



www.diagobat.fr

AMÉNAGEMENT DU PARC DES SUBSISTANCE - BÂTIMENT H ENTRÉES A, B, C

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

Indice A - Février 2017

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	2 163,30 m ²
Surface SHON _{RT}	2 704,72 m ²
Nb de logements	25 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 :	90 608	kWhEP/an
Estimation des besoins d'ECS - Dimensionnement TECSOL :	63 561	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 =	136 409	kWh gaz	Ce S1 = 103 183 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 =	131 238	kWh gaz	Ce S2 = 93 078 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 =	95 377	kWh elec	Ce S3 21 275 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 =	76 302	kWh elec	Ce S4	74 462	kWh gaz
----------------	---------------	-----------------	--------------	---------------	----------------

3- Consommations annuelles prévisionnelles calculées (P1)

Solution No		Energie finale (kWh) - Global		
		gaz	Bois	Electricité
1	Chaudière gaz individuelle	239 592	0	0
2	Chaufferie gaz collective	224 315	0	0
3	Pac Air/Eau collective + chauffage électrique	0	0	45 214
4	Chaufferie gaz collective + chauffage électrique	74 462	0	29 574

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	150 910	16	1 500	9 432
2 Chaufferie gaz collective	295 240	21	1 000	14 059
3 Pac Air/Eau collective + chauffage électrique	293 013	16	3 000	18 313
4 Chaufferie gaz collective + chauffage électrique	231 481	21	1 000	11 023

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	88,58	kWh/m ² /an	20,73	kgCO ₂ /m ² /an
2 Chaufferie gaz collective	82,93	kWh/m ² /an	19,41	kgCO ₂ /m ² /an
3 Pac Air/Eau collective + chauffage électrique	43,13	kWh/m ² /an	2,58	kgCO ₂ /m ² /an
4 Chaufferie gaz collective + chauffage électrique	55,74	kWh/m ² /an	8,41	kgCO ₂ /m ² /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> →			150 910,00
Année	1	10 931,88	17 342,43	28 274,30	179 184,30
Année	2	11 205,17	18 209,55	29 414,72	208 599,02
Année	3	11 485,30	19 120,03	30 605,33	239 204,35
Année	4	11 772,43	20 076,03	31 848,46	271 052,81
Année	5	12 066,74	21 079,83	33 146,57	304 199,38
Année	6	12 368,41	22 133,82	34 502,23	338 701,61
Année	7	12 677,62	23 240,51	35 918,13	374 619,75
Année	8	12 994,56	24 402,54	37 397,10	412 016,85
Année	9	13 319,43	25 622,66	38 942,09	450 958,94
Année	10	13 652,41	26 903,80	40 556,21	491 515,15
Année	11	13 993,72	28 248,99	42 242,71	533 757,86
Année	12	14 343,57	29 661,43	44 005,00	577 762,86
Année	13	14 702,16	31 144,51	45 846,66	623 609,52
Année	14	15 069,71	32 701,73	47 771,44	671 380,96
Année	15	15 446,45	34 336,82	49 783,27	721 164,24
Année	16	15 832,61	36 053,66	51 886,27	773 050,51
Année	17	16 228,43	37 856,34	54 084,77	827 135,28
Année	18	16 634,14	39 749,16	56 383,30	883 518,58
Année	19	17 049,99	41 736,62	58 786,61	942 305,19
Année	20	17 476,24	43 823,45	61 299,69	1 003 604,88
Année	21	17 913,15	46 014,62	63 927,77	1 067 532,66
Année	22	18 360,98	48 315,35	66 676,33	1 134 208,99
Année	23	18 820,00	50 731,12	69 551,12	1 203 760,11
Année	24	19 290,50	53 267,68	72 558,18	1 276 318,29
Année	25	19 772,77	55 931,06	75 703,82	1 352 022,11
Année	26	20 267,09	58 727,61	78 994,70	1 431 016,81
Année	27	20 773,76	61 663,99	82 437,75	1 513 454,56
Année	28	21 293,11	64 747,19	86 040,30	1 599 494,86
Année	29	21 825,43	67 984,55	89 809,99	1 689 304,85
Année	30	22 371,07	71 383,78	93 754,85	1 783 059,70
Total sur 30 ans		479 939	1 152 211	1 632 150	1 783 060
					1682

		2 Chaufferie gaz collective			
		P2+P3	P1 Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →			295 240,00
Année	1	15 059,05	12 519,13	27 578,18	52,49
Année	2	15 435,52	13 145,09	28 580,62	52,49
Année	3	15 821,41	13 802,35	29 623,76	52,49
Année	4	16 216,95	14 492,46	30 709,41	52,49
Année	5	16 622,37	15 217,09	31 839,46	52,49
Année	6	17 037,93	15 977,94	33 015,87	52,49
Année	7	17 463,88	16 776,84	34 240,72	52,49
Année	8	17 900,48	17 615,68	35 516,16	52,49
Année	9	18 347,99	18 496,46	36 844,45	52,49
Année	10	18 806,69	19 421,29	38 227,97	52,49
Année	11	19 276,85	20 392,35	39 669,21	52,49
Année	12	19 758,78	21 411,97	41 170,74	52,49
Année	13	20 252,74	22 482,57	42 735,31	52,49
Année	14	20 759,06	23 606,70	44 365,76	52,49
Année	15	21 278,04	24 787,03	46 065,07	52,49
Année	16	21 809,99	26 026,38	47 836,37	52,49
Année	17	22 355,24	27 327,70	49 682,94	52,49
Année	18	22 914,12	28 694,09	51 608,21	52,49
Année	19	23 486,97	30 128,79	53 615,77	52,49
Année	20	24 074,15	31 635,23	55 709,38	52,49
Année	21	24 676,00	33 216,99	57 892,99	52,49
Année	22	25 292,90	34 877,84	60 170,74	52,49
Année	23	25 925,23	36 621,73	62 546,96	52,49
Année	24	26 573,36	38 452,82	65 026,18	52,49
Année	25	27 237,69	40 375,46	67 613,15	52,49
Année	26	27 918,63	42 394,23	70 312,87	52,49
Année	27	28 616,60	44 513,95	73 130,54	52,49
Année	28	29 332,01	46 739,64	76 071,66	52,49
Année	29	30 065,31	49 076,63	79 141,94	52,49
Année	30	30 816,95	51 530,46	82 347,40	52,49
Total sur 30 ans		661 133	831 757	1 492 890	1 788 130
					1575

		3				
		Pac Air/Eau collective + chauffage électrique				
		P2+P3	P1Elec	P1Gaz	Total annuel	Total cumulé
		t CO2/an				
Année	0	<i>Investissement</i> → 293 013,00				
Année	1	21 313,31	4 176,39	-	25 489,70	318 502,70
Année	2	21 846,15	4 343,44	-	26 189,59	344 692,29
Année	3	22 392,30	4 517,18	-	26 909,48	371 601,77
Année	4	22 952,11	4 697,87	-	27 649,97	399 251,74
Année	5	23 525,91	4 885,78	-	28 411,69	427 663,43
Année	6	24 114,06	5 081,21	-	29 195,27	456 858,70
Année	7	24 716,91	5 284,46	-	30 001,37	486 860,07
Année	8	25 334,83	5 495,84	-	30 830,67	517 690,75
Année	9	25 968,20	5 715,67	-	31 683,88	549 374,62
Année	10	26 617,41	5 944,30	-	32 561,71	581 936,33
Année	11	27 282,84	6 182,07	-	33 464,92	615 401,25
Année	12	27 964,91	6 429,36	-	34 394,27	649 795,51
Année	13	28 664,04	6 686,53	-	35 350,57	685 146,08
Année	14	29 380,64	6 953,99	-	36 334,63	721 480,71
Année	15	30 115,15	7 232,15	-	37 347,30	758 828,01
Année	16	30 868,03	7 521,44	-	38 389,47	797 217,48
Année	17	31 639,73	7 822,30	-	39 462,03	836 679,51
Année	18	32 430,73	8 135,19	-	40 565,91	877 245,42
Année	19	33 241,49	8 460,59	-	41 702,09	918 947,51
Année	20	34 072,53	8 799,02	-	42 871,55	961 819,06
Année	21	34 924,34	9 150,98	-	44 075,32	1 005 894,38
Année	22	35 797,45	9 517,02	-	45 314,47	1 051 208,85
Année	23	36 692,39	9 897,70	-	46 590,09	1 097 798,94
Année	24	37 609,70	10 293,61	-	47 903,31	1 145 702,25
Année	25	38 549,94	10 705,35	-	49 255,29	1 194 957,54
Année	26	39 513,69	11 133,57	-	50 647,25	1 245 604,79
Année	27	40 501,53	11 578,91	-	52 080,44	1 297 685,23
Année	28	41 514,07	12 042,06	-	53 556,13	1 351 241,37
Année	29	42 551,92	12 523,75	-	55 075,67	1 406 317,04
Année	30	43 615,72	13 024,70	-	56 640,42	1 462 957,45
Total sur 30 ans		935 712	234 232	-	1 169 944	1 462 957
						210

