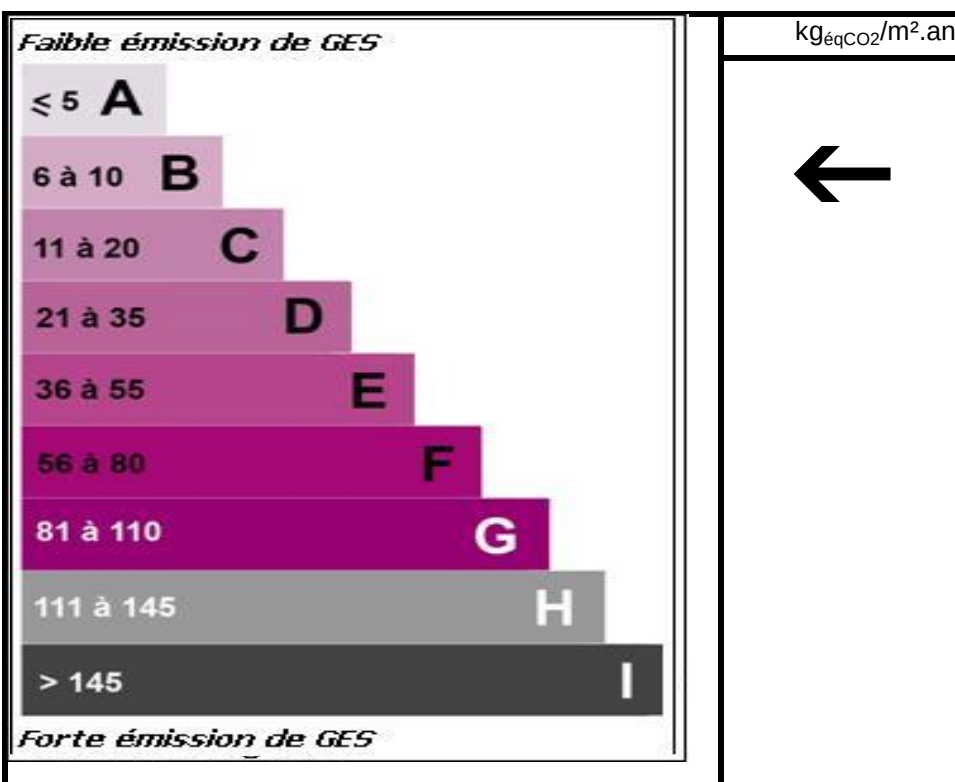
Chaudière gaz collective + chauffage électrique



Emission de Gaz à effet de serre (GES)

Energie :

Estimation des émissions :



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 Chaufferie 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.