



www.diagobat.fr

AMÉNAGEMENT DU PARC DES SUBSISTANCE - BÂTIMENT E2

Avenue du Maréchal de Villars
77300 FONTAINEBLEAU

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



Diagobat
ENVIRONNEMENT

CONTEXTE REGLEMENTAIRE

TEXTE REGLEMENTAIRE DE REFERENCE :

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

MODALITES DE REALISATION DES ETUDES :

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

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

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

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

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

CONTEXTE REGLEMENTAIRE

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

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

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

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

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

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

1- Données générales

Surface Shab	1 128,61 m ²
Surface SHON _{RT}	1 531,50 m ²
Nb de logements	13 Logements

Installations techniques solution No 1	Chaudière gaz individuelle
- Chaudière gaz individuelle à condensation pour le chauffage et l'ECS - Distribution bi-tube - Radiateurs acier basse température avec robinet thermostatique - Gestion par thermostat programmable par appartement	

Installations techniques solution No 2	Chaufferie gaz collective
- Chaudières gaz collectives à condensation pour le chauffage et l'ECS - Distribution chaleur primaire avec ballon de stockage - Module Thermique d'appartement pour la distribution de chauffage et d'ECS - Radiateurs acier basse température avec robinet thermostatique - Gestion par thermostat programmable par appartement	

Installations techniques solution No 3	Pac Air/Eau collective + chauffage électrique
- PAC Air/Eau collective pour l'ECS - Radiateurs électriques pour le chauffage	

Installations techniques solution No 4	Chaufferie gaz collective + chauffage électrique
- Chaudières gaz collectives à condensation pour l'ECS - Distribution ECS primaire avec ballon de stockage - Radiateurs électrique pour le chauffage	

2- Modélisation Energétique

Estimation des besoins de Chauffage - Méthode TH-B :	70 143	kWhEP/an
Estimation des besoins d'ECS - Dimensionnement TECSOL :	36 297	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 =	105 598	kWh gaz	Ce S1 = 58 923 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 =	101 595	kWh gaz	Ce S2 = 53 152 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 =	73 834	kWh elec	Ce S3 12 149 kWh elec

Solution 4 : Chaufferie gaz collective + chauffage électrique

<u>Hypothèses sur les rendements :</u>	<u>Chauffage</u>	<u>ECS</u>
Rendement de distribution moyen Rd :	1	Rendement de stockage Rs : 0,97
Rendement d'émission moyen Re :	1	Rendement de distribution Rd : 0,88
Rendement de génération moyen Rg :	1	Rendement de génération Rg : 0,8
Rendement de régulation moyen Rr :	0,95	
<u>Consommation chauffage :</u>		<u>Consommation ECS :</u>
C = (B)/(Rd*Re*Rg*Rr)		
Cc S4 = 59 068	kWh elec	Ce S4 42 522 kWh gaz

3- Consommations annuelles prévisionnelles calculées (P1)

		Energie finale (kWh) - Global		
		gaz	Bois	Electricité
Solution No				
1	Chaudière gaz individuelle	164 521	0	0
2	Chaufferie gaz collective	154 748	0	0
3	Pac Air/Eau collective + chauffage électrique	0	0	33 327
4	Chaufferie gaz collective + chauffage électrique	42 522	0	22 894

4- Coûts des énergies

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

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

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

5- Hypothèses augmentations des énergies : %/an

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

6- Hypothèses sur coûts d'investissement et de maintenance

Solution	Invest. initial € HT	Durée de vie	P2 € HT/an	P3 € HT/an
1 Chaudière gaz individuelle	78 510	16	780	4 907
2 Chaufferie gaz collective	158 731	21	1 000	7 559
3 Pac Air/Eau collective + chauffage électrique	152 797	16	3 000	9 550
4 Chaufferie gaz collective + chauffage électrique	120 653	21	1 000	5 745

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	107,43	kWh/m2/an	25,14	kgCO2/m2/an
2 Chaufferie gaz collective	101,04	kWh/m2/an	23,64	kgCO2/m2/an
3 Pac Air/Eau collective + chauffage électrique	56,14	kWh/m2/an	3,49	kgCO2/m2/an
4 Chaufferie gaz collective + chauffage électrique	66,33	kWh/m2/an	9,19	kgCO2/m2/an

10- Simulation en cout global actualise sur 30 ans (€ H1)

Scénario d'augmentation de l'énergie :

FAIBLE

Solution de référence		1			
		Chaudière gaz individuelle			
		P2+P3	P1 Gaz	Total annuel	Total cumulé
					t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →			78 509,99
Année	1	5 686,87	11 553,84	17 240,72	95 750,71
Année	2	5 829,05	12 131,53	17 960,58	113 711,29
Année	3	5 974,77	12 738,11	18 712,88	132 424,17
Année	4	6 124,14	13 375,02	19 499,16	151 923,33
Année	5	6 277,25	14 043,77	20 321,01	172 244,34
Année	6	6 434,18	14 745,96	21 180,13	193 424,47
Année	7	6 595,03	15 483,25	22 078,28	215 502,76
Année	8	6 759,91	16 257,42	23 017,32	238 520,08
Année	9	6 928,90	17 070,29	23 999,19	262 519,27
Année	10	7 102,13	17 923,80	25 025,93	287 545,20
Année	11	7 279,68	18 819,99	26 099,67	313 644,87
Année	12	7 461,67	19 760,99	27 222,66	340 867,53
Année	13	7 648,21	20 749,04	28 397,25	369 264,79
Année	14	7 839,42	21 786,49	29 625,91	398 890,70
Année	15	8 035,40	22 875,82	30 911,22	429 801,92
Année	16	8 236,29	24 019,61	32 255,90	462 057,82
Année	17	8 442,20	25 220,59	33 662,79	495 720,61
Année	18	8 653,25	26 481,62	35 134,87	530 855,48
Année	19	8 869,58	27 805,70	36 675,28	567 530,76
Année	20	9 091,32	29 195,98	38 287,31	605 818,06
Année	21	9 318,61	30 655,78	39 974,39	645 792,45
Année	22	9 551,57	32 188,57	41 740,14	687 532,60
Année	23	9 790,36	33 798,00	43 588,36	731 120,96
Année	24	10 035,12	35 487,90	45 523,02	776 643,98
Année	25	10 286,00	37 262,30	47 548,29	824 192,27
Année	26	10 543,15	39 125,41	49 668,56	873 860,83
Année	27	10 806,73	41 081,68	51 888,41	925 749,23
Année	28	11 076,89	43 135,77	54 212,66	979 961,89
Année	29	11 353,82	45 292,55	56 646,37	1 036 608,26
Année	30	11 637,66	47 557,18	59 194,84	1 095 803,11
Total sur 30 ans		249 669	767 624	1 017 293	1 095 803
					1155

