



www.diagobat.fr

Construction de logements collectifs - Ilot G - Entrée E 77300 - FONTAINEBLEAU

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



Diagobat
ÉNERGIE & CARBONE

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	268,07 m ²
Surface S _{RT}	337,70 m ²
Nb de logements	3 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 :	5 842	kWhEP/an
Estimation des besoins d'ECS - Dimensionnement TECSOL :	3 839	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 =	8 795	kWh gaz	Ce S1 = 6 232 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 =	8 462	kWh gaz	Ce S2 = 5 622 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 =	6 150	kWh elec	Ce S3 1 285 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 :

$$C = \frac{(B)}{(Rd \cdot Re \cdot Rg \cdot Rr)}$$

Cc S4 =	4 920	kWh elec	Ce S4	4 497	kWh gaz
----------------	--------------	-----------------	--------------	--------------	----------------

3- Consommations annuelles prévisionnelles calculées (P1)

Solution No		Energie finale (kWh) - Global		
		gaz	Bois	Electricité
1	Chaudière gaz individuelle	15 027	0	0
2	Chaufferie gaz collective	14 084	0	0
3	Pac Air/Eau collective + chauffage électrique	0	0	2 882
4	Chaufferie gaz collective + chauffage électrique	4 497	0	1 907

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				HCE
						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	17 909	16	180	1 119
2 Chaufferie gaz collective	30 675	21	80	1 461
3 Pac Air/Eau collective + chauffage électrique	66 688	16	240	4 168
4 Chaufferie gaz collective + chauffage électrique	55 512	21	80	2 643

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	44,50	kWh/m2/an	10,41	kgCO2/m2/an
2 Chaufferie gaz collective	41,70	kWh/m2/an	9,76	kgCO2/m2/an
3 Pac Air/Eau collective + chauffage électrique	22,02	kWh/m2/an	1,33	kgCO2/m2/an
4 Chaufferie gaz collective + chauffage électrique	27,89	kWh/m2/an	4,13	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	Total cumulé	t CO2/an
Année 0		<i>Investissement</i> →			17 909,28
Année 1	1 299,33	1 209,64	2 508,97	20 418,25	3,52
Année 2	1 331,81	1 270,13	2 601,94	23 020,19	3,52
Année 3	1 365,11	1 333,63	2 698,74	25 718,94	3,52
Année 4	1 399,24	1 400,31	2 799,55	28 518,49	3,52
Année 5	1 434,22	1 470,33	2 904,55	31 423,03	3,52
Année 6	1 470,07	1 543,85	3 013,92	34 436,95	3,52
Année 7	1 506,82	1 621,04	3 127,86	37 564,82	3,52
Année 8	1 544,50	1 702,09	3 246,59	40 811,40	3,52
Année 9	1 583,11	1 787,20	3 370,30	44 181,71	3,52
Année 10	1 622,69	1 876,56	3 499,24	47 680,95	3,52
Année 11	1 663,25	1 970,38	3 633,64	51 314,58	3,52
Année 12	1 704,83	2 068,90	3 773,74	55 088,32	3,52
Année 13	1 747,45	2 172,35	3 919,80	59 008,12	3,52
Année 14	1 791,14	2 280,97	4 072,11	63 080,23	3,52
Année 15	1 835,92	2 395,01	4 230,93	67 311,16	3,52
Année 16	1 881,82	2 514,76	4 396,58	71 707,74	3,52
Année 17	1 928,86	2 640,50	4 569,36	76 277,11	3,52
Année 18	1 977,08	2 772,53	4 749,61	81 026,72	3,52
Année 19	2 026,51	2 911,15	4 937,67	85 964,38	3,52
Année 20	2 077,17	3 056,71	5 133,89	91 098,27	3,52
Année 21	2 129,10	3 209,55	5 338,65	96 436,92	3,52
Année 22	2 182,33	3 370,02	5 552,36	101 989,28	3,52
Année 23	2 236,89	3 538,53	5 775,41	107 764,69	3,52
Année 24	2 292,81	3 715,45	6 008,26	113 772,95	3,52
Année 25	2 350,13	3 901,22	6 251,36	120 024,31	3,52
Année 26	2 408,89	4 096,29	6 505,17	126 529,48	3,52
Année 27	2 469,11	4 301,10	6 770,21	133 299,69	3,52
Année 28	2 530,83	4 516,16	7 046,99	140 346,68	3,52
Année 29	2 594,11	4 741,96	7 336,07	147 682,75	3,52
Année 30	2 658,96	4 979,06	7 638,02	155 320,77	3,52
Total sur 30 ans	57 044	80 367	137 411	155 321	105

		2			
		Chaufferie gaz collective			
		P2+P3	P1 Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →			30 675,45
Année	1	1 540,74	2 690,80	4 231,54	3,30
Année	2	1 579,25	2 825,34	4 404,60	3,30
Année	3	1 618,74	2 966,61	4 585,35	3,30
Année	4	1 659,20	3 114,94	4 774,14	3,30
Année	5	1 700,68	3 270,69	4 971,37	3,30
Année	6	1 743,20	3 434,22	5 177,42	3,30
Année	7	1 786,78	3 605,93	5 392,71	3,30
Année	8	1 831,45	3 786,23	5 617,68	3,30
Année	9	1 877,24	3 975,54	5 852,78	3,30
Année	10	1 924,17	4 174,32	6 098,49	3,30
Année	11	1 972,27	4 383,03	6 355,31	3,30
Année	12	2 021,58	4 602,19	6 623,77	3,30
Année	13	2 072,12	4 832,30	6 904,41	3,30
Année	14	2 123,92	5 073,91	7 197,83	3,30
Année	15	2 177,02	5 327,61	7 504,63	3,30
Année	16	2 231,44	5 593,99	7 825,43	3,30
Année	17	2 287,23	5 873,69	8 160,92	3,30
Année	18	2 344,41	6 167,37	8 511,78	3,30
Année	19	2 403,02	6 475,74	8 878,76	3,30
Année	20	2 463,10	6 799,53	9 262,62	3,30
Année	21	2 524,67	7 139,50	9 664,18	3,30
Année	22	2 587,79	7 496,48	10 084,27	3,30
Année	23	2 652,49	7 871,30	10 523,79	3,30
Année	24	2 718,80	8 264,87	10 983,66	3,30
Année	25	2 786,77	8 678,11	11 464,88	3,30
Année	26	2 856,44	9 112,01	11 968,45	3,30
Année	27	2 927,85	9 567,61	12 495,46	3,30
Année	28	3 001,05	10 046,00	13 047,04	3,30
Année	29	3 076,07	10 548,30	13 624,37	3,30
Année	30	3 152,97	11 075,71	14 228,68	3,30
Total sur 30 ans		67 642	178 774	246 416	99

		3				
		Pac Air/Eau collective + chauffage électrique				
		P2+P3	P1Elec	P1Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →				66 687,70
Année	1	4 407,98	1 613,05	-	6 021,03	72 708,73
Année	2	4 518,18	1 677,57	-	6 195,76	78 904,49
Année	3	4 631,14	1 744,68	-	6 375,81	85 280,30
Année	4	4 746,91	1 814,46	-	6 561,38	91 841,68
Année	5	4 865,59	1 887,04	-	6 752,63	98 594,31
Année	6	4 987,23	1 962,52	-	6 949,75	105 544,06
Année	7	5 111,91	2 041,03	-	7 152,93	112 696,99
Année	8	5 239,70	2 122,67	-	7 362,37	120 059,36
Année	9	5 370,70	2 207,57	-	7 578,27	127 637,63
Année	10	5 504,96	2 295,88	-	7 800,84	135 438,47
Année	11	5 642,59	2 387,71	-	8 030,30	143 468,78
Année	12	5 783,65	2 483,22	-	8 266,87	151 735,65
Année	13	5 928,24	2 582,55	-	8 510,79	160 246,44
Année	14	6 076,45	2 685,85	-	8 762,30	169 008,74
Année	15	6 228,36	2 793,28	-	9 021,65	178 030,39
Année	16	6 384,07	2 905,02	-	9 289,09	187 319,48
Année	17	6 543,67	3 021,22	-	9 564,89	196 884,37
Année	18	6 707,26	3 142,07	-	9 849,33	206 733,70
Année	19	6 874,95	3 267,75	-	10 142,69	216 876,39
Année	20	7 046,82	3 398,46	-	10 445,28	227 321,67
Année	21	7 222,99	3 534,40	-	10 757,39	238 079,06
Année	22	7 403,57	3 675,77	-	11 079,34	249 158,39
Année	23	7 588,65	3 822,80	-	11 411,46	260 569,85
Année	24	7 778,37	3 975,71	-	11 754,09	272 323,94
Année	25	7 972,83	4 134,74	-	12 107,57	284 431,51
Année	26	8 172,15	4 300,13	-	12 472,28	296 903,79
Année	27	8 376,45	4 472,14	-	12 848,59	309 752,39
Année	28	8 585,87	4 651,02	-	13 236,89	322 989,28
Année	29	8 800,51	4 837,07	-	13 637,58	336 626,85
Année	30	9 020,53	5 030,55	-	14 051,07	350 677,93
Total sur 30 ans		193 522	90 468	-	283 990	350 678
						13