		4				
		Chaufferie gaz collective + chauffage électrique				
		P2+P3	P1 elec	P1Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →				231 481,00
Année	1	12 022,90	3 229,36	5 513,50	20 765,77	22,75
Année	2	12 323,48	3 358,54	5 789,17	21 471,19	22,75
Année	3	12 631,56	3 492,88	6 078,63	22 203,07	22,75
Année	4	12 947,35	3 632,59	6 382,56	22 962,51	22,75
Année	5	13 271,04	3 777,90	6 701,69	23 750,63	22,75
Année	6	13 602,81	3 929,01	7 036,78	24 568,60	22,75
Année	7	13 942,88	4 086,17	7 388,61	25 417,67	22,75
Année	8	14 291,46	4 249,62	7 758,04	26 299,12	22,75
Année	9	14 648,74	4 419,61	8 145,95	27 214,30	22,75
Année	10	15 014,96	4 596,39	8 553,24	28 164,60	22,75
Année	11	15 390,33	4 780,25	8 980,91	29 151,49	22,75
Année	12	15 775,09	4 971,46	9 429,95	30 176,50	22,75
Année	13	16 169,47	5 170,31	9 901,45	31 241,23	22,75
Année	14	16 573,71	5 377,13	10 396,52	32 347,36	22,75
Année	15	16 988,05	5 592,21	10 916,35	33 496,61	22,75
Année	16	17 412,75	5 815,90	11 462,17	34 690,82	22,75
Année	17	17 848,07	6 048,54	12 035,27	35 931,88	22,75
Année	18	18 294,27	6 290,48	12 637,04	37 221,79	22,75
Année	19	18 751,63	6 542,10	13 268,89	38 562,61	22,75
Année	20	19 220,42	6 803,78	13 932,33	39 956,53	22,75
Année	21	19 700,93	7 075,93	14 628,95	41 405,81	22,75
Année	22	20 193,45	7 358,97	15 360,40	42 912,82	22,75
Année	23	20 698,29	7 653,33	16 128,42	44 480,03	22,75
Année	24	21 215,75	7 959,46	16 934,84	46 110,05	22,75
Année	25	21 746,14	8 277,84	17 781,58	47 805,56	22,75
Année	26	22 289,79	8 608,95	18 670,66	49 569,41	22,75
Année	27	22 847,04	8 953,31	19 604,19	51 404,54	22,75
Année	28	23 418,21	9 311,44	20 584,40	53 314,06	22,75
Année	29	24 003,67	9 683,90	21 613,62	55 301,19	22,75
Année	30	24 603,76	10 071,26	22 694,30	57 369,32	22,75
Total sur 30 ans		527 838	181 119	366 310	1 075 267	682

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> →			150 910,00
Année	1	10 931,88	17 342,43	28 274,30	179 184,30
Année	2	11 205,17	19 076,67	30 281,84	209 466,14
Année	3	11 485,30	20 984,34	32 469,64	241 935,78
Année	4	11 772,43	23 082,77	34 855,20	276 790,98
Année	5	12 066,74	25 391,05	37 457,79	314 248,77
Année	6	12 368,41	27 930,15	40 298,56	354 547,34
Année	7	12 677,62	30 723,17	43 400,79	397 948,13
Année	8	12 994,56	33 795,48	46 790,05	444 738,18
Année	9	13 319,43	37 175,03	50 494,46	495 232,64
Année	10	13 652,41	40 892,53	54 544,95	549 777,58
Année	11	13 993,72	44 981,79	58 975,51	608 753,10
Année	12	14 343,57	49 479,97	63 823,53	672 576,63
Année	13	14 702,16	54 427,96	69 130,12	741 706,75
Année	14	15 069,71	59 870,76	74 940,47	816 647,22
Année	15	15 446,45	65 857,84	81 304,29	897 951,51
Année	16	15 832,61	72 443,62	88 276,23	986 227,75
Année	17	16 228,43	79 687,98	95 916,41	1 082 144,16
Année	18	16 634,14	87 656,78	104 290,92	1 186 435,08
Année	19	17 049,99	96 422,46	113 472,45	1 299 907,53
Année	20	17 476,24	106 064,70	123 540,95	1 423 448,48
Année	21	17 913,15	116 671,17	134 584,32	1 558 032,80
Année	22	18 360,98	128 338,29	146 699,27	1 704 732,07
Année	23	18 820,00	141 172,12	159 992,12	1 864 724,19
Année	24	19 290,50	155 289,33	174 579,84	2 039 304,03
Année	25	19 772,77	170 818,27	190 591,03	2 229 895,06
Année	26	20 267,09	187 900,09	208 167,18	2 438 062,24
Année	27	20 773,76	206 690,10	227 463,86	2 665 526,10
Année	28	21 293,11	227 359,11	248 652,22	2 914 178,32
Année	29	21 825,43	250 095,02	271 920,46	3 186 098,78
Année	30	22 371,07	275 104,52	297 475,59	3 483 574,37
Total sur 30 ans		479 939	2 852 726	3 332 664	3 483 574
					1682

		2			
		Chaufferie gaz collective			
		P2+P3	P1 Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →			295 240,00
Année	1	15 059,05	12 519,13	27 578,18	52,49
Année	2	15 435,52	13 771,05	29 206,57	52,49
Année	3	15 821,41	15 148,15	30 969,57	52,49
Année	4	16 216,95	16 662,97	32 879,92	52,49
Année	5	16 622,37	18 329,27	34 951,64	52,49
Année	6	17 037,93	20 162,19	37 200,12	52,49
Année	7	17 463,88	22 178,41	39 642,29	52,49
Année	8	17 900,48	24 396,25	42 296,73	52,49
Année	9	18 347,99	26 835,88	45 183,86	52,49
Année	10	18 806,69	29 519,47	48 326,15	52,49
Année	11	19 276,85	32 471,41	51 748,27	52,49
Année	12	19 758,78	35 718,55	55 477,33	52,49
Année	13	20 252,74	39 290,41	59 543,15	52,49
Année	14	20 759,06	43 219,45	63 978,51	52,49
Année	15	21 278,04	47 541,39	68 819,43	52,49
Année	16	21 809,99	52 295,53	74 105,52	52,49
Année	17	22 355,24	57 525,09	79 880,33	52,49
Année	18	22 914,12	63 277,60	86 191,72	52,49
Année	19	23 486,97	69 605,35	93 092,33	52,49
Année	20	24 074,15	76 565,89	100 640,04	52,49
Année	21	24 676,00	84 222,48	108 898,48	52,49
Année	22	25 292,90	92 644,73	117 937,63	52,49
Année	23	25 925,23	101 909,20	127 834,43	52,49
Année	24	26 573,36	112 100,12	138 673,48	52,49
Année	25	27 237,69	123 310,13	150 547,82	52,49
Année	26	27 918,63	135 641,15	163 559,78	52,49
Année	27	28 616,60	149 205,26	177 821,86	52,49
Année	28	29 332,01	164 125,79	193 457,80	52,49
Année	29	30 065,31	180 538,36	210 603,68	52,49
Année	30	30 816,95	198 592,20	229 409,15	52,49
Total sur 30 ans		661 133	2 059 323	2 720 456	1575