		2 Chaufferie gaz collective			
		P2+P3	P1 Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →			158 731,04
Année	1	8 558,62	9 266,84	17 825,46	36,21
Année	2	8 772,59	9 730,18	18 502,77	36,21
Année	3	8 991,90	10 216,69	19 208,59	36,21
Année	4	9 216,70	10 727,52	19 944,22	36,21
Année	5	9 447,12	11 263,90	20 711,01	36,21
Année	6	9 683,29	11 827,09	21 510,39	36,21
Année	7	9 925,38	12 418,45	22 343,82	36,21
Année	8	10 173,51	13 039,37	23 212,88	36,21
Année	9	10 427,85	13 691,34	24 119,19	36,21
Année	10	10 688,54	14 375,91	25 064,45	36,21
Année	11	10 955,76	15 094,70	26 050,46	36,21
Année	12	11 229,65	15 849,44	27 079,09	36,21
Année	13	11 510,39	16 641,91	28 152,30	36,21
Année	14	11 798,15	17 474,00	29 272,16	36,21
Année	15	12 093,11	18 347,70	30 440,81	36,21
Année	16	12 395,44	19 265,09	31 660,52	36,21
Année	17	12 705,32	20 228,34	32 933,66	36,21
Année	18	13 022,95	21 239,76	34 262,71	36,21
Année	19	13 348,53	22 301,75	35 650,28	36,21
Année	20	13 682,24	23 416,84	37 099,08	36,21
Année	21	14 024,30	24 587,68	38 611,97	36,21
Année	22	14 374,90	25 817,06	40 191,97	36,21
Année	23	14 734,28	27 107,91	41 842,19	36,21
Année	24	15 102,63	28 463,31	43 565,94	36,21
Année	25	15 480,20	29 886,47	45 366,67	36,21
Année	26	15 867,20	31 380,80	47 248,00	36,21
Année	27	16 263,88	32 949,84	49 213,72	36,21
Année	28	16 670,48	34 597,33	51 267,81	36,21
Année	29	17 087,24	36 327,20	53 414,44	36,21
Année	30	17 514,43	38 143,56	55 657,98	36,21
Total sur 30 ans		375 747	615 678	991 425	1 150 156

		3				
		Pac Air/Eau collective + chauffage électrique				
		P2+P3	P1Elec	P1Gaz	Total annuel	Total cumulé
		t CO2/an				
Année	0	<i>Investissement</i> → 152 797,10				
Année	1	12 549,82	3 456,60	-	16 006,42	168 803,52
Année	2	12 863,56	3 594,86	-	16 458,43	185 261,94
Année	3	13 185,15	3 738,66	-	16 923,81	202 185,75
Année	4	13 514,78	3 888,20	-	17 402,98	219 588,74
Année	5	13 852,65	4 043,73	-	17 896,38	237 485,12
Année	6	14 198,97	4 205,48	-	18 404,45	255 889,57
Année	7	14 553,94	4 373,70	-	18 927,64	274 817,21
Année	8	14 917,79	4 548,65	-	19 466,44	294 283,65
Année	9	15 290,74	4 730,59	-	20 021,33	314 304,98
Année	10	15 673,00	4 919,82	-	20 592,82	334 897,80
Année	11	16 064,83	5 116,61	-	21 181,44	356 079,24
Année	12	16 466,45	5 321,27	-	21 787,72	377 866,96
Année	13	16 878,11	5 534,12	-	22 412,24	400 279,20
Année	14	17 300,06	5 755,49	-	23 055,55	423 334,75
Année	15	17 732,57	5 985,71	-	23 718,27	447 053,03
Année	16	18 175,88	6 225,14	-	24 401,02	471 454,04
Année	17	18 630,28	6 474,14	-	25 104,42	496 558,46
Année	18	19 096,03	6 733,11	-	25 829,14	522 387,61
Année	19	19 573,43	7 002,43	-	26 575,87	548 963,47
Année	20	20 062,77	7 282,53	-	27 345,30	576 308,77
Année	21	20 564,34	7 573,83	-	28 138,17	604 446,95
Année	22	21 078,45	7 876,79	-	28 955,23	633 402,18
Année	23	21 605,41	8 191,86	-	29 797,27	663 199,44
Année	24	22 145,54	8 519,53	-	30 665,08	693 864,52
Année	25	22 699,18	8 860,31	-	31 559,50	725 424,02
Année	26	23 266,66	9 214,72	-	32 481,39	757 905,40
Année	27	23 848,33	9 583,31	-	33 431,64	791 337,05
Année	28	24 444,54	9 966,65	-	34 411,18	825 748,23
Année	29	25 055,65	10 365,31	-	35 420,96	861 169,19
Année	30	25 682,04	10 779,92	-	36 461,97	897 631,16
Total sur 30 ans		550 971	193 863	-	744 834	897 631
						160

		4				
		Chaufferie gaz collective + chauffage électrique				
		P2+P3	P1 elec	P1Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →				120 652,74
Année	1	6 745,37	2 824,88	4 020,28	13 590,53	14,07
Année	2	6 914,00	2 937,87	4 221,30	14 073,17	14,07
Année	3	7 086,85	3 055,39	4 432,36	14 574,60	14,07
Année	4	7 264,02	3 177,60	4 653,98	15 095,61	14,07
Année	5	7 445,62	3 304,71	4 886,68	15 637,01	14,07
Année	6	7 631,77	3 436,90	5 131,01	16 199,67	14,07
Année	7	7 822,56	3 574,37	5 387,56	16 784,49	14,07
Année	8	8 018,12	3 717,35	5 656,94	17 392,41	14,07
Année	9	8 218,58	3 866,04	5 939,79	18 024,41	14,07
Année	10	8 424,04	4 020,68	6 236,78	18 681,50	14,07
Année	11	8 634,64	4 181,51	6 548,61	19 364,77	14,07
Année	12	8 850,51	4 348,77	6 876,05	20 075,33	14,07
Année	13	9 071,77	4 522,72	7 219,85	20 814,34	14,07
Année	14	9 298,57	4 703,63	7 580,84	21 583,04	14,07
Année	15	9 531,03	4 891,78	7 959,88	22 382,69	14,07
Année	16	9 769,30	5 087,45	8 357,88	23 214,63	14,07
Année	17	10 013,54	5 290,95	8 775,77	24 080,25	14,07
Année	18	10 263,88	5 502,58	9 214,56	24 981,02	14,07
Année	19	10 520,47	5 722,69	9 675,29	25 918,45	14,07
Année	20	10 783,48	5 951,59	10 159,05	26 894,13	14,07
Année	21	11 053,07	6 189,66	10 667,00	27 909,73	14,07
Année	22	11 329,40	6 437,24	11 200,35	28 967,00	14,07
Année	23	11 612,63	6 694,73	11 760,37	30 067,74	14,07
Année	24	11 902,95	6 962,52	12 348,39	31 213,86	14,07
Année	25	12 200,52	7 241,02	12 965,81	32 407,36	14,07
Année	26	12 505,54	7 530,67	13 614,10	33 650,30	14,07
Année	27	12 818,17	7 831,89	14 294,80	34 944,87	14,07
Année	28	13 138,63	8 145,17	15 009,55	36 293,34	14,07
Année	29	13 467,09	8 470,97	15 760,02	37 698,09	14,07
Année	30	13 803,77	8 809,81	16 548,02	39 161,61	14,07
Total sur 30 ans		296 140	158 433	267 103	721 676	422

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

Scénario d'augmentation de l'énergie :