		4 Chaufferie gaz collective + chauffage électrique				
		P2+P3	P1 elec	P1Gaz	Total annuel	Total cumulé
						t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →				55 512,16
Année	1	2 723,44	1 554,03	2 242,64	6 520,11	62 032,27
Année	2	2 791,52	1 616,19	2 354,78	6 762,49	68 794,75
Année	3	2 861,31	1 680,84	2 472,52	7 014,66	75 809,41
Année	4	2 932,84	1 748,07	2 596,14	7 277,05	83 086,47
Année	5	3 006,16	1 817,99	2 725,95	7 550,10	90 636,57
Année	6	3 081,32	1 890,71	2 862,25	7 834,28	98 470,85
Année	7	3 158,35	1 966,34	3 005,36	8 130,05	106 600,90
Année	8	3 237,31	2 044,99	3 155,63	8 437,93	115 038,83
Année	9	3 318,24	2 126,79	3 313,41	8 758,44	123 797,27
Année	10	3 401,20	2 211,86	3 479,08	9 092,14	132 889,41
Année	11	3 486,23	2 300,34	3 653,03	9 439,60	142 329,01
Année	12	3 573,38	2 392,35	3 835,68	9 801,42	152 130,44
Année	13	3 662,72	2 488,05	4 027,47	10 178,23	162 308,67
Année	14	3 754,29	2 587,57	4 228,84	10 570,70	172 879,37
Année	15	3 848,14	2 691,07	4 440,28	10 979,50	183 858,87
Année	16	3 944,35	2 798,71	4 662,30	11 405,36	195 264,23
Année	17	4 042,96	2 910,66	4 895,41	11 849,03	207 113,26
Année	18	4 144,03	3 027,09	5 140,18	12 311,30	219 424,56
Année	19	4 247,63	3 148,17	5 397,19	12 793,00	232 217,56
Année	20	4 353,82	3 274,10	5 667,05	13 294,97	245 512,53
Année	21	4 462,67	3 405,06	5 950,40	13 818,14	259 330,67
Année	22	4 574,23	3 541,27	6 247,93	14 363,43	273 694,10
Année	23	4 688,59	3 682,92	6 560,32	14 931,83	288 625,92
Année	24	4 805,80	3 830,23	6 888,34	15 524,38	304 150,30
Année	25	4 925,95	3 983,44	7 232,75	16 142,15	320 292,45
Année	26	5 049,10	4 142,78	7 594,39	16 786,27	337 078,72
Année	27	5 175,33	4 308,49	7 974,11	17 457,93	354 536,65
Année	28	5 304,71	4 480,83	8 372,82	18 158,36	372 695,01
Année	29	5 437,33	4 660,07	8 791,46	18 888,85	391 583,86
Année	30	5 573,26	4 846,47	9 231,03	19 650,76	411 234,62
Total sur 30 ans		119 566	87 158	148 999	355 722	411 235
						42

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

Scénario d'augmentation de l'énergie :

MOYEN

Solution de référence	1				
	P2+P3	P1 Gaz	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année 0		<i>Investissement</i> →			17 909,28
Année 1	1 299,33	1 209,64	2 508,97	20 418,25	3,52
Année 2	1 331,81	1 330,61	2 662,42	23 080,68	3,52
Année 3	1 365,11	1 463,67	2 828,78	25 909,46	3,52
Année 4	1 399,24	1 610,04	3 009,27	28 918,73	3,52
Année 5	1 434,22	1 771,04	3 205,26	32 123,99	3,52
Année 6	1 470,07	1 948,14	3 418,22	35 542,20	3,52
Année 7	1 506,82	2 142,96	3 649,78	39 191,99	3,52
Année 8	1 544,50	2 357,25	3 901,75	43 093,74	3,52
Année 9	1 583,11	2 592,98	4 176,09	47 269,82	3,52
Année 10	1 622,69	2 852,28	4 474,96	51 744,79	3,52
Année 11	1 663,25	3 137,51	4 800,76	56 545,55	3,52
Année 12	1 704,83	3 451,26	5 156,09	61 701,64	3,52
Année 13	1 747,45	3 796,38	5 543,84	67 245,47	3,52
Année 14	1 791,14	4 176,02	5 967,16	73 212,64	3,52
Année 15	1 835,92	4 593,62	6 429,54	79 642,18	3,52
Année 16	1 881,82	5 052,99	6 934,80	86 576,98	3,52
Année 17	1 928,86	5 558,28	7 487,15	94 064,13	3,52
Année 18	1 977,08	6 114,11	8 091,20	102 155,32	3,52
Année 19	2 026,51	6 725,52	8 752,03	110 907,36	3,52
Année 20	2 077,17	7 398,08	9 475,25	120 382,61	3,52
Année 21	2 129,10	8 137,88	10 266,99	130 649,60	3,52
Année 22	2 182,33	8 951,67	11 134,00	141 783,60	3,52
Année 23	2 236,89	9 846,84	12 083,73	153 867,33	3,52
Année 24	2 292,81	10 831,52	13 124,33	166 991,66	3,52
Année 25	2 350,13	11 914,68	14 264,81	181 256,47	3,52
Année 26	2 408,89	13 106,14	15 515,03	196 771,50	3,52
Année 27	2 469,11	14 416,76	16 885,86	213 657,36	3,52
Année 28	2 530,83	15 858,43	18 389,27	232 046,63	3,52
Année 29	2 594,11	17 444,28	20 038,38	252 085,01	3,52
Année 30	2 658,96	19 188,70	21 847,66	273 932,67	3,52
Total sur 30 ans	57 044	198 979	256 023	273 933	105

		2 Chaufferie gaz collective			
		P2+P3	P1 Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →			30 675,45
Année	1	1 540,74	2 690,80	4 231,54	3,30
Année	2	1 579,25	2 959,88	4 539,14	3,30
Année	3	1 618,74	3 255,87	4 874,61	3,30
Année	4	1 659,20	3 581,46	5 240,66	3,30
Année	5	1 700,68	3 939,60	5 640,29	3,30
Année	6	1 743,20	4 333,57	6 076,77	3,30
Année	7	1 786,78	4 766,92	6 553,70	3,30
Année	8	1 831,45	5 243,61	7 075,06	3,30
Année	9	1 877,24	5 767,98	7 645,21	3,30
Année	10	1 924,17	6 344,77	8 268,94	3,30
Année	11	1 972,27	6 979,25	8 951,52	3,30
Année	12	2 021,58	7 677,18	9 698,75	3,30
Année	13	2 072,12	8 444,89	10 517,01	3,30
Année	14	2 123,92	9 289,38	11 413,30	3,30
Année	15	2 177,02	10 218,32	12 395,34	3,30
Année	16	2 231,44	11 240,15	13 471,60	3,30
Année	17	2 287,23	12 364,17	14 651,40	3,30
Année	18	2 344,41	13 600,58	15 945,00	3,30
Année	19	2 403,02	14 960,64	17 363,66	3,30
Année	20	2 463,10	16 456,71	18 919,80	3,30
Année	21	2 524,67	18 102,38	20 627,05	3,30
Année	22	2 587,79	19 912,61	22 500,41	3,30
Année	23	2 652,49	21 903,88	24 556,36	3,30
Année	24	2 718,80	24 094,26	26 813,06	3,30
Année	25	2 786,77	26 503,69	29 290,46	3,30
Année	26	2 856,44	29 154,06	32 010,50	3,30
Année	27	2 927,85	32 069,47	34 997,31	3,30
Année	28	3 001,05	35 276,41	38 277,46	3,30
Année	29	3 076,07	38 804,05	41 880,12	3,30
Année	30	3 152,97	42 684,46	45 837,43	3,30
Total sur 30 ans		67 642	442 621	510 263	99