		3				
		Pac Air/Eau collective + chauffage électrique				
		P2+P3	P1Elec	P1Gaz	Total annuel	Total cumulé
						t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i>				293 013,00
Année	1	21 313,31	4 176,39	2 032,39	27 522,09	320 535,09
Année	2	21 846,15	4 468,73	2 235,63	28 550,51	349 085,60
Année	3	22 392,30	4 781,55	2 459,19	29 633,04	378 718,64
Année	4	22 952,11	5 116,25	2 705,11	30 773,47	409 492,11
Année	5	23 525,91	5 474,39	2 975,62	31 975,92	441 468,03
Année	6	24 114,06	5 857,60	3 273,19	33 244,84	474 712,87
Année	7	24 716,91	6 267,63	3 600,50	34 585,04	509 297,92
Année	8	25 334,83	6 706,37	3 960,55	36 001,75	545 299,67
Année	9	25 968,20	7 175,81	4 356,61	37 500,62	582 800,29
Année	10	26 617,41	7 678,12	4 792,27	39 087,79	621 888,08
Année	11	27 282,84	8 215,59	5 271,50	40 769,93	662 658,01
Année	12	27 964,91	8 790,68	5 798,65	42 554,24	705 212,25
Année	13	28 664,04	9 406,02	6 378,51	44 448,57	749 660,82
Année	14	29 380,64	10 064,45	7 016,36	46 461,45	796 122,27
Année	15	30 115,15	10 768,96	7 718,00	48 602,11	844 724,37
Année	16	30 868,03	11 522,78	8 489,80	50 880,62	895 604,99
Année	17	31 639,73	12 329,38	9 338,78	53 307,89	948 912,88
Année	18	32 430,73	13 192,44	10 272,66	55 895,82	1 004 808,70
Année	19	33 241,49	14 115,91	11 299,92	58 657,32	1 063 466,02
Année	20	34 072,53	15 104,02	12 429,92	61 606,47	1 125 072,49
Année	21	34 924,34	16 161,30	13 672,91	64 758,55	1 189 831,04
Année	22	35 797,45	17 292,59	15 040,20	68 130,24	1 257 961,28
Année	23	36 692,39	18 503,07	16 544,22	71 739,68	1 329 700,96
Année	24	37 609,70	19 798,29	18 198,64	75 606,63	1 405 307,59
Année	25	38 549,94	21 184,17	20 018,50	79 752,61	1 485 060,20
Année	26	39 513,69	22 667,06	22 020,35	84 201,10	1 569 261,31
Année	27	40 501,53	24 253,76	24 222,39	88 977,68	1 658 238,98
Année	28	41 514,07	25 951,52	26 644,63	94 110,22	1 752 349,20
Année	29	42 551,92	27 768,12	29 309,09	99 629,14	1 851 978,33
Année	30	43 615,72	29 711,89	32 240,00	105 567,61	1 957 545,95
Total sur 30 ans		935 712	394 505	334 316	1 998 849	1 957 546
						210

		4				
		Chaudière gaz collective + chauffage électrique				
		P2+P3	P1Elec	P1Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →				231 481,00
Année	1	12 022,90	3 229,36	5 513,50	20 765,77	22,75
Année	2	12 323,48	3 455,42	6 064,85	21 843,74	22,75
Année	3	12 631,56	3 697,30	6 671,33	23 000,19	22,75
Année	4	12 947,35	3 956,11	7 338,47	24 241,93	22,75
Année	5	13 271,04	4 233,04	8 072,31	25 576,39	22,75
Année	6	13 602,81	4 529,35	8 879,54	27 011,70	22,75
Année	7	13 942,88	4 846,40	9 767,50	28 556,78	22,75
Année	8	14 291,46	5 185,65	10 744,25	30 221,35	22,75
Année	9	14 648,74	5 548,65	11 818,67	32 016,06	22,75
Année	10	15 014,96	5 937,05	13 000,54	33 952,55	22,75
Année	11	15 390,33	6 352,65	14 300,59	36 043,57	22,75
Année	12	15 775,09	6 797,33	15 730,65	38 303,08	22,75
Année	13	16 169,47	7 273,14	17 303,72	40 746,33	22,75
Année	14	16 573,71	7 782,26	19 034,09	43 390,06	22,75
Année	15	16 988,05	8 327,02	20 937,50	46 252,57	22,75
Année	16	17 412,75	8 909,91	23 031,25	49 353,91	22,75
Année	17	17 848,07	9 533,61	25 334,37	52 716,05	22,75
Année	18	18 294,27	10 200,96	27 867,81	56 363,04	22,75
Année	19	18 751,63	10 915,03	30 654,59	60 321,25	22,75
Année	20	19 220,42	11 679,08	33 720,05	64 619,55	22,75
Année	21	19 700,93	12 496,62	37 092,05	69 289,60	22,75
Année	22	20 193,45	13 371,38	40 801,26	74 366,09	22,75
Année	23	20 698,29	14 307,38	44 881,39	79 887,05	22,75
Année	24	21 215,75	15 308,89	49 369,52	85 894,16	22,75
Année	25	21 746,14	16 380,51	54 306,48	92 433,13	22,75
Année	26	22 289,79	17 527,15	59 737,12	99 554,07	22,75
Année	27	22 847,04	18 754,05	65 710,84	107 311,93	22,75
Année	28	23 418,21	20 066,83	72 281,92	115 766,97	22,75
Année	29	24 003,67	21 471,51	79 510,11	124 985,30	22,75
Année	30	24 603,76	22 974,52	87 461,12	135 039,40	22,75
Total sur 30 ans		527 838	305 048	906 937	1 739 824	682

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

Scénario d'augmentation de l'énergie :

FORT

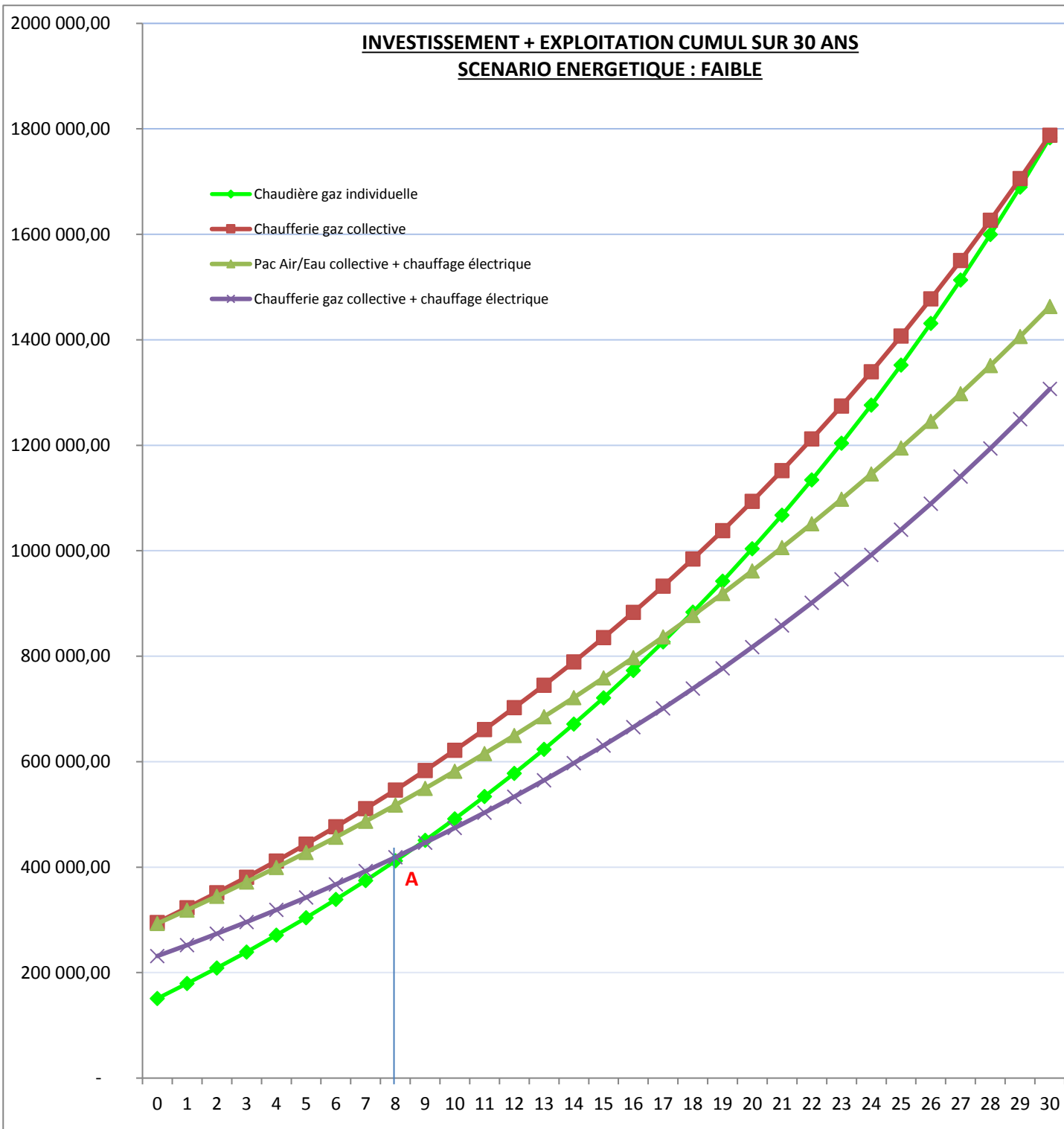
Solution de référence		1			
		P2+P3	P1 Gaz	Total annuel	Total cumulé
		Chaudière gaz individuelle			t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →			150 910,00
Année	1	10 931,88	17 342,43	28 274,30	179 184,30
Année	2	11 205,17	19 943,79	31 148,96	210 333,26
Année	3	11 485,30	22 935,36	34 420,66	244 753,92
Année	4	11 772,43	26 375,66	38 148,10	282 902,02
Année	5	12 066,74	30 332,01	42 398,76	325 300,78
Année	6	12 368,41	34 881,81	47 250,23	372 551,01
Année	7	12 677,62	40 114,09	52 791,71	425 342,72
Année	8	12 994,56	46 131,20	59 125,76	484 468,48
Année	9	13 319,43	53 050,88	66 370,31	550 838,79
Année	10	13 652,41	61 008,51	74 660,93	625 499,71
Année	11	13 993,72	70 159,79	84 153,51	709 653,22
Année	12	14 343,57	80 683,76	95 027,32	804 680,55
Année	13	14 702,16	92 786,32	107 488,48	912 169,02
Année	14	15 069,71	106 704,27	121 773,98	1 033 943,00
Année	15	15 446,45	122 709,91	138 156,36	1 172 099,36
Année	16	15 832,61	141 116,39	156 949,01	1 329 048,37
Année	17	16 228,43	162 283,85	178 512,28	1 507 560,65
Année	18	16 634,14	186 626,43	203 260,57	1 710 821,22
Année	19	17 049,99	214 620,40	231 670,39	1 942 491,61
Année	20	17 476,24	246 813,45	264 289,70	2 206 781,31
Année	21	17 913,15	283 835,47	301 748,62	2 508 529,94
Année	22	18 360,98	326 410,79	344 771,77	2 853 301,71
Année	23	18 820,00	375 372,41	394 192,42	3 247 494,12
Année	24	19 290,50	431 678,27	450 968,78	3 698 462,90
Année	25	19 772,77	496 430,02	516 202,78	4 214 665,68
Année	26	20 267,09	570 894,52	591 161,60	4 805 827,29
Année	27	20 773,76	656 528,70	677 302,46	5 483 129,75
Année	28	21 293,11	755 008,00	776 301,11	6 259 430,85
Année	29	21 825,43	868 259,20	890 084,63	7 149 515,49
Année	30	22 371,07	998 498,08	1 020 869,15	8 170 384,64
Total sur 30 ans		479 939	7 539 536	8 019 475	8 170 385
					1682