MOYEN

Solution de référence		1 Chaudière gaz individuelle			
		P2+P3	P1 Gaz	Total annuel	Total cumulé
					t CO2/an
Année	0		<i>Investissement</i> →	78 509,99	
Année	1	5 686,87	11 553,84	17 240,72	95 750,71
Année	2	5 829,05	12 709,23	18 538,27	114 288,98
Année	3	5 974,77	13 980,15	19 954,92	134 243,90
Année	4	6 124,14	15 378,16	21 502,31	155 746,21
Année	5	6 277,25	16 915,98	23 193,23	178 939,43
Année	6	6 434,18	18 607,58	25 041,75	203 981,19
Année	7	6 595,03	20 468,34	27 063,37	231 044,55
Année	8	6 759,91	22 515,17	29 275,08	260 319,63
Année	9	6 928,90	24 766,69	31 695,59	292 015,22
Année	10	7 102,13	27 243,36	34 345,48	326 360,70
Année	11	7 279,68	29 967,69	37 247,37	363 608,07
Année	12	7 461,67	32 964,46	40 426,13	404 034,21
Année	13	7 648,21	36 260,91	43 909,12	447 943,33
Année	14	7 839,42	39 887,00	47 726,42	495 669,74
Année	15	8 035,40	43 875,70	51 911,10	547 580,84
Année	16	8 236,29	48 263,27	56 499,56	604 080,40
Année	17	8 442,20	53 089,59	61 531,79	665 612,19
Année	18	8 653,25	58 398,55	67 051,80	732 663,99
Année	19	8 869,58	64 238,41	73 107,99	805 771,98
Année	20	9 091,32	70 662,25	79 753,57	885 525,55
Année	21	9 318,61	77 728,47	87 047,08	972 572,63
Année	22	9 551,57	85 501,32	95 052,89	1 067 625,52
Année	23	9 790,36	94 051,45	103 841,81	1 171 467,33
Année	24	10 035,12	103 456,60	113 491,72	1 284 959,05
Année	25	10 286,00	113 802,26	124 088,25	1 409 047,31
Année	26	10 543,15	125 182,48	135 725,63	1 544 772,93
Année	27	10 806,73	137 700,73	148 507,46	1 693 280,39
Année	28	11 076,89	151 470,80	162 547,70	1 855 828,09
Année	29	11 353,82	166 617,88	177 971,70	2 033 799,79
Année	30	11 637,66	183 279,67	194 917,33	2 228 717,12
Total sur 30 ans		249 669	1 900 538	2 150 207	2 228 717
					1155

		2 Chaufferie gaz collective			
		P2+P3	P1 Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →			158 731,04
Année	1	8 558,62	9 266,84	17 825,46	36,21
Année	2	8 772,59	10 193,52	18 966,11	36,21
Année	3	8 991,90	11 212,87	20 204,77	36,21
Année	4	9 216,70	12 334,16	21 550,86	36,21
Année	5	9 447,12	13 567,58	23 014,69	36,21
Année	6	9 683,29	14 924,33	24 607,63	36,21
Année	7	9 925,38	16 416,77	26 342,14	36,21
Année	8	10 173,51	18 058,44	28 231,95	36,21
Année	9	10 427,85	19 864,29	30 292,14	36,21
Année	10	10 688,54	21 850,72	32 539,26	36,21
Année	11	10 955,76	24 035,79	34 991,55	36,21
Année	12	11 229,65	26 439,37	37 669,02	36,21
Année	13	11 510,39	29 083,30	40 593,70	36,21
Année	14	11 798,15	31 991,63	43 789,79	36,21
Année	15	12 093,11	35 190,80	47 283,90	36,21
Année	16	12 395,44	38 709,88	51 105,31	36,21
Année	17	12 705,32	42 580,86	55 286,19	36,21
Année	18	13 022,95	46 838,95	59 861,91	36,21
Année	19	13 348,53	51 522,85	64 871,37	36,21
Année	20	13 682,24	56 675,13	70 357,37	36,21
Année	21	14 024,30	62 342,64	76 366,94	36,21
Année	22	14 374,90	68 576,91	82 951,81	36,21
Année	23	14 734,28	75 434,60	90 168,88	36,21
Année	24	15 102,63	82 978,06	98 080,69	36,21
Année	25	15 480,20	91 275,87	106 756,07	36,21
Année	26	15 867,20	100 403,45	116 270,66	36,21
Année	27	16 263,88	110 443,80	126 707,68	36,21
Année	28	16 670,48	121 488,18	138 158,66	36,21
Année	29	17 087,24	133 636,99	150 724,24	36,21
Année	30	17 514,43	147 000,69	164 515,12	36,21
Total sur 30 ans		375 747	1 524 339	1 900 086	1086

		3				
		Pac Air/Eau collective + chauffage électrique				
		P2+P3	P1Elec	P1Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i>				152 797,10
Année	1	12 549,82	3 456,60	2 032,39	18 038,81	5,34
Année	2	12 863,56	3 698,56	2 235,63	18 797,75	5,34
Année	3	13 185,15	3 957,46	2 459,19	19 601,81	5,34
Année	4	13 514,78	4 234,48	2 705,11	20 454,38	5,34
Année	5	13 852,65	4 530,90	2 975,62	21 359,17	5,34
Année	6	14 198,97	4 848,06	3 273,19	22 320,21	5,34
Année	7	14 553,94	5 187,42	3 600,50	23 341,87	5,34
Année	8	14 917,79	5 550,54	3 960,55	24 428,89	5,34
Année	9	15 290,74	5 939,08	4 356,61	25 586,42	5,34
Année	10	15 673,00	6 354,81	4 792,27	26 820,09	5,34
Année	11	16 064,83	6 799,65	5 271,50	28 135,98	5,34
Année	12	16 466,45	7 275,63	5 798,65	29 540,72	5,34
Année	13	16 878,11	7 784,92	6 378,51	31 041,54	5,34
Année	14	17 300,06	8 329,87	7 016,36	32 646,29	5,34
Année	15	17 732,57	8 912,96	7 718,00	34 363,52	5,34
Année	16	18 175,88	9 536,86	8 489,80	36 202,54	5,34
Année	17	18 630,28	10 204,44	9 338,78	38 173,50	5,34
Année	18	19 096,03	10 918,75	10 272,66	40 287,45	5,34
Année	19	19 573,43	11 683,07	11 299,92	42 556,42	5,34
Année	20	20 062,77	12 500,88	12 429,92	44 993,57	5,34
Année	21	20 564,34	13 375,94	13 672,91	47 613,19	5,34
Année	22	21 078,45	14 312,26	15 040,20	50 430,91	5,34
Année	23	21 605,41	15 314,12	16 544,22	53 463,74	5,34
Année	24	22 145,54	16 386,11	18 198,64	56 730,29	5,34
Année	25	22 699,18	17 533,13	20 018,50	60 250,82	5,34
Année	26	23 266,66	18 760,45	22 020,35	64 047,47	5,34
Année	27	23 848,33	20 073,69	24 222,39	68 144,40	5,34
Année	28	24 444,54	21 478,84	26 644,63	72 568,01	5,34
Année	29	25 055,65	22 982,36	29 309,09	77 347,10	5,34
Année	30	25 682,04	24 591,13	32 240,00	82 513,17	5,34
Total sur 30 ans		550 971	326 513	334 316	1 546 116	160