		3				
		Pac Air/Eau collective + chauffage électrique				
		P2+P3	P1Elec	P1Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i>				66 687,70
Année	1	4 407,98	1 613,05	-	6 021,03	72 708,73
Année	2	4 518,18	1 725,97	-	6 244,15	78 952,88
Année	3	4 631,14	1 846,78	-	6 477,92	85 430,80
Année	4	4 746,91	1 976,06	-	6 722,97	92 153,77
Année	5	4 865,59	2 114,38	-	6 979,97	99 133,74
Année	6	4 987,23	2 262,39	-	7 249,62	106 383,36
Année	7	5 111,91	2 420,76	-	7 532,66	113 916,02
Année	8	5 239,70	2 590,21	-	7 829,91	121 745,93
Année	9	5 370,70	2 771,52	-	8 142,22	129 888,15
Année	10	5 504,96	2 965,53	-	8 470,50	138 358,65
Année	11	5 642,59	3 173,12	-	8 815,71	147 174,36
Année	12	5 783,65	3 395,24	-	9 178,89	156 353,25
Année	13	5 928,24	3 632,90	-	9 561,15	165 914,39
Année	14	6 076,45	3 887,21	-	9 963,66	175 878,05
Année	15	6 228,36	4 159,31	-	10 387,67	186 265,72
Année	16	6 384,07	4 450,46	-	10 834,53	197 100,26
Année	17	6 543,67	4 761,99	-	11 305,67	208 405,92
Année	18	6 707,26	5 095,33	-	11 802,60	220 208,52
Année	19	6 874,95	5 452,01	-	12 326,95	232 535,48
Année	20	7 046,82	5 833,65	-	12 880,47	245 415,94
Année	21	7 222,99	6 242,00	-	13 464,99	258 880,94
Année	22	7 403,57	6 678,94	-	14 082,51	272 963,45
Année	23	7 588,65	7 146,47	-	14 735,12	287 698,57
Année	24	7 778,37	7 646,72	-	15 425,09	303 123,66
Année	25	7 972,83	8 181,99	-	16 154,82	319 278,49
Année	26	8 172,15	8 754,73	-	16 926,88	336 205,37
Année	27	8 376,45	9 367,56	-	17 744,02	353 949,39
Année	28	8 585,87	10 023,29	-	18 609,16	372 558,55
Année	29	8 800,51	10 724,92	-	19 525,44	392 083,98
Année	30	9 020,53	11 475,67	-	20 496,19	412 580,18
Total sur 30 ans		193 522	152 370	-	345 892	412 580
						13

		4 Chaufferie gaz collective + chauffage électrique				
		P2+P3	P1Elec	P1Gaz	Total annuel	Total cumulé
						t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →				55 512,16
Année	1	2 723,44	1 554,03	2 242,64	6 520,11	62 032,27
Année	2	2 791,52	1 662,81	2 466,91	6 921,24	68 953,51
Année	3	2 861,31	1 779,21	2 713,60	7 354,12	76 307,62
Année	4	2 932,84	1 903,75	2 984,96	7 821,55	84 129,17
Année	5	3 006,16	2 037,01	3 283,46	8 326,63	92 455,81
Année	6	3 081,32	2 179,60	3 611,80	8 872,72	101 328,53
Année	7	3 158,35	2 332,18	3 972,98	9 463,51	110 792,04
Année	8	3 237,31	2 495,43	4 370,28	10 103,02	120 895,06
Année	9	3 318,24	2 670,11	4 807,31	10 795,66	131 690,72
Année	10	3 401,20	2 857,02	5 288,04	11 546,25	143 236,97
Année	11	3 486,23	3 057,01	5 816,84	12 360,08	155 597,05
Année	12	3 573,38	3 271,00	6 398,53	13 242,91	168 839,96
Année	13	3 662,72	3 499,97	7 038,38	14 201,07	183 041,02
Année	14	3 754,29	3 744,96	7 742,22	15 241,47	198 282,49
Année	15	3 848,14	4 007,11	8 516,44	16 371,70	214 654,19
Année	16	3 944,35	4 287,61	9 368,08	17 600,04	232 254,23
Année	17	4 042,96	4 587,74	10 304,89	18 935,59	251 189,82
Année	18	4 144,03	4 908,88	11 335,38	20 388,30	271 578,12
Année	19	4 247,63	5 252,51	12 468,92	21 969,06	293 547,18
Année	20	4 353,82	5 620,18	13 715,81	23 689,82	317 236,99
Année	21	4 462,67	6 013,59	15 087,39	25 563,66	342 800,65
Année	22	4 574,23	6 434,55	16 596,13	27 604,91	370 405,56
Année	23	4 688,59	6 884,96	18 255,75	29 829,30	400 234,86
Année	24	4 805,80	7 366,91	20 081,32	32 254,04	432 488,90
Année	25	4 925,95	7 882,60	22 089,45	34 898,00	467 386,90
Année	26	5 049,10	8 434,38	24 298,40	37 781,87	505 168,77
Année	27	5 175,33	9 024,78	26 728,24	40 928,35	546 097,12
Année	28	5 304,71	9 656,52	29 401,06	44 362,29	590 459,41
Année	29	5 437,33	10 332,47	32 341,17	48 110,97	638 570,38
Année	30	5 573,26	11 055,75	35 575,29	52 204,29	690 774,67
Total sur 30 ans		119 566	146 795	368 902	635 263	690 775
						42

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

Scénario d'augmentation de l'énergie :