		2			
		Chaufferie gaz collective			
		P2+P3	P1 Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →			295 240,00
Année	1	15 059,05	12 519,13	27 578,18	52,49
Année	2	15 435,52	14 397,01	29 832,53	52,49
Année	3	15 821,41	16 556,56	32 377,97	52,49
Année	4	16 216,95	19 040,04	35 256,99	52,49
Année	5	16 622,37	21 896,05	38 518,42	52,49
Année	6	17 037,93	25 180,45	42 218,38	52,49
Année	7	17 463,88	28 957,52	46 421,40	52,49
Année	8	17 900,48	33 301,15	51 201,62	52,49
Année	9	18 347,99	38 296,32	56 644,31	52,49
Année	10	18 806,69	44 040,77	62 847,45	52,49
Année	11	19 276,85	50 646,88	69 923,74	52,49
Année	12	19 758,78	58 243,92	78 002,69	52,49
Année	13	20 252,74	66 980,50	87 233,25	52,49
Année	14	20 759,06	77 027,58	97 786,64	52,49
Année	15	21 278,04	88 581,71	109 859,75	52,49
Année	16	21 809,99	101 868,97	123 678,96	52,49
Année	17	22 355,24	117 149,32	139 504,56	52,49
Année	18	22 914,12	134 721,72	157 635,84	52,49
Année	19	23 486,97	154 929,97	178 416,95	52,49
Année	20	24 074,15	178 169,47	202 243,62	52,49
Année	21	24 676,00	204 894,89	229 570,89	52,49
Année	22	25 292,90	235 629,12	260 922,03	52,49
Année	23	25 925,23	270 973,49	296 898,72	52,49
Année	24	26 573,36	311 619,51	338 192,87	52,49
Année	25	27 237,69	358 362,44	385 600,13	52,49
Année	26	27 918,63	412 116,81	440 035,44	52,49
Année	27	28 616,60	473 934,33	502 550,93	52,49
Année	28	29 332,01	545 024,48	574 356,49	52,49
Année	29	30 065,31	626 778,15	656 843,46	52,49
Année	30	30 816,95	720 794,87	751 611,82	52,49
Total sur 30 ans		661 133	5 442 633	6 103 766	1575

		3				
		Pac Air/Eau collective + chauffage électrique				
		P2+P3	P1Elec	P1Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →				293 013,00
Année	1	21 313,31	4 176,39	2 032,39	27 522,09	6,98
Année	2	21 846,15	4 594,03	2 337,25	28 777,42	6,98
Année	3	22 392,30	5 053,43	2 687,84	30 133,56	6,98
Année	4	22 952,11	5 558,77	3 091,01	31 601,89	6,98
Année	5	23 525,91	6 114,65	3 554,66	33 195,22	6,98
Année	6	24 114,06	6 726,11	4 087,86	34 928,03	6,98
Année	7	24 716,91	7 398,72	4 701,04	36 816,68	6,98
Année	8	25 334,83	8 138,60	5 406,20	38 879,63	6,98
Année	9	25 968,20	8 952,46	6 217,13	41 137,79	6,98
Année	10	26 617,41	9 847,70	7 149,70	43 614,81	6,98
Année	11	27 282,84	10 832,47	8 222,15	46 337,47	6,98
Année	12	27 964,91	11 915,72	9 455,48	49 336,11	6,98
Année	13	28 664,04	13 107,29	10 873,80	52 645,13	6,98
Année	14	29 380,64	14 418,02	12 504,87	56 303,53	6,98
Année	15	30 115,15	15 859,82	14 380,60	60 355,57	6,98
Année	16	30 868,03	17 445,81	16 537,69	64 851,52	6,98
Année	17	31 639,73	19 190,39	19 018,34	69 848,46	6,98
Année	18	32 430,73	21 109,43	21 871,09	75 411,24	6,98
Année	19	33 241,49	23 220,37	25 151,75	81 613,62	6,98
Année	20	34 072,53	25 542,40	28 924,52	88 539,45	6,98
Année	21	34 924,34	28 096,65	33 263,19	96 284,18	6,98
Année	22	35 797,45	30 906,31	38 252,67	104 956,44	6,98
Année	23	36 692,39	33 996,94	43 990,58	114 679,91	6,98
Année	24	37 609,70	37 396,64	50 589,16	125 595,50	6,98
Année	25	38 549,94	41 136,30	58 177,54	137 863,78	6,98
Année	26	39 513,69	45 249,93	66 904,17	151 667,78	6,98
Année	27	40 501,53	49 774,92	76 939,79	167 216,24	6,98
Année	28	41 514,07	54 752,41	88 480,76	184 747,24	6,98
Année	29	42 551,92	60 227,65	101 752,87	204 532,45	6,98
Année	30	43 615,72	66 250,42	117 015,80	226 881,94	6,98
Total sur 30 ans		935 712	686 991	883 572	2 506 275	210