		4				
		Chaufferie gaz collective + chauffage électrique				
		P2+P3	P1Elec	P1Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →				120 652,74
Année	1	6 745,37	2 824,88	4 020,28	13 590,53	14,07
Année	2	6 914,00	3 022,62	4 422,31	14 358,93	14,07
Année	3	7 086,85	3 234,20	4 864,54	15 185,60	14,07
Année	4	7 264,02	3 460,60	5 350,99	16 075,62	14,07
Année	5	7 445,62	3 702,84	5 886,09	17 034,56	14,07
Année	6	7 631,77	3 962,04	6 474,70	18 068,51	14,07
Année	7	7 822,56	4 239,38	7 122,17	19 184,11	14,07
Année	8	8 018,12	4 536,14	7 834,39	20 388,65	14,07
Année	9	8 218,58	4 853,67	8 617,83	21 690,07	14,07
Année	10	8 424,04	5 193,42	9 479,61	23 097,08	14,07
Année	11	8 634,64	5 556,96	10 427,57	24 619,18	14,07
Année	12	8 850,51	5 945,95	11 470,33	26 266,79	14,07
Année	13	9 071,77	6 362,17	12 617,37	28 051,30	14,07
Année	14	9 298,57	6 807,52	13 879,10	29 985,19	14,07
Année	15	9 531,03	7 284,05	15 267,01	32 082,09	14,07
Année	16	9 769,30	7 793,93	16 793,71	34 356,95	14,07
Année	17	10 013,54	8 339,51	18 473,08	36 826,13	14,07
Année	18	10 263,88	8 923,27	20 320,39	39 507,54	14,07
Année	19	10 520,47	9 547,90	22 352,43	42 420,80	14,07
Année	20	10 783,48	10 216,25	24 587,68	45 587,41	14,07
Année	21	11 053,07	10 931,39	27 046,44	49 030,91	14,07
Année	22	11 329,40	11 696,59	29 751,09	52 777,07	14,07
Année	23	11 612,63	12 515,35	32 726,20	56 854,18	14,07
Année	24	11 902,95	13 391,42	35 998,82	61 293,19	14,07
Année	25	12 200,52	14 328,82	39 598,70	66 128,04	14,07
Année	26	12 505,54	15 331,84	43 558,57	71 395,94	14,07
Année	27	12 818,17	16 405,07	47 914,42	77 137,67	14,07
Année	28	13 138,63	17 553,42	52 705,87	83 397,92	14,07
Année	29	13 467,09	18 782,16	57 976,45	90 225,71	14,07
Année	30	13 803,77	20 096,92	63 774,10	97 674,79	14,07
Total sur 30 ans		296 140	266 840	661 312	1 224 292	422

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

Scénario d'augmentation de l'énergie :

FORT

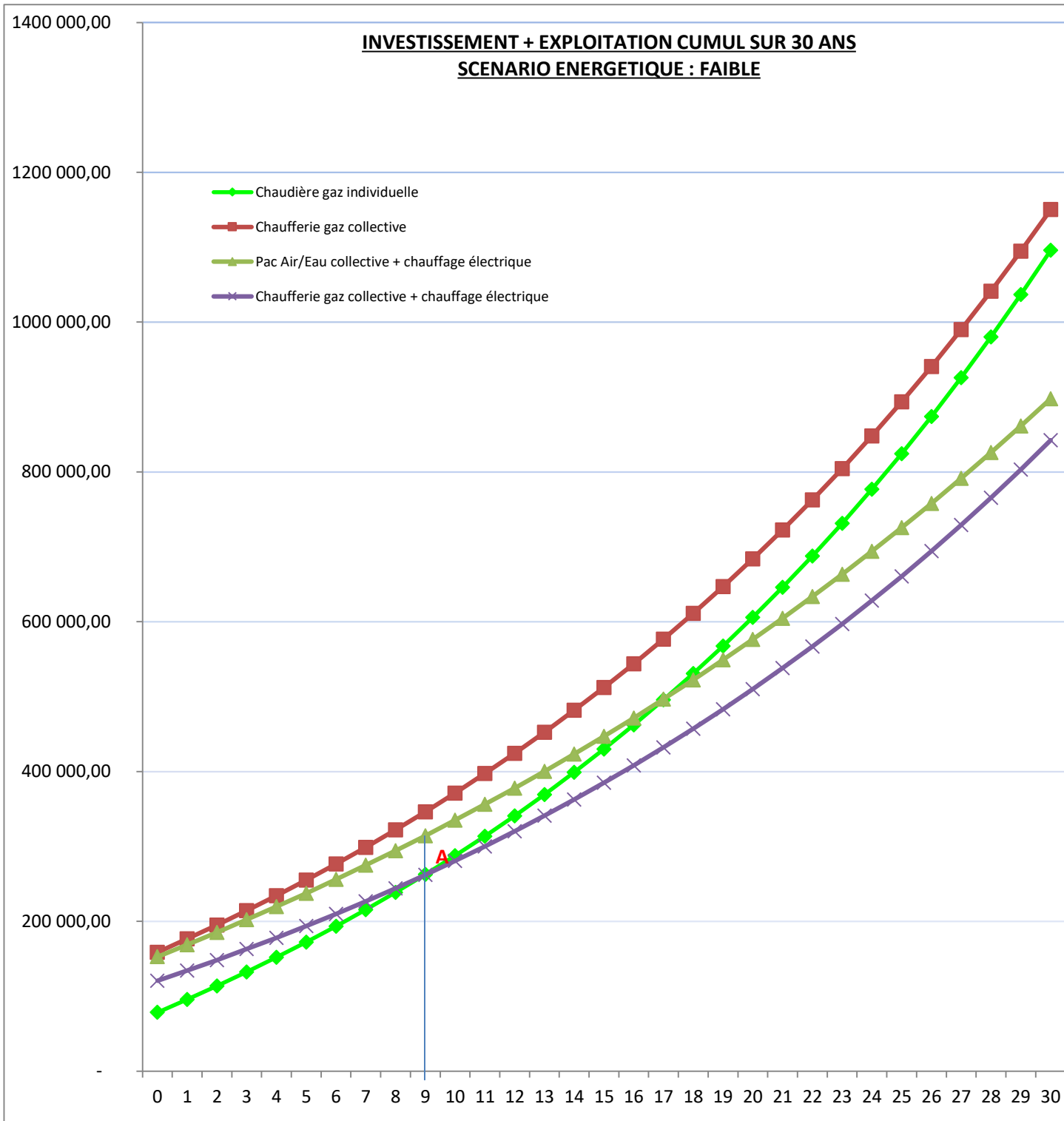
Solution de référence		1			
		Chaudière gaz individuelle			
		P2+P3	P1 Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →			78 509,99
Année	1	5 686,87	11 553,84	17 240,72	95 750,71
Année	2	5 829,05	13 286,92	19 115,96	114 866,67
Année	3	5 974,77	15 279,96	21 254,73	136 121,40
Année	4	6 124,14	17 571,95	23 696,09	159 817,49
Année	5	6 277,25	20 207,74	26 484,99	186 302,48
Année	6	6 434,18	23 238,90	29 673,08	215 975,56
Année	7	6 595,03	26 724,74	33 319,77	249 295,33
Année	8	6 759,91	30 733,45	37 493,36	286 788,68
Année	9	6 928,90	35 343,47	42 272,37	329 061,06
Année	10	7 102,13	40 644,99	47 747,11	376 808,17
Année	11	7 279,68	46 741,74	54 021,42	430 829,59
Année	12	7 461,67	53 753,00	61 214,67	492 044,25
Année	13	7 648,21	61 815,95	69 464,16	561 508,41
Année	14	7 839,42	71 088,34	78 927,76	640 436,17
Année	15	8 035,40	81 751,59	89 786,99	730 223,16
Année	16	8 236,29	94 014,33	102 250,62	832 473,78
Année	17	8 442,20	108 116,47	116 558,67	949 032,45
Année	18	8 653,25	124 333,95	132 987,20	1 082 019,65
Année	19	8 869,58	142 984,04	151 853,62	1 233 873,27
Année	20	9 091,32	164 431,64	173 522,97	1 407 396,23
Année	21	9 318,61	189 096,39	198 415,00	1 605 811,23
Année	22	9 551,57	217 460,85	227 012,42	1 832 823,65
Année	23	9 790,36	250 079,98	259 870,34	2 092 693,99
Année	24	10 035,12	287 591,97	297 627,09	2 390 321,08
Année	25	10 286,00	330 730,77	341 016,77	2 731 337,84
Année	26	10 543,15	380 340,38	390 883,53	3 122 221,37
Année	27	10 806,73	437 391,44	448 198,17	3 570 419,54
Année	28	11 076,89	503 000,16	514 077,05	4 084 496,59
Année	29	11 353,82	578 450,18	589 804,00	4 674 300,59
Année	30	11 637,66	665 217,71	676 855,37	5 351 155,95
Total sur 30 ans		249 669	5 022 977	5 272 646	5 351 156