FORT

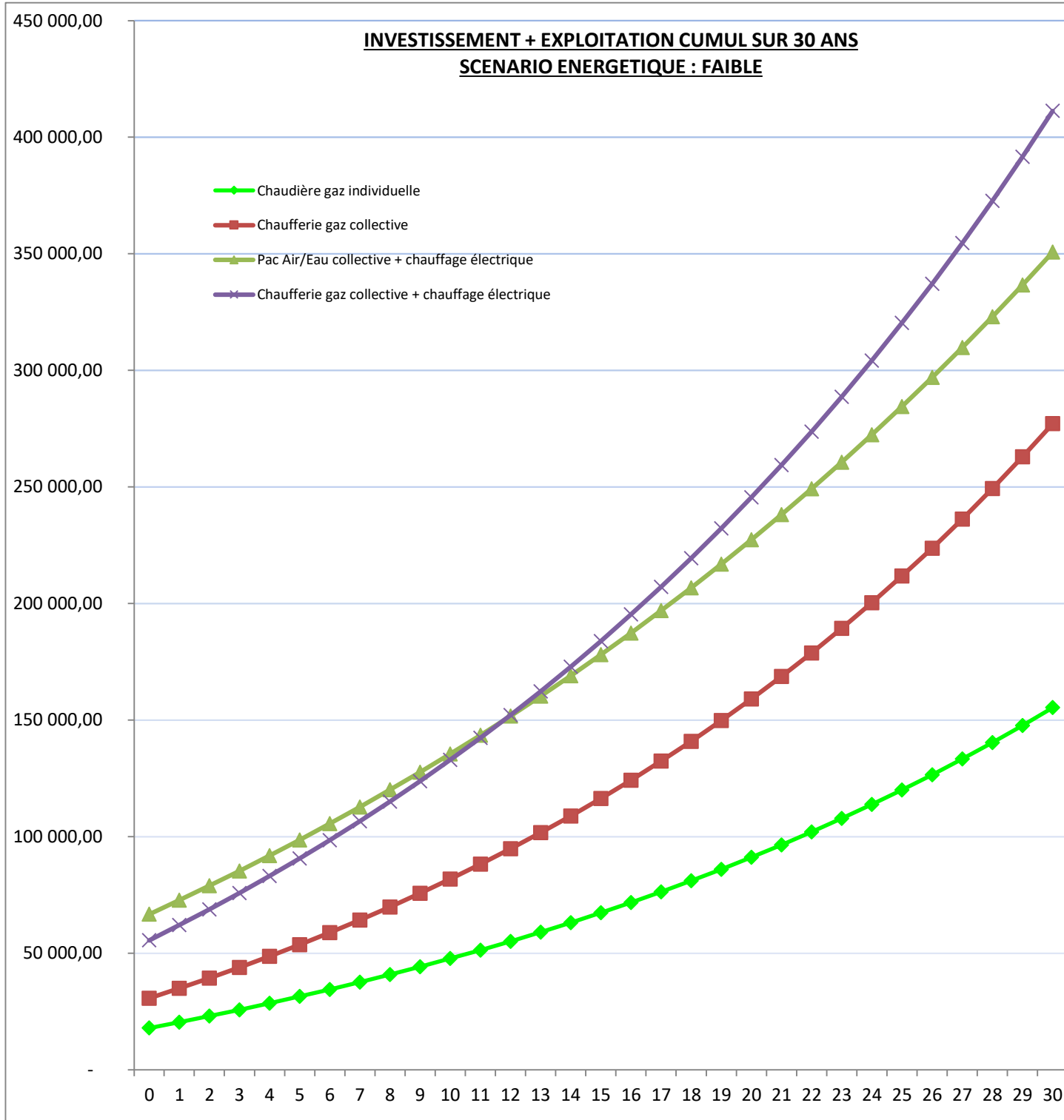
Solution de référence		1 Chaudière gaz individuelle			
		P2+P3	P1 Gaz	Total annuel	Total cumulé
					t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →			17 909,28
Année	1	1 299,33	1 209,64	2 508,97	20 418,25
Année	2	1 331,81	1 391,09	2 722,90	23 141,16
Année	3	1 365,11	1 599,75	2 964,86	26 106,02
Année	4	1 399,24	1 839,72	3 238,95	29 344,98
Année	5	1 434,22	2 115,68	3 549,89	32 894,87
Année	6	1 470,07	2 433,03	3 903,10	36 797,97
Année	7	1 506,82	2 797,98	4 304,81	41 102,78
Année	8	1 544,50	3 217,68	4 762,17	45 864,95
Année	9	1 583,11	3 700,33	5 283,44	51 148,39
Année	10	1 622,69	4 255,38	5 878,06	57 026,45
Année	11	1 663,25	4 893,69	6 556,94	63 583,39
Année	12	1 704,83	5 627,74	7 332,57	70 915,96
Année	13	1 747,45	6 471,90	8 219,36	79 135,32
Année	14	1 791,14	7 442,69	9 233,83	88 369,15
Année	15	1 835,92	8 559,09	10 395,01	98 764,15
Année	16	1 881,82	9 842,95	11 724,77	110 488,92
Année	17	1 928,86	11 319,39	13 248,26	123 737,18
Année	18	1 977,08	13 017,30	14 994,39	138 731,57
Année	19	2 026,51	14 969,90	16 996,41	155 727,98
Année	20	2 077,17	17 215,38	19 292,56	175 020,54
Année	21	2 129,10	19 797,69	21 926,80	196 947,33
Année	22	2 182,33	22 767,35	24 949,68	221 897,01
Année	23	2 236,89	26 182,45	28 419,34	250 316,35
Année	24	2 292,81	30 109,82	32 402,63	282 718,98
Année	25	2 350,13	34 626,29	36 976,42	319 695,40
Année	26	2 408,89	39 820,23	42 229,12	361 924,51
Année	27	2 469,11	45 793,27	48 262,37	410 186,89
Année	28	2 530,83	52 662,26	55 193,09	465 379,98
Année	29	2 594,11	60 561,59	63 155,70	528 535,67
Année	30	2 658,96	69 645,83	72 304,79	600 840,47
Total sur 30 ans		57 044	525 887	582 931	600 840
					105

		2			
		Chaufferie gaz collective			
		P2+P3	P1 Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →			30 675,45
Année	1	1 540,74	2 690,80	4 231,54	3,30
Année	2	1 579,25	3 094,42	4 673,68	3,30
Année	3	1 618,74	3 558,59	5 177,32	3,30
Année	4	1 659,20	4 092,38	5 751,58	3,30
Année	5	1 700,68	4 706,23	6 406,92	3,30
Année	6	1 743,20	5 412,17	7 155,37	3,30
Année	7	1 786,78	6 223,99	8 010,77	3,30
Année	8	1 831,45	7 157,59	8 989,04	3,30
Année	9	1 877,24	8 231,23	10 108,46	3,30
Année	10	1 924,17	9 465,91	11 390,08	3,30
Année	11	1 972,27	10 885,80	12 858,07	3,30
Année	12	2 021,58	12 518,67	14 540,25	3,30
Année	13	2 072,12	14 396,47	16 468,59	3,30
Année	14	2 123,92	16 555,94	18 679,86	3,30
Année	15	2 177,02	19 039,33	21 216,35	3,30
Année	16	2 231,44	21 895,23	24 126,67	3,30
Année	17	2 287,23	25 179,51	27 466,75	3,30
Année	18	2 344,41	28 956,44	31 300,85	3,30
Année	19	2 403,02	33 299,91	35 702,93	3,30
Année	20	2 463,10	38 294,89	40 757,99	3,30
Année	21	2 524,67	44 039,13	46 563,80	3,30
Année	22	2 587,79	50 645,00	53 232,79	3,30
Année	23	2 652,49	58 241,75	60 894,23	3,30
Année	24	2 718,80	66 978,01	69 696,81	3,30
Année	25	2 786,77	77 024,71	79 811,48	3,30
Année	26	2 856,44	88 578,42	91 434,85	3,30
Année	27	2 927,85	101 865,18	104 793,03	3,30
Année	28	3 001,05	117 144,96	120 146,00	3,30
Année	29	3 076,07	134 716,70	137 792,77	3,30
Année	30	3 152,97	154 924,20	158 077,18	3,30
Total sur 30 ans		67 642	1 169 814	1 237 456	99

		3				
		Pac Air/Eau collective + chauffage électrique				
		P2+P3	P1Elec	P1Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →				66 687,70
Année	1	4 407,98	1 613,05	-	6 021,03	72 708,73
Année	2	4 518,18	1 774,36	-	6 292,54	79 001,27
Année	3	4 631,14	1 951,79	-	6 582,93	85 584,20
Année	4	4 746,91	2 146,97	-	6 893,89	92 478,09
Année	5	4 865,59	2 361,67	-	7 227,26	99 705,34
Année	6	4 987,23	2 597,84	-	7 585,06	107 290,41
Année	7	5 111,91	2 857,62	-	7 969,53	115 259,93
Année	8	5 239,70	3 143,38	-	8 383,09	123 643,02
Année	9	5 370,70	3 457,72	-	8 828,42	132 471,44
Année	10	5 504,96	3 803,49	-	9 308,46	141 779,90
Année	11	5 642,59	4 183,84	-	9 826,43	151 606,33
Année	12	5 783,65	4 602,23	-	10 385,88	161 992,21
Année	13	5 928,24	5 062,45	-	10 990,69	172 982,90
Année	14	6 076,45	5 568,69	-	11 645,14	184 628,04
Année	15	6 228,36	6 125,56	-	12 353,93	196 981,97
Année	16	6 384,07	6 738,12	-	13 122,19	210 104,16
Année	17	6 543,67	7 411,93	-	13 955,60	224 059,77
Année	18	6 707,26	8 153,12	-	14 860,39	238 920,15
Année	19	6 874,95	8 968,44	-	15 843,38	254 763,54
Année	20	7 046,82	9 865,28	-	16 912,10	271 675,64
Année	21	7 222,99	10 851,81	-	18 074,80	289 750,44
Année	22	7 403,57	11 936,99	-	19 340,56	309 090,99
Année	23	7 588,65	13 130,69	-	20 719,34	329 810,34
Année	24	7 778,37	14 443,76	-	22 222,13	352 032,47
Année	25	7 972,83	15 888,13	-	23 860,96	375 893,43
Année	26	8 172,15	17 476,95	-	25 649,10	401 542,53
Année	27	8 376,45	19 224,64	-	27 601,10	429 143,62
Année	28	8 585,87	21 147,11	-	29 732,97	458 876,60
Année	29	8 800,51	23 261,82	-	32 062,33	490 938,92
Année	30	9 020,53	25 588,00	-	34 608,52	525 547,45
Total sur 30 ans		193 522	265 337	-	458 860	525 547
						13