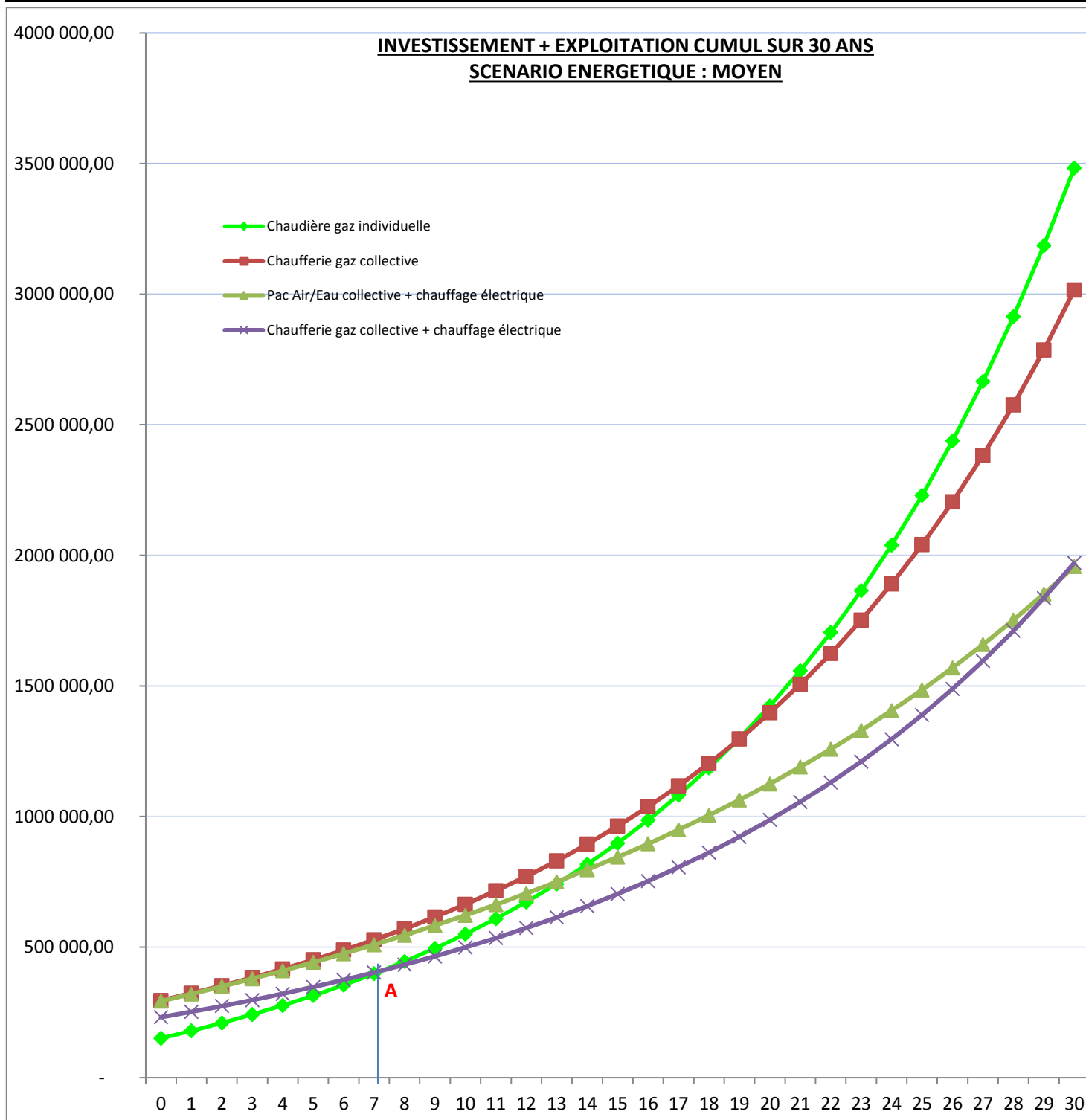
		4				
		Chaufferie gaz collective + chauffage électrique				
		P2+P3	P1 Elec	P1Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →				231 481,00
Année	1	12 022,90	3 229,36	5 513,50	20 765,77	22,75
Année	2	12 323,48	3 552,30	6 340,52	22 216,30	22,75
Année	3	12 631,56	3 907,53	7 291,60	23 830,69	22,75
Année	4	12 947,35	4 298,28	8 385,34	25 630,98	22,75
Année	5	13 271,04	4 728,11	9 643,14	27 642,29	22,75
Année	6	13 602,81	5 200,92	11 089,61	29 893,35	22,75
Année	7	13 942,88	5 721,01	12 753,05	32 416,95	22,75
Année	8	14 291,46	6 293,11	14 666,01	35 250,58	22,75
Année	9	14 648,74	6 922,43	16 865,92	38 437,08	22,75
Année	10	15 014,96	7 614,67	19 395,80	42 025,43	22,75
Année	11	15 390,33	8 376,14	22 305,17	46 071,64	22,75
Année	12	15 775,09	9 213,75	25 650,95	50 639,79	22,75
Année	13	16 169,47	10 135,12	29 498,59	55 803,19	22,75
Année	14	16 573,71	11 148,64	33 923,38	61 645,72	22,75
Année	15	16 988,05	12 263,50	39 011,89	68 263,44	22,75
Année	16	17 412,75	13 489,85	44 863,67	75 766,27	22,75
Année	17	17 848,07	14 838,84	51 593,22	84 280,13	22,75
Année	18	18 294,27	16 322,72	59 332,20	93 949,19	22,75
Année	19	18 751,63	17 954,99	68 232,03	104 938,65	22,75
Année	20	19 220,42	19 750,49	78 466,84	117 437,75	22,75
Année	21	19 700,93	21 725,54	90 236,86	131 663,33	22,75
Année	22	20 193,45	23 898,09	103 772,39	147 863,94	22,75
Année	23	20 698,29	26 287,90	119 338,25	166 324,44	22,75
Année	24	21 215,75	28 916,69	137 238,99	187 371,43	22,75
Année	25	21 746,14	31 808,36	157 824,84	211 379,34	22,75
Année	26	22 289,79	34 989,20	181 498,57	238 777,56	22,75
Année	27	22 847,04	38 488,12	208 723,35	270 058,51	22,75
Année	28	23 418,21	42 336,93	240 031,85	305 787,00	22,75
Année	29	24 003,67	46 570,62	276 036,63	346 610,92	22,75
Année	30	24 603,76	51 227,69	317 442,12	393 273,57	22,75
Total sur 30 ans		527 838	531 211	2 396 966	3 456 015	682

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



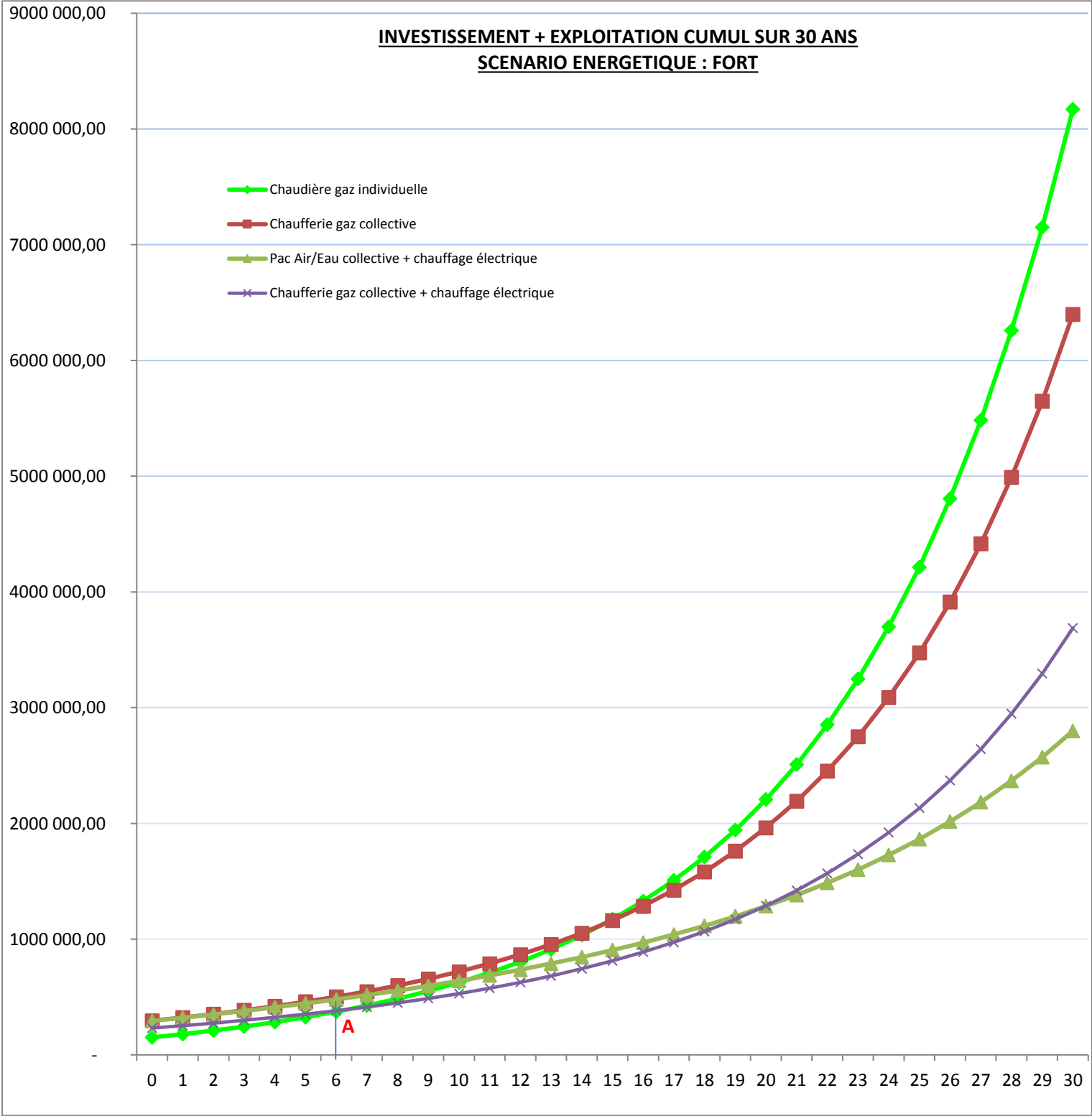
A : La solution ECS chaudière gaz collective avec chauffage électrique est rentabilisée par rapport à la solution chaudière individuelle par un P1+P2+P3 plus performant sur 8 ans environ.