		2			
		Chaufferie gaz collective			
		P2+P3	P1 Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →			158 731,04
Année	1	8 558,62	9 266,84	17 825,46	36,21
Année	2	8 772,59	10 656,86	19 429,45	36,21
Année	3	8 991,90	12 255,39	21 247,29	36,21
Année	4	9 216,70	14 093,70	23 310,40	36,21
Année	5	9 447,12	16 207,76	25 654,87	36,21
Année	6	9 683,29	18 638,92	28 322,21	36,21
Année	7	9 925,38	21 434,76	31 360,13	36,21
Année	8	10 173,51	24 649,97	34 823,48	36,21
Année	9	10 427,85	28 347,47	38 775,31	36,21
Année	10	10 688,54	32 599,59	43 288,13	36,21
Année	11	10 955,76	37 489,52	48 445,28	36,21
Année	12	11 229,65	43 112,95	54 342,60	36,21
Année	13	11 510,39	49 579,89	61 090,29	36,21
Année	14	11 798,15	57 016,88	68 815,03	36,21
Année	15	12 093,11	65 569,41	77 662,52	36,21
Année	16	12 395,44	75 404,82	87 800,26	36,21
Année	17	12 705,32	86 715,55	99 420,87	36,21
Année	18	13 022,95	99 722,88	112 745,83	36,21
Année	19	13 348,53	114 681,31	128 029,84	36,21
Année	20	13 682,24	131 883,51	145 565,75	36,21
Année	21	14 024,30	151 666,03	165 690,33	36,21
Année	22	14 374,90	174 415,94	188 790,84	36,21
Année	23	14 734,28	200 578,33	215 312,60	36,21
Année	24	15 102,63	230 665,07	245 767,71	36,21
Année	25	15 480,20	265 264,84	280 745,04	36,21
Année	26	15 867,20	305 054,56	320 921,77	36,21
Année	27	16 263,88	350 812,75	367 076,63	36,21
Année	28	16 670,48	403 434,66	420 105,14	36,21
Année	29	17 087,24	463 949,86	481 037,10	36,21
Année	30	17 514,43	533 542,33	551 056,76	36,21
Total sur 30 ans		375 747	4 028 712	4 404 459	1086

		3				
		Pac Air/Eau collective + chauffage électrique				
		P2+P3	P1Elec	P1Gaz	Total annuel	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i>				152 797,10
Année	1	12 549,82	3 456,60	2 032,39	18 038,81	5,34
Année	2	12 863,56	3 802,26	2 337,25	19 003,07	5,34
Année	3	13 185,15	4 182,48	2 687,84	20 055,47	5,34
Année	4	13 514,78	4 600,73	3 091,01	21 206,53	5,34
Année	5	13 852,65	5 060,81	3 554,66	22 468,12	5,34
Année	6	14 198,97	5 566,89	4 087,86	23 853,72	5,34
Année	7	14 553,94	6 123,57	4 701,04	25 378,56	5,34
Année	8	14 917,79	6 735,93	5 406,20	27 059,92	5,34
Année	9	15 290,74	7 409,53	6 217,13	28 917,39	5,34
Année	10	15 673,00	8 150,48	7 149,70	30 973,18	5,34
Année	11	16 064,83	8 965,53	8 222,15	33 252,51	5,34
Année	12	16 466,45	9 862,08	9 455,48	35 784,00	5,34
Année	13	16 878,11	10 848,29	10 873,80	38 600,19	5,34
Année	14	17 300,06	11 933,11	12 504,87	41 738,04	5,34
Année	15	17 732,57	13 126,43	14 380,60	45 239,59	5,34
Année	16	18 175,88	14 439,07	16 537,69	49 152,63	5,34
Année	17	18 630,28	15 882,98	19 018,34	53 531,59	5,34
Année	18	19 096,03	17 471,27	21 871,09	58 438,40	5,34
Année	19	19 573,43	19 218,40	25 151,75	63 943,59	5,34
Année	20	20 062,77	21 140,24	28 924,52	70 127,53	5,34
Année	21	20 564,34	23 254,26	33 263,19	77 081,80	5,34
Année	22	21 078,45	25 579,69	38 252,67	84 910,81	5,34
Année	23	21 605,41	28 137,66	43 990,58	93 733,64	5,34
Année	24	22 145,54	30 951,43	50 589,16	103 686,13	5,34
Année	25	22 699,18	34 046,57	58 177,54	114 923,29	5,34
Année	26	23 266,66	37 451,22	66 904,17	127 622,05	5,34
Année	27	23 848,33	41 196,35	76 939,79	141 984,47	5,34
Année	28	24 444,54	45 315,98	88 480,76	158 241,28	5,34
Année	29	25 055,65	49 847,58	101 752,87	176 656,10	5,34
Année	30	25 682,04	54 832,34	117 015,80	197 530,18	5,34
Total sur 30 ans		550 971	568 590	883 572	2 003 133	160