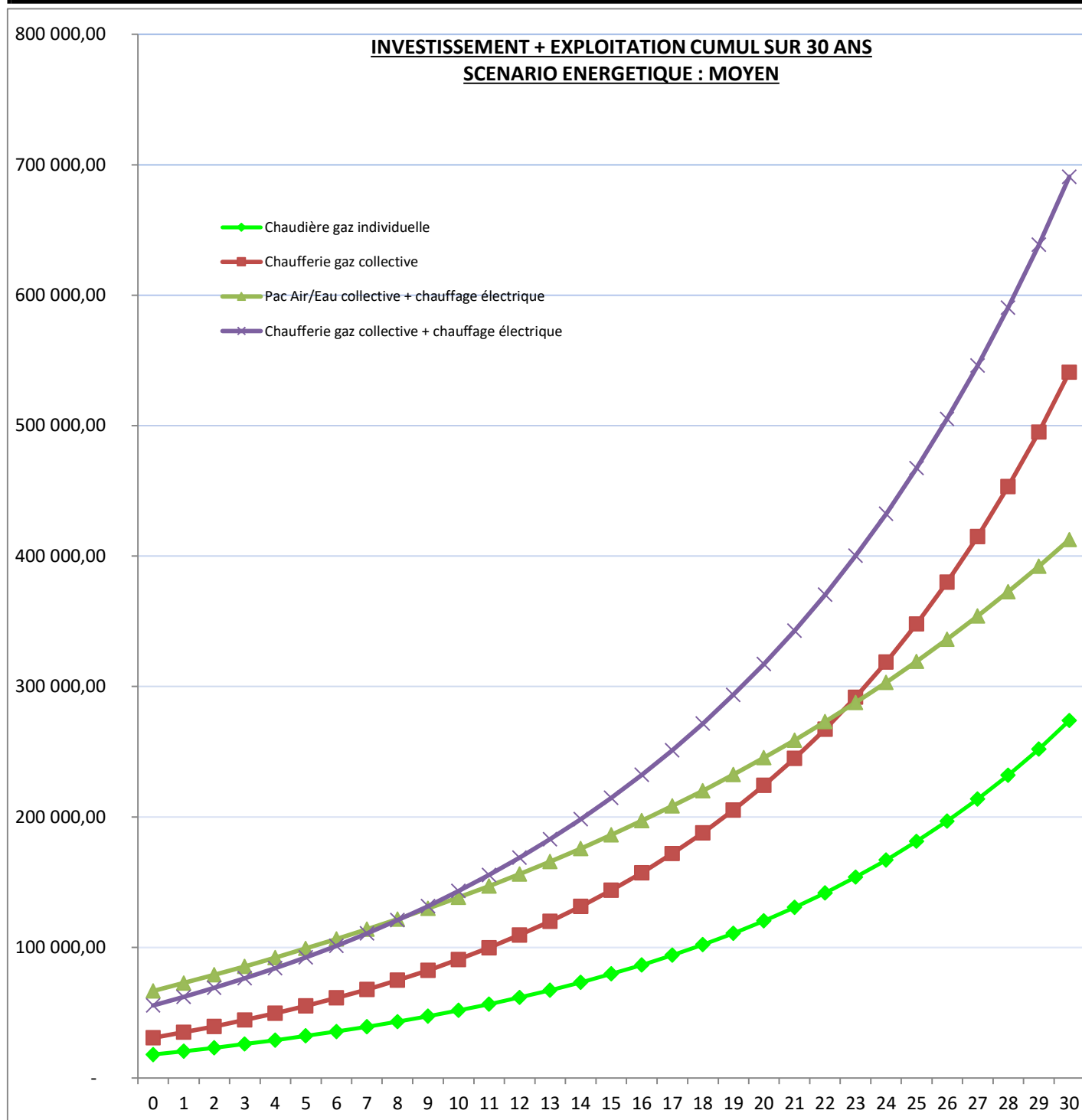
		4				
		Chaufferie gaz collective + chauffage électrique				
		P2+P3	P1 Elec	P1Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →				55 512,16
Année	1	2 723,44	1 554,03	2 242,64	6 520,11	1,40
Année	2	2 791,52	1 709,43	2 579,04	7 079,99	1,40
Année	3	2 861,31	1 880,37	2 965,90	7 707,58	1,40
Année	4	2 932,84	2 068,41	3 410,78	8 412,04	1,40
Année	5	3 006,16	2 275,25	3 922,40	9 203,81	1,40
Année	6	3 081,32	2 502,78	4 510,76	10 094,85	1,40
Année	7	3 158,35	2 753,05	5 187,37	11 098,78	1,40
Année	8	3 237,31	3 028,36	5 965,48	12 231,15	1,40
Année	9	3 318,24	3 331,19	6 860,30	13 509,74	1,40
Année	10	3 401,20	3 664,31	7 889,35	14 954,86	1,40
Année	11	3 486,23	4 030,75	9 072,75	16 589,72	1,40
Année	12	3 573,38	4 433,82	10 433,66	18 440,87	1,40
Année	13	3 662,72	4 877,20	11 998,71	20 538,63	1,40
Année	14	3 754,29	5 364,92	13 798,52	22 917,73	1,40
Année	15	3 848,14	5 901,41	15 868,30	25 617,85	1,40
Année	16	3 944,35	6 491,56	18 248,54	28 684,44	1,40
Année	17	4 042,96	7 140,71	20 985,82	32 169,49	1,40
Année	18	4 144,03	7 854,78	24 133,69	36 132,51	1,40
Année	19	4 247,63	8 640,26	27 753,75	40 641,64	1,40
Année	20	4 353,82	9 504,29	31 916,81	45 774,92	1,40
Année	21	4 462,67	10 454,72	36 704,33	51 621,72	1,40
Année	22	4 574,23	11 500,19	42 209,98	58 284,40	1,40
Année	23	4 688,59	12 650,21	48 541,48	65 880,28	1,40
Année	24	4 805,80	13 915,23	55 822,70	74 543,73	1,40
Année	25	4 925,95	15 306,75	64 196,11	84 428,81	1,40
Année	26	5 049,10	16 837,43	73 825,52	95 712,05	1,40
Année	27	5 175,33	18 521,17	84 899,35	108 595,85	1,40
Année	28	5 304,71	20 373,28	97 634,26	123 312,25	1,40
Année	29	5 437,33	22 410,61	112 279,39	140 127,33	1,40
Année	30	5 573,26	24 651,67	129 121,30	159 346,24	1,40
Total sur 30 ans		119 566	255 628	974 979	1 350 173	42