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 7 ans environ.

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

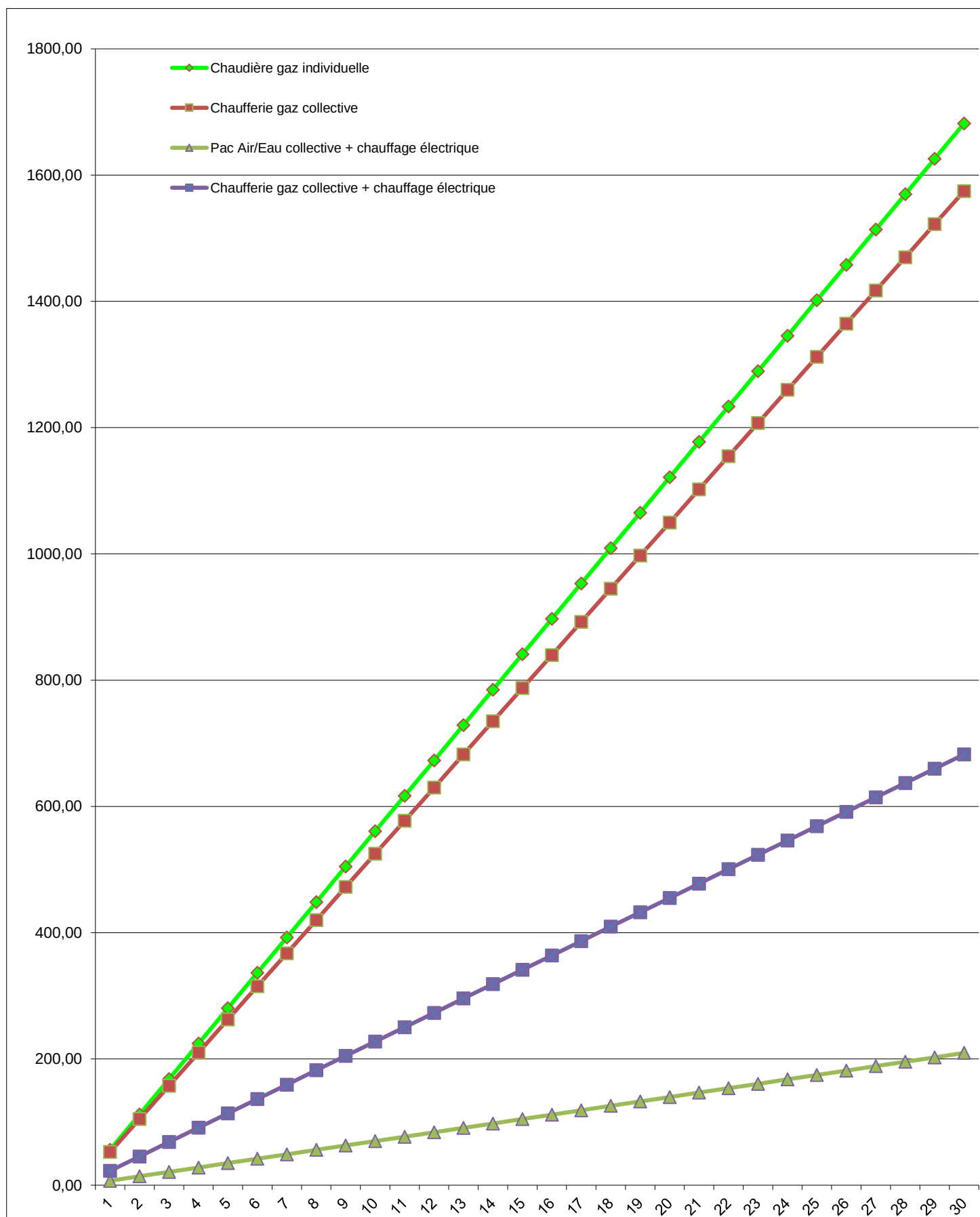


A : La solution ECS chaudière gaz collective avec chauffage électrique est rentabilisée par rapport à la solution chaudière individuelle par un P1+P2+P3 plus performant sur 6 ans environ.

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	56,06	52,49	6,98	22,75
Année 2	112,13	104,98	13,97	45,50
Année 3	168,19	157,47	20,95	68,24
Année 4	224,26	209,96	27,94	90,99
Année 5	280,32	262,45	34,92	113,74
Année 6	336,39	314,94	41,90	136,49
Année 7	392,45	367,43	48,89	159,23
Année 8	448,52	419,92	55,87	181,98
Année 9	504,58	472,41	62,86	204,73
Année 10	560,65	524,90	69,84	227,48
Année 11	616,71	577,39	76,82	250,22
Année 12	672,77	629,88	83,81	272,97
Année 13	728,84	682,37	90,79	295,72
Année 14	784,90	734,86	97,78	318,47
Année 15	840,97	787,35	104,76	341,21
Année 16	897,03	839,84	111,74	363,96
Année 17	953,10	892,33	118,73	386,71
Année 18	1009,16	944,82	125,71	409,46
Année 19	1065,23	997,31	132,70	432,20
Année 20	1121,29	1049,80	139,68	454,95
Année 21	1177,36	1102,29	146,67	477,70
Année 22	1233,42	1154,78	153,65	500,45
Année 23	1289,48	1207,27	160,63	523,19
Année 24	1345,55	1259,76	167,62	545,94
Année 25	1401,61	1312,25	174,60	568,69
Année 26	1457,68	1364,73	181,59	591,44
Année 27	1513,74	1417,22	188,57	614,18
Année 28	1569,81	1469,71	195,55	636,93
Année 29	1625,87	1522,20	202,54	659,68
Année 30	1682	1575	210	682

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)

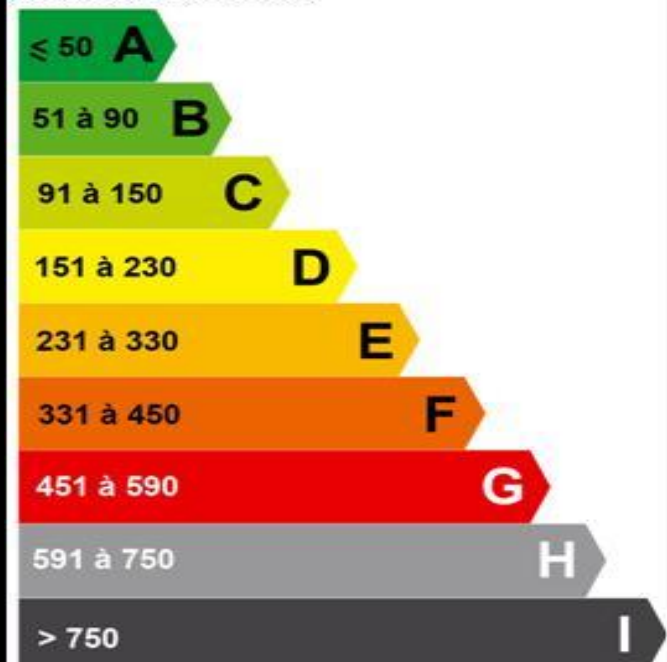
Energie :

Consommation réelle :