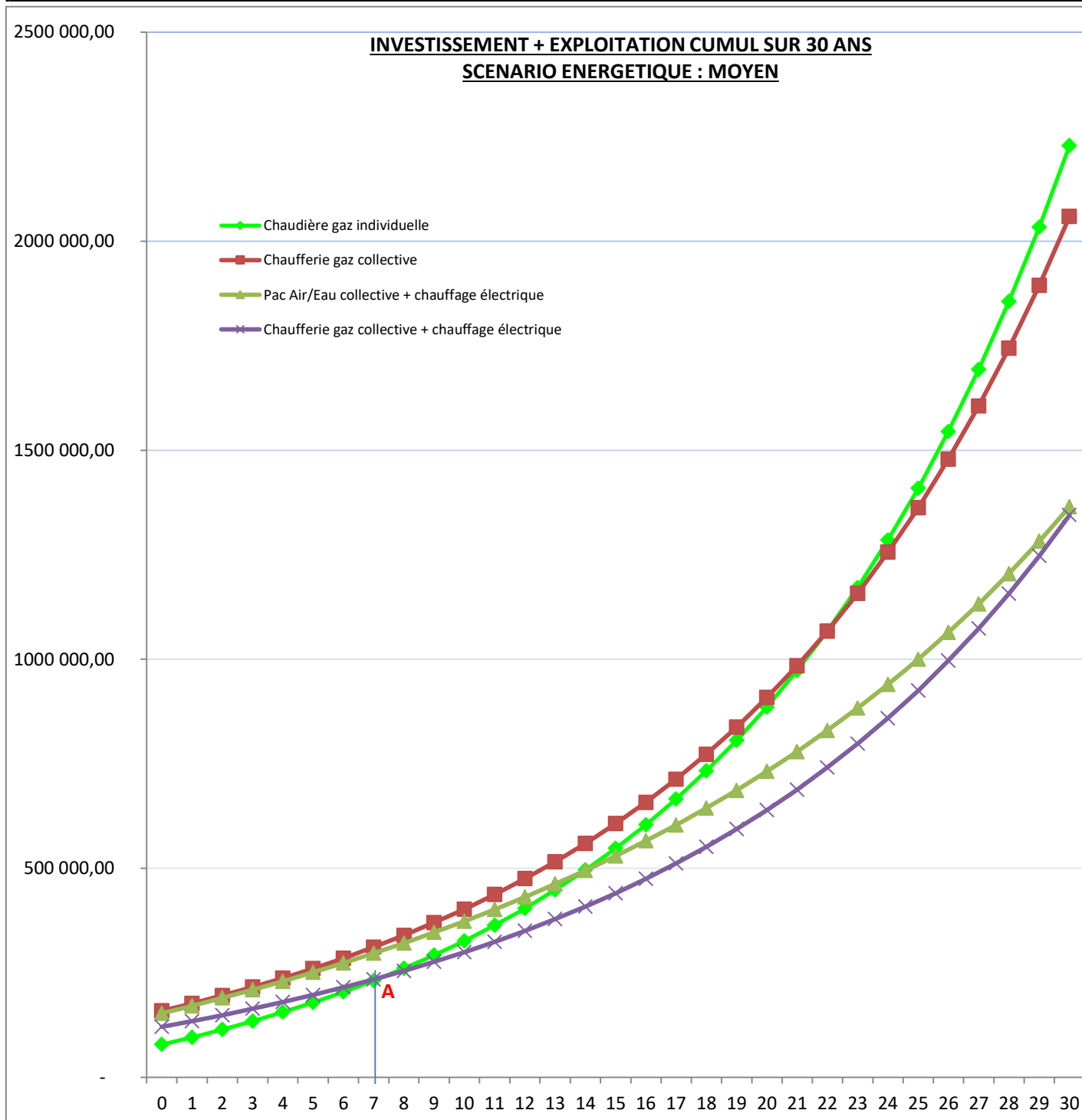
		4					
		Chaufferie gaz collective + chauffage électrique					
		P2+P3	P1 Elec	P1Gaz	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année	0	Investissement →				120 652,74	
Année	1	6 745,37	2 824,88	4 020,28	13 590,53	134 243,27	14,07
Année	2	6 914,00	3 107,37	4 623,32	14 644,69	148 887,96	14,07
Année	3	7 086,85	3 418,10	5 316,82	15 821,78	164 709,74	14,07
Année	4	7 264,02	3 759,91	6 114,35	17 138,28	181 848,02	14,07
Année	5	7 445,62	4 135,91	7 031,50	18 613,03	200 461,05	14,07
Année	6	7 631,77	4 549,50	8 086,22	20 267,48	220 728,54	14,07
Année	7	7 822,56	5 004,45	9 299,16	22 126,16	242 854,70	14,07
Année	8	8 018,12	5 504,89	10 694,03	24 217,04	267 071,74	14,07
Année	9	8 218,58	6 055,38	12 298,13	26 572,09	293 643,83	14,07
Année	10	8 424,04	6 660,92	14 142,85	29 227,81	322 871,64	14,07
Année	11	8 634,64	7 327,01	16 264,28	32 225,93	355 097,57	14,07
Année	12	8 850,51	8 059,71	18 703,92	35 614,14	390 711,71	14,07
Année	13	9 071,77	8 865,68	21 509,51	39 446,96	430 158,67	14,07
Année	14	9 298,57	9 752,25	24 735,94	43 786,75	473 945,42	14,07
Année	15	9 531,03	10 727,47	28 446,33	48 704,83	522 650,25	14,07
Année	16	9 769,30	11 800,22	32 713,28	54 282,80	576 933,06	14,07
Année	17	10 013,54	12 980,24	37 620,27	60 614,05	637 547,11	14,07
Année	18	10 263,88	14 278,27	43 263,31	67 805,45	705 352,56	14,07
Année	19	10 520,47	15 706,09	49 752,81	75 979,37	781 331,93	14,07
Année	20	10 783,48	17 276,70	57 215,73	85 275,91	866 607,85	14,07
Année	21	11 053,07	19 004,37	65 798,09	95 855,53	962 463,38	14,07
Année	22	11 329,40	20 904,81	75 667,80	107 902,01	1 070 365,39	14,07
Année	23	11 612,63	22 995,29	87 017,97	121 625,89	1 191 991,28	14,07
Année	24	11 902,95	25 294,82	100 070,66	137 268,43	1 329 259,72	14,07
Année	25	12 200,52	27 824,30	115 081,26	155 106,09	1 484 365,81	14,07
Année	26	12 505,54	30 606,73	132 343,45	175 455,72	1 659 821,53	14,07
Année	27	12 818,17	33 667,41	152 194,97	198 680,55	1 858 502,08	14,07
Année	28	13 138,63	37 034,15	175 024,22	225 196,99	2 083 699,08	14,07
Année	29	13 467,09	40 737,56	201 277,85	255 482,51	2 339 181,58	14,07
Année	30	13 803,77	44 811,32	231 469,53	290 084,62	2 629 266,20	14,07
Total sur 30 ans		296 140	464 676	1 747 798	2 508 613	2 629 266	422