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



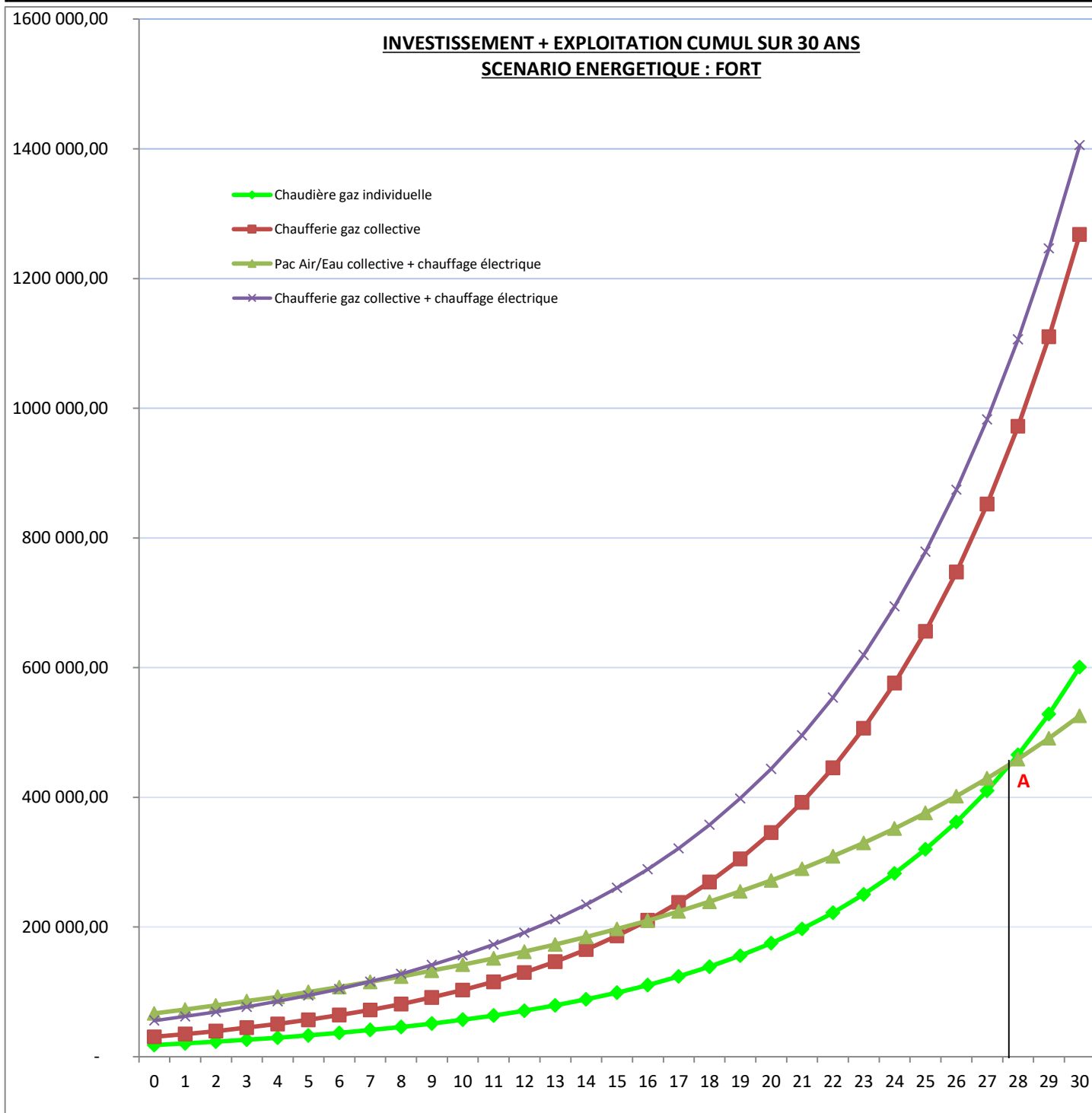
En cas d'une faible augmentation du coût de l'énergie, la solution chaudière gaz individuelle serait la plus rentable économiquement avec un bâtiment de cette ampleur et de cette disposition.

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



En cas d'une moyenne augmentation du coût de l'énergie, la solution chaudière gaz individuelle serait la plus rentable économiquement avec un bâtiment de cette ampleur et de cette disposition.

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



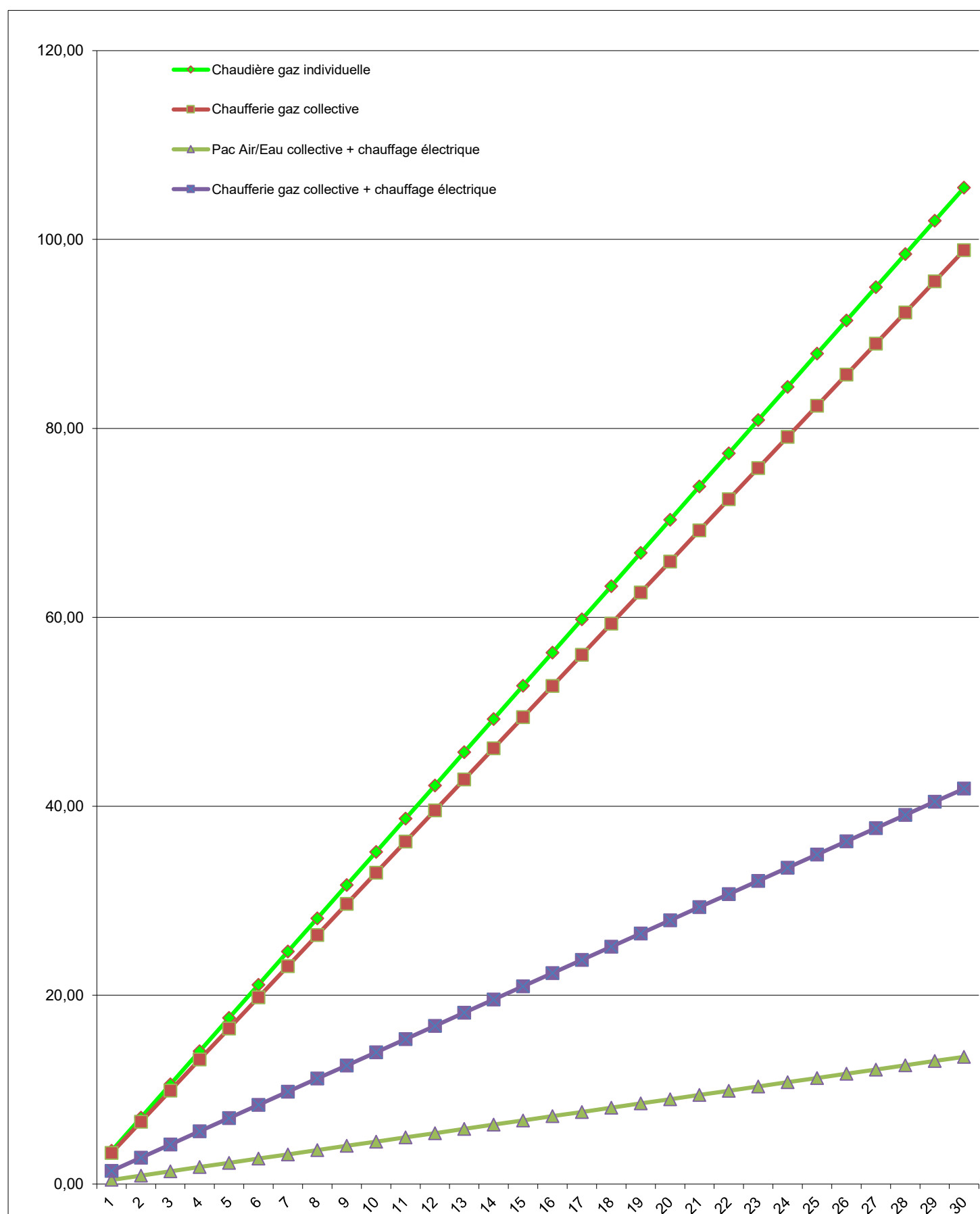
En cas d'une forte augmentation du coût de l'énergie, la solution chaudière gaz individuelle serait la plus rentable économiquement avec un bâtiment de cette ampleur et de cette disposition.

A : La solution chauffage électrique et Pac Air/eau collective devient la solution la plus rentable après 28 années d'exploitation.

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	3,52	3,30	0,45	1,40
Année 2	7,03	6,59	0,90	2,79
Année 3	10,55	9,89	1,35	4,19
Année 4	14,07	13,18	1,80	5,58
Année 5	17,58	16,48	2,24	6,98
Année 6	21,10	19,77	2,69	8,37
Année 7	24,62	23,07	3,14	9,77
Année 8	28,13	26,36	3,59	11,17
Année 9	31,65	29,66	4,04	12,56
Année 10	35,16	32,96	4,49	13,96
Année 11	38,68	36,25	4,94	15,35
Année 12	42,20	39,55	5,39	16,75
Année 13	45,71	42,84	5,84	18,14
Année 14	49,23	46,14	6,29	19,54
Année 15	52,75	49,43	6,73	20,93
Année 16	56,26	52,73	7,18	22,33
Année 17	59,78	56,02	7,63	23,73
Année 18	63,30	59,32	8,08	25,12
Année 19	66,81	62,62	8,53	26,52
Année 20	70,33	65,91	8,98	27,91
Année 21	73,85	69,21	9,43	29,31
Année 22	77,36	72,50	9,88	30,70
Année 23	80,88	75,80	10,33	32,10
Année 24	84,39	79,09	10,78	33,50
Année 25	87,91	82,39	11,22	34,89
Année 26	91,43	85,69	11,67	36,29
Année 27	94,94	88,98	12,12	37,68
Année 28	98,46	92,28	12,57	39,08
Année 29	101,98	95,57	13,02	40,47
Année 30	105	99	13	42