Chaudière gaz individuelle

Gaz
88,58

Bâtiment économe



Bâtiment énergivore

kWh_{EP}/m².an



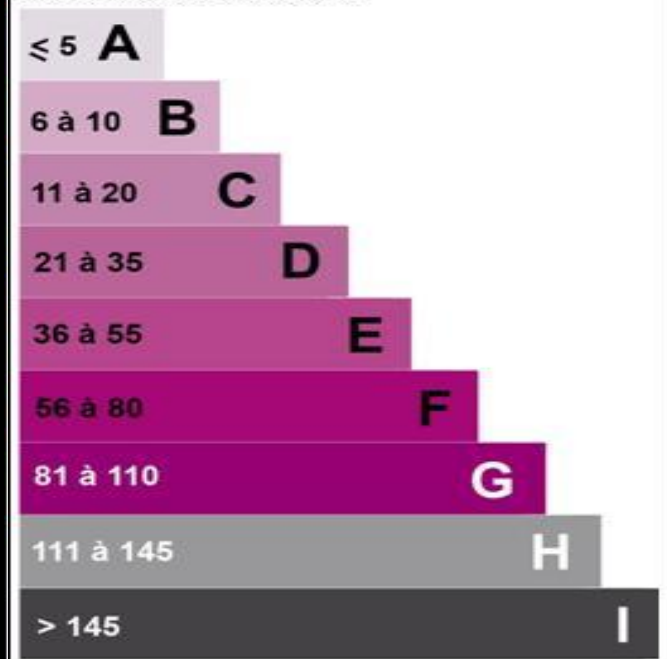
Emission de Gaz à effet de serre (GES)

Energie :

Estimation des émissions :

Gaz
20,73

Faible émission de GES



Forte émission de GES

kgéqCO₂/m².an



INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRODUCTION ENERGETIQUE

Solution No 2

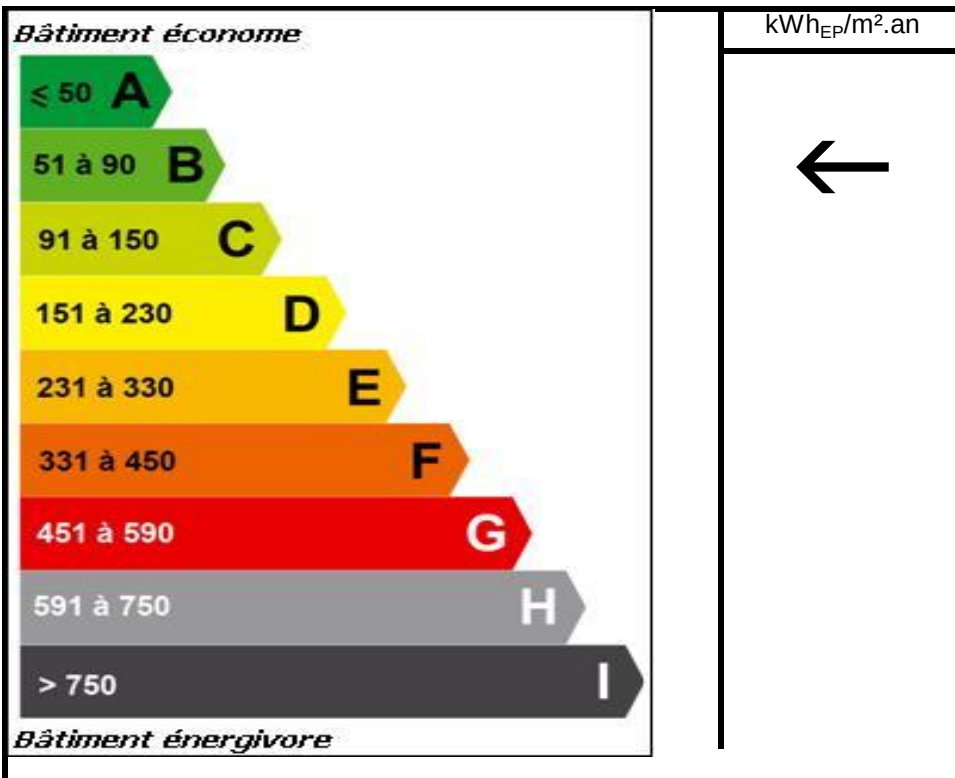
Consommation énergétique (en énergie primaire)

Energie :

Consommation réelle :

Chaufferie gaz collective

Gaz
82,93

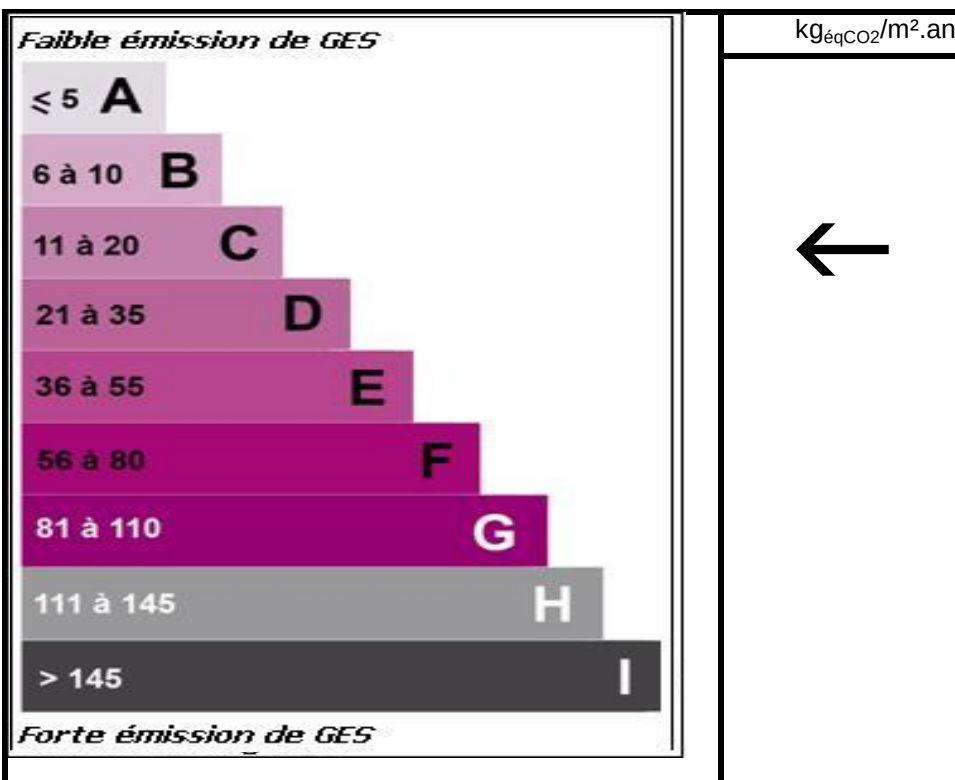


Emission de Gaz à effet de serre (GES)

Energie :

Estimation des émissions :

Gaz
19,41



INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRODUCTION ENERGETIQUE

Solution No 3

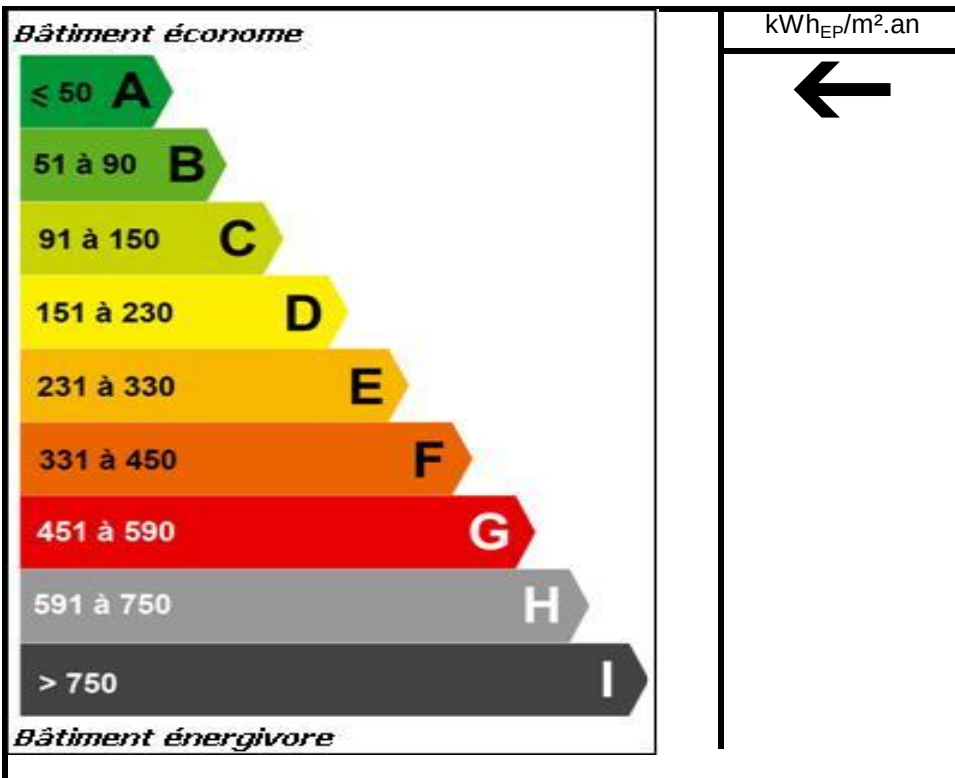
Consommation énergétique (en énergie primaire)