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



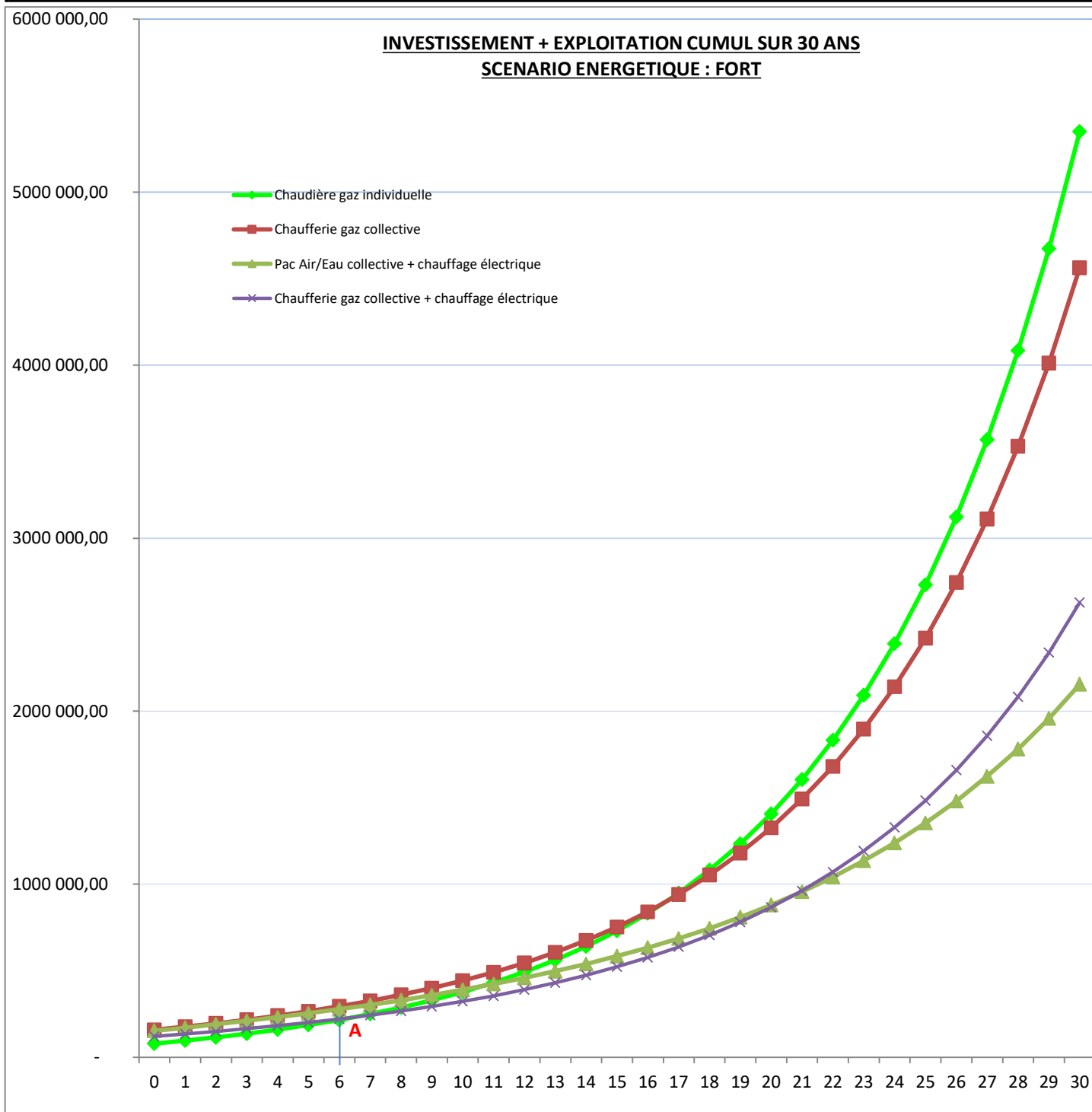
A : La solution ECS chaudière gaz collective avec chauffage électrique est rentabilisée par rapport à la solution chaudière individuelle par un P1+P2+P3 plus performant sur 9 ans environ.

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

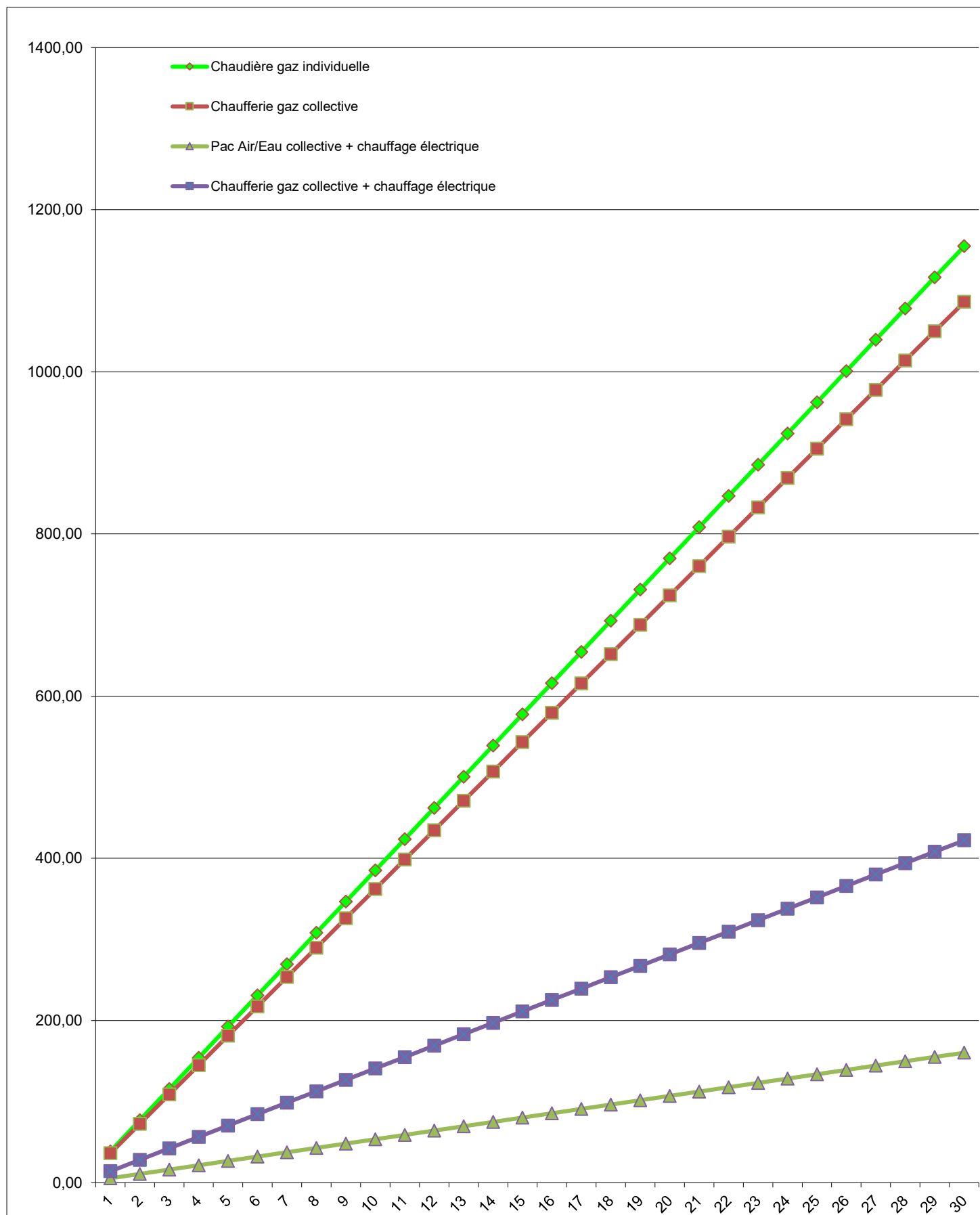


A : La solution ECS chaudière gaz collective avec chauffage électrique est rentabilisée par rapport à la solution chaudière individuelle par un P1+P2+P3 plus performant sur 6 ans environ.