COMPARATIF DES REJETS EN TONNES DE CO2 CUMULES SUR 30 ANS



INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRODUCTION ENERGETIQUE

Solution No 1

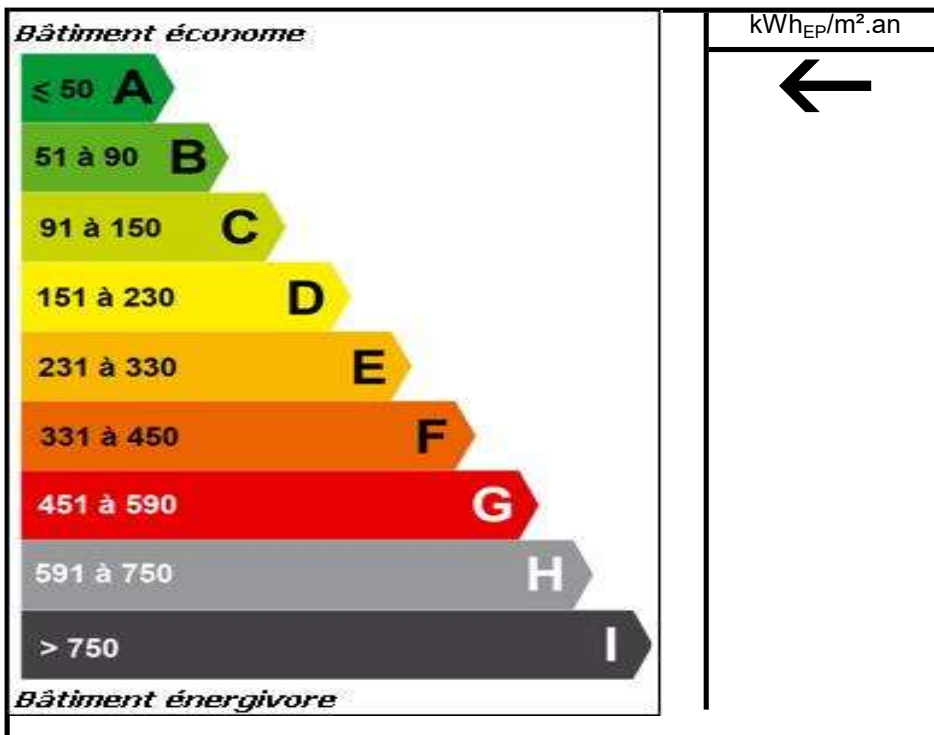
Consommation énergétique (en énergie primaire)

Energie :

Consommation réelle :

Chaudière gaz individuelle

Gaz
44,50

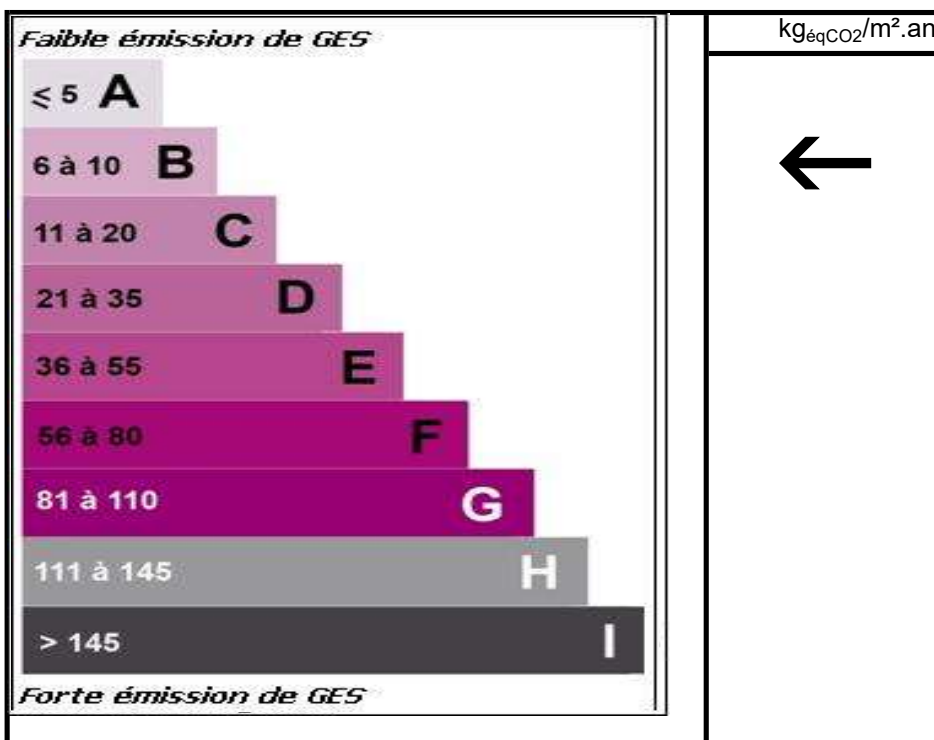


Emission de Gaz à effet de serre (GES)

Energie :

Estimation des émissions :

Gaz
10,41



INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRODUCTION ENERGETIQUE

Solution No 2

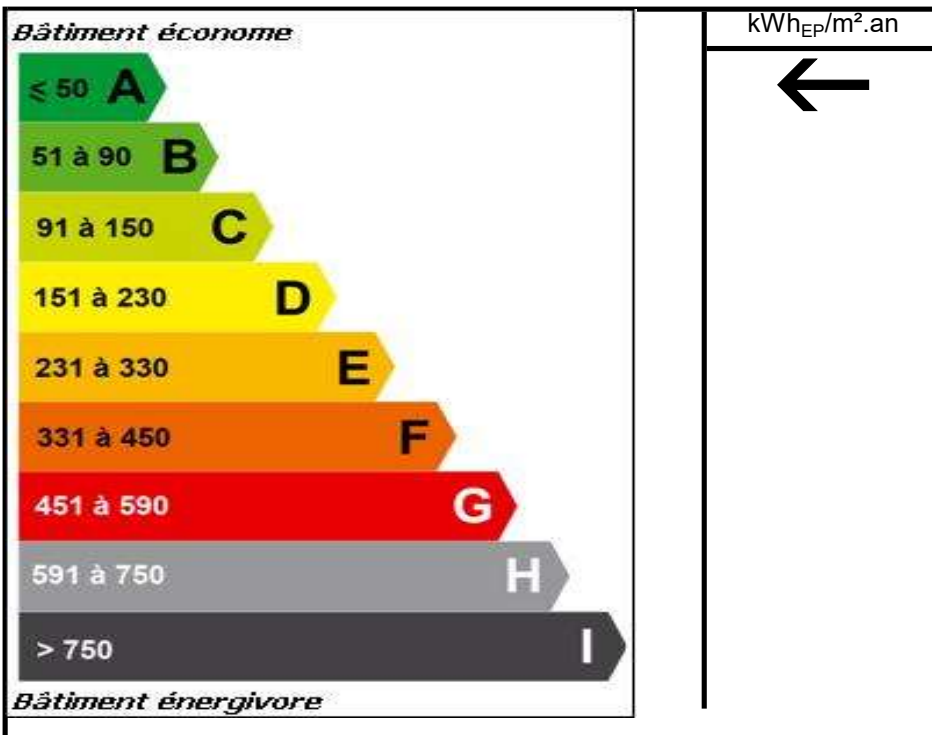
Consommation énergétique (en énergie primaire)

Energie :

Consommation réelle :