Energie :

Consommation réelle :

Pac Air/Eau collective + chauffage électrique

Elec
43,13

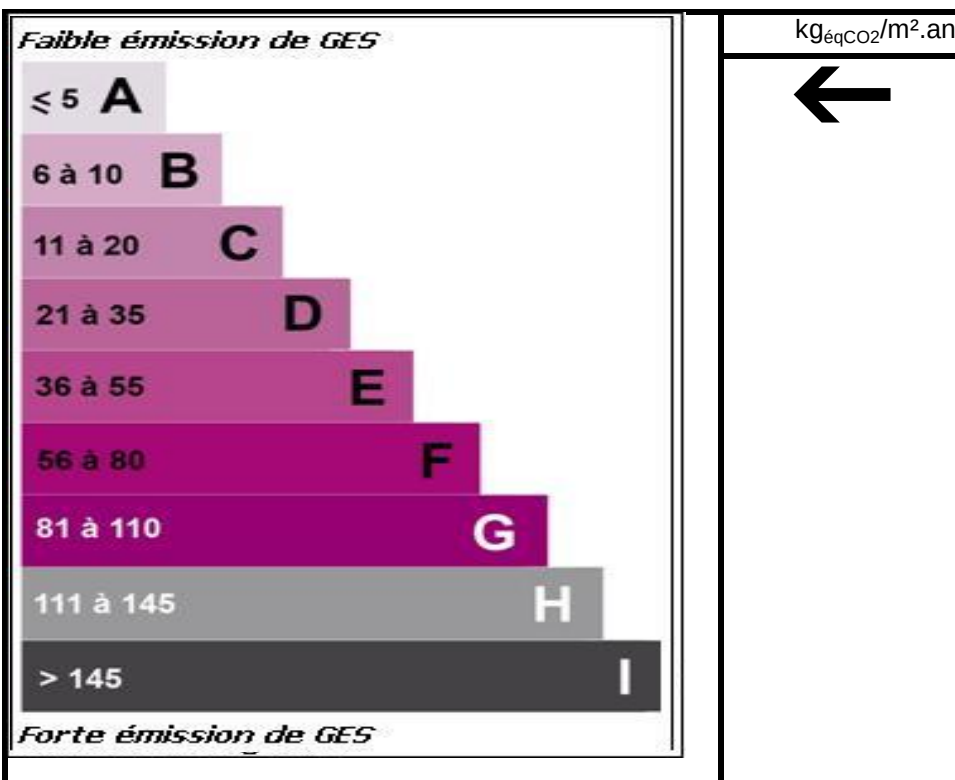


Emission de Gaz à effet de serre (GES)

Energie :

Estimation des émissions :

Elec
2,58



INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRODUCTION ENERGETIQUE

Solution No 4

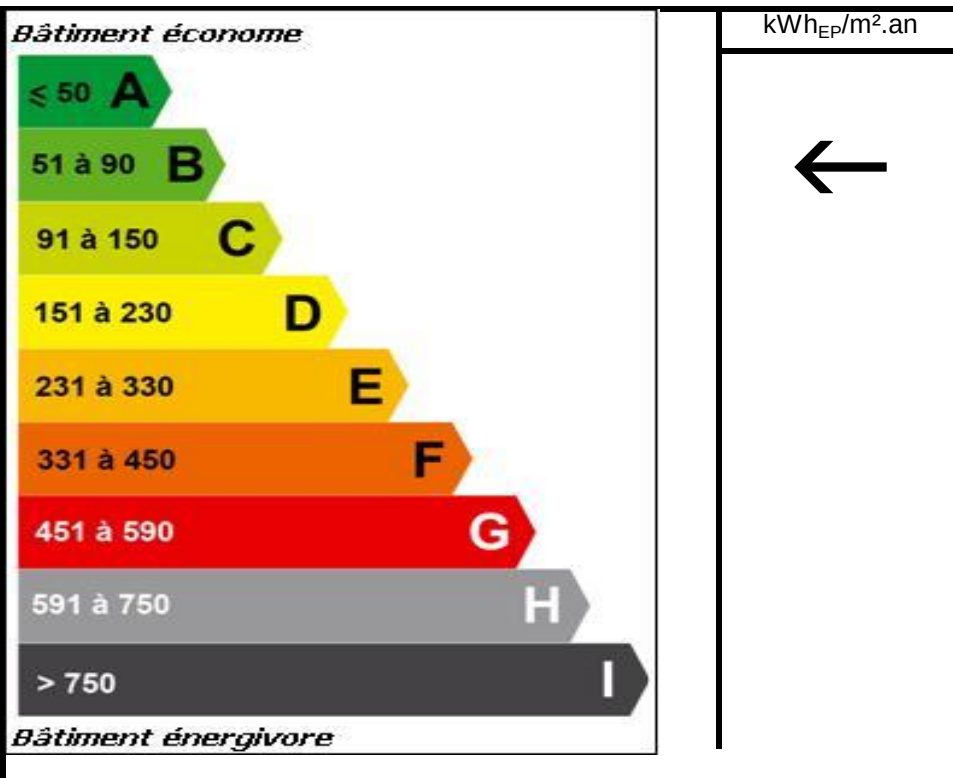
Consommation énergétique (en énergie primaire)

Energie :

Consommation réelle :

Chaudière gaz collective + chauffage électrique

Gaz et Elec
55,74

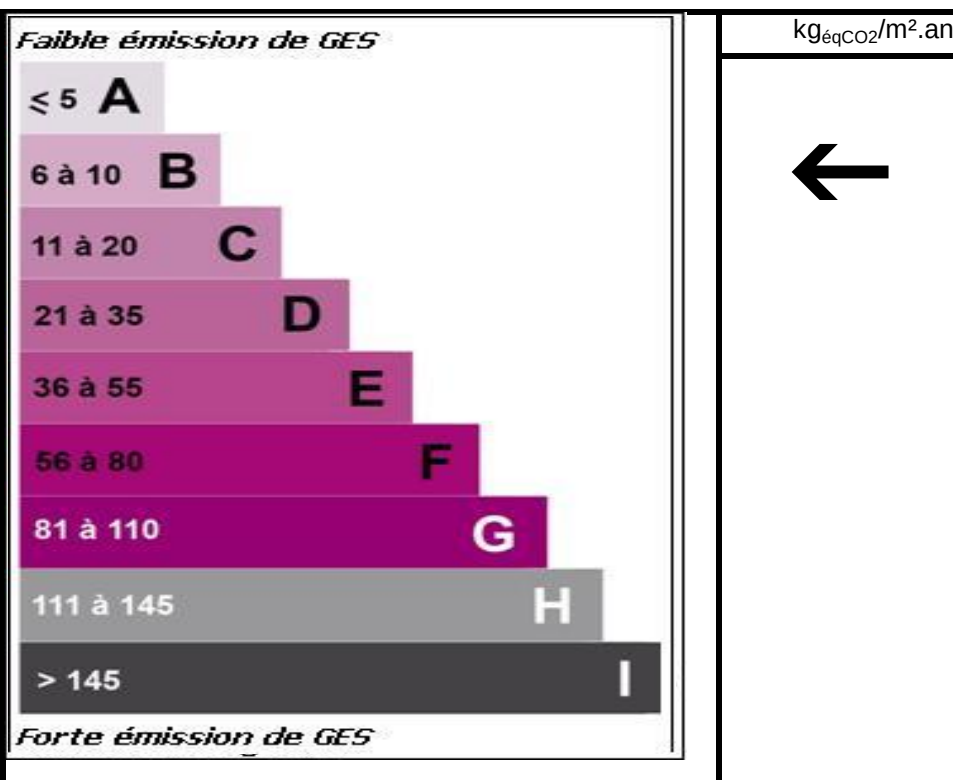


Emission de Gaz à effet de serre (GES)

Energie :

Estimation des émissions :

Gaz et Elec
8,41



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 rentabilité 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 CO2 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.