Chaudière gaz collective

Gaz
41,70

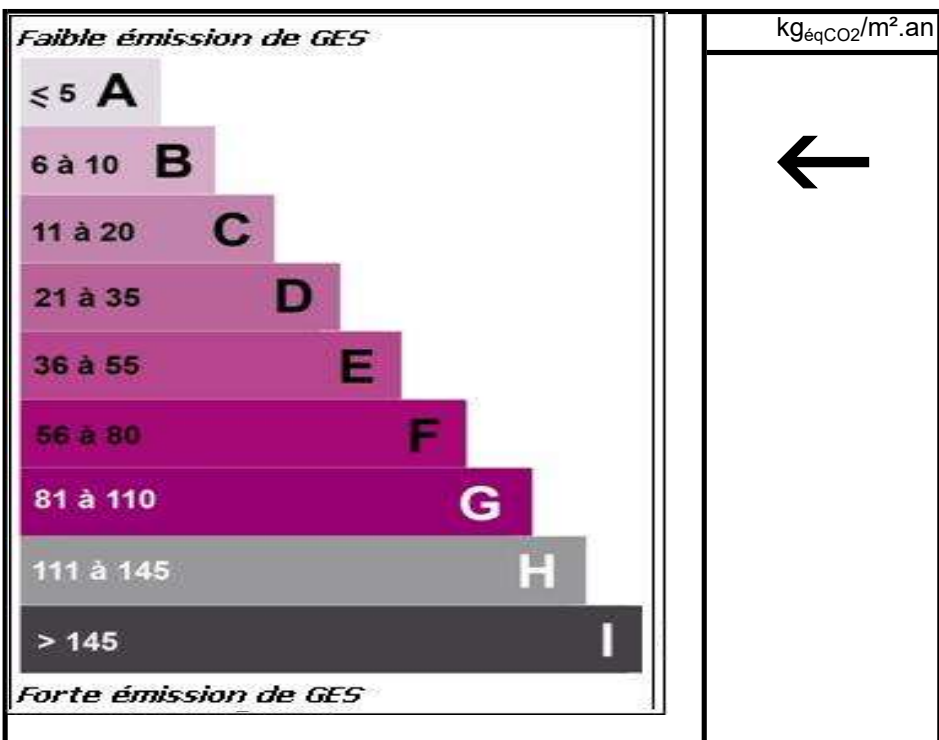


Emission de Gaz à effet de serre (GES)

Energie :

Estimation des émissions :

Gaz
9,76



INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRODUCTION ENERGETIQUE

Solution No 3

Consommation énergétique (en énergie primaire)

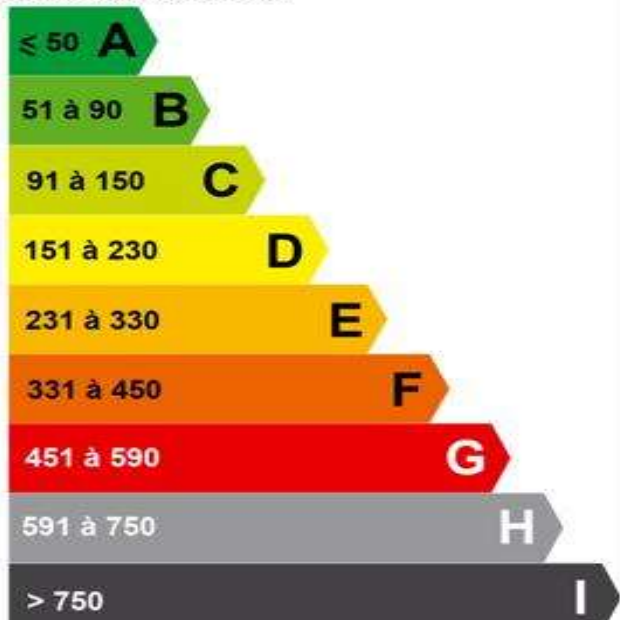
Energie :

Consommation réelle :

Pac Air/Eau collective + chauffage électrique

Elec
22,02

Bâtiment économe



Bâtiment énergivore

kWh_{EP}/m².an



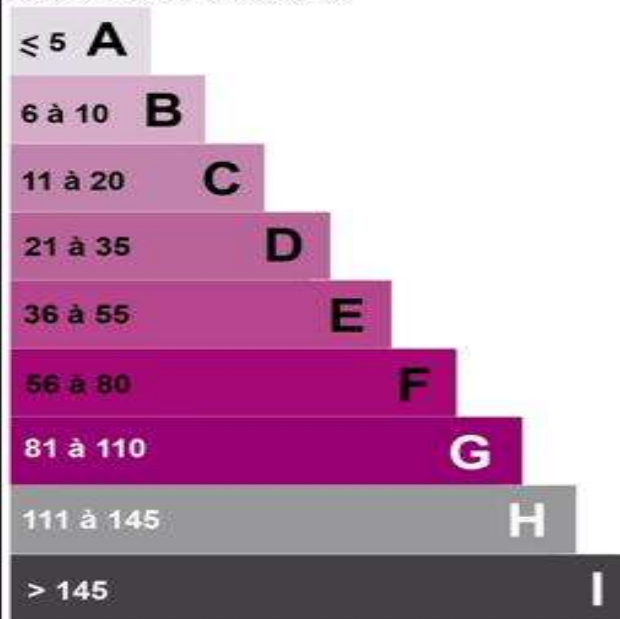
Emission de Gaz à effet de serre (GES)

Energie :

Estimation des émissions :

Elec
1,33

Faible émission de GES



Forte émission de GES

kg_{eqCO2}/m².an



INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRODUCTION ENERGETIQUE

Solution No 4

Consommation énergétique (en énergie primaire)

Energie :

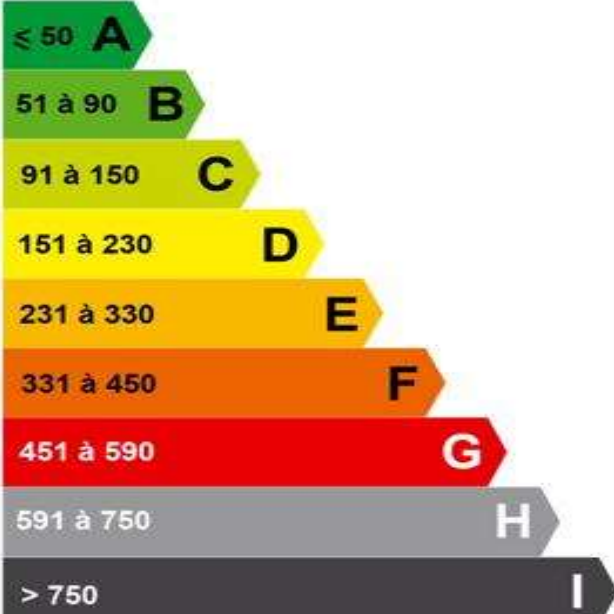
Consommation réelle :

Chaudière gaz collective + chauffage électrique

Gaz et Elec

27,89

Bâtiment économe



Bâtiment énergivore

kWh_{EP}/m².an



Emission de Gaz à effet de serre (GES)

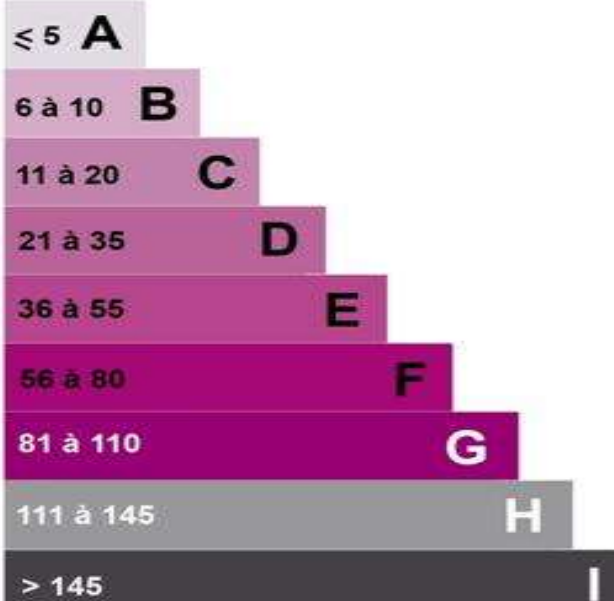
Energie :

Estimation des émissions :

Gaz et Elec

4,13

Faible émission de GES



Forte émission de GES

kg_{eqCO2}/m².an



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).
- Gain de surface : pas de chaufferie

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.
- Qualité de service sur le chauffage et l'ECS.

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).
- Absence de réseau de distribution de chauffage
- Moins d'entretien à prévoir pour les radiateurs électriques
- Supprime le gaz dans les logements et les contraintes de sécurité incendie

Inconvénients :

- Reprend les inconvénients de l'ECS collective en matière de distribution
- Solution émettant très peu de CO2 dans l'atmosphère

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
- Amélioration du bilan environnemental en regard des solutions 1 et 2.
- Absence de réseau de distribution de chauffage

Inconvénients :

- Reprend les inconvénients de l'ECS collective en matière de distribution
- Solution émettant peu de CO2 dans l'atmosphère

Conclusion :

En regard de l'étude présentée ici, la solution chaudière gaz individuelle est la plus intéressante pour le Maître d'Ouvrage.

D'un point de vu écologique, la solution n°3 : production d'ECS collective par PAC Air/eau et chauffage électrique est la plus intéressante pour le Maître d'Ouvrage.