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	38,50	36,21	5,34	14,07
Année 2	77,00	72,42	10,68	28,14
Année 3	115,49	108,63	16,02	42,21
Année 4	153,99	144,84	21,36	56,28
Année 5	192,49	181,05	26,70	70,36
Année 6	230,99	217,27	32,04	84,43
Année 7	269,49	253,48	37,38	98,50
Année 8	307,98	289,69	42,72	112,57
Année 9	346,48	325,90	48,06	126,64
Année 10	384,98	362,11	53,40	140,71
Année 11	423,48	398,32	58,74	154,78
Année 12	461,98	434,53	64,08	168,85
Année 13	500,47	470,74	69,41	182,92
Année 14	538,97	506,95	74,75	197,00
Année 15	577,47	543,16	80,09	211,07
Année 16	615,97	579,37	85,43	225,14
Année 17	654,47	615,59	90,77	239,21
Année 18	692,96	651,80	96,11	253,28
Année 19	731,46	688,01	101,45	267,35
Année 20	769,96	724,22	106,79	281,42
Année 21	808,46	760,43	112,13	295,49
Année 22	846,96	796,64	117,47	309,56
Année 23	885,45	832,85	122,81	323,63
Année 24	923,95	869,06	128,15	337,71
Année 25	962,45	905,27	133,49	351,78
Année 26	1000,95	941,48	138,83	365,85
Année 27	1039,45	977,69	144,17	379,92
Année 28	1077,94	1013,91	149,51	393,99
Année 29	1116,44	1050,12	154,85	408,06
Année 30	1155	1086	160	422

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)

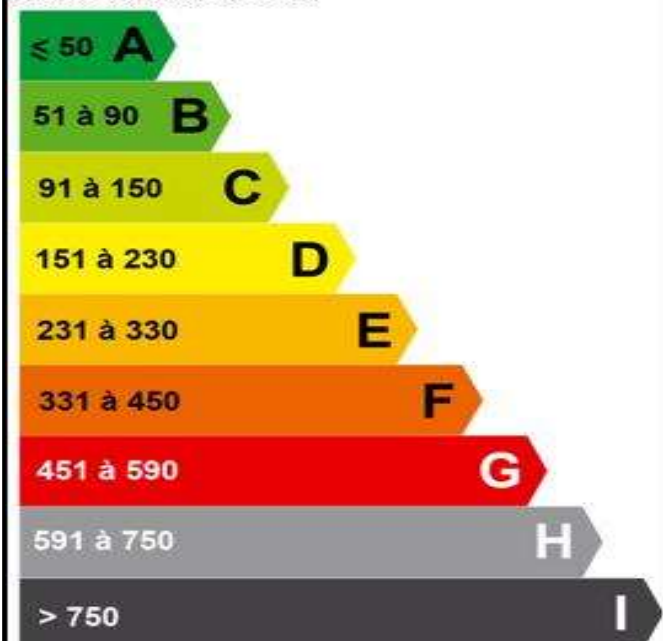
Energie :

Consommation réelle :

Chaudière gaz individuelle

Gaz
107,43

Bâtiment économe



kWh_{EP}/m².an



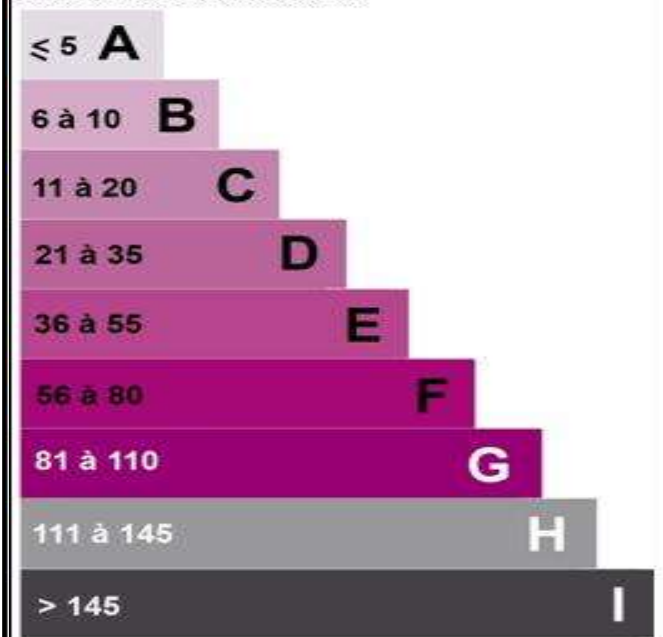
Emission de Gaz à effet de serre (GES)

Energie :

Estimation des émissions :

Gaz
25,14

Faible émission de GES



kg_{éqCO2}/m².an



INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRODUCTION ENERGETIQUE

Solution No 2

Consommation énergétique (en énergie primaire)

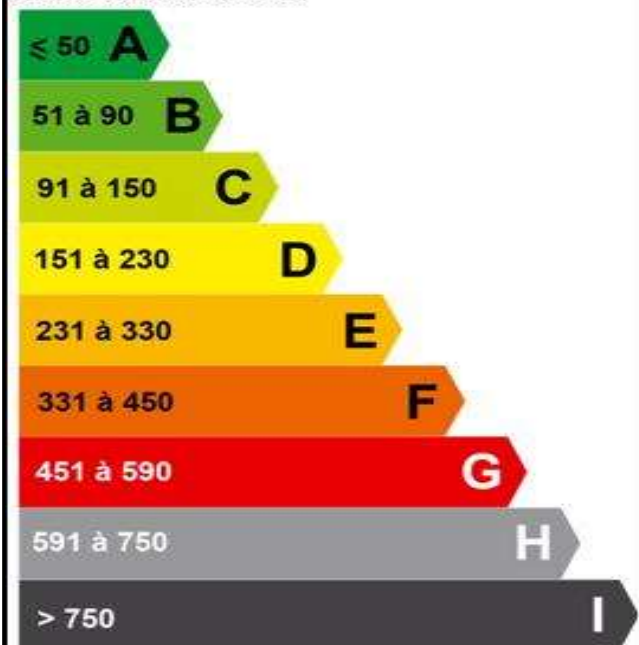
Energie :

Consommation réelle :

Chaufferie gaz collective

Gaz
101,04

Bâtiment économe



Bâtiment énergivore

kWh_{EP}/m².an



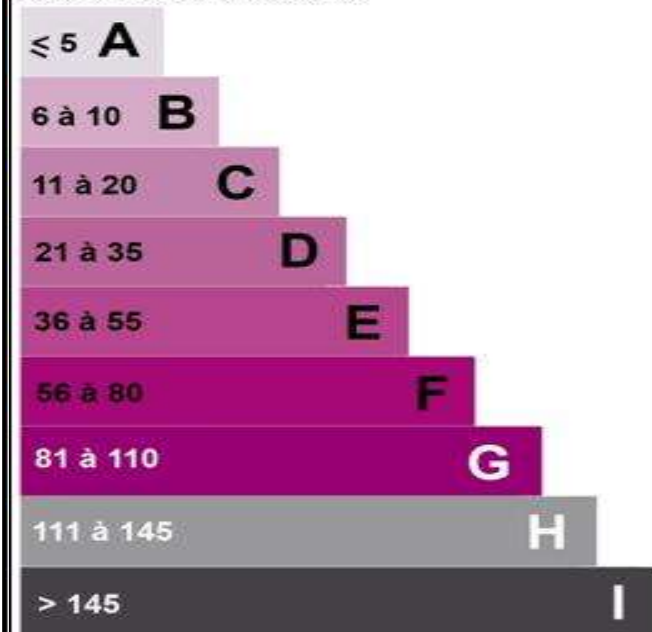
Emission de Gaz à effet de serre (GES)

Energie :

Estimation des émissions :

Gaz
23,64

Faible émission de GES



Forte émission de GES

kg_{éqCO2}/m².an



INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRODUCTION ENERGETIQUE

Solution No 3

Consommation énergétique (en énergie primaire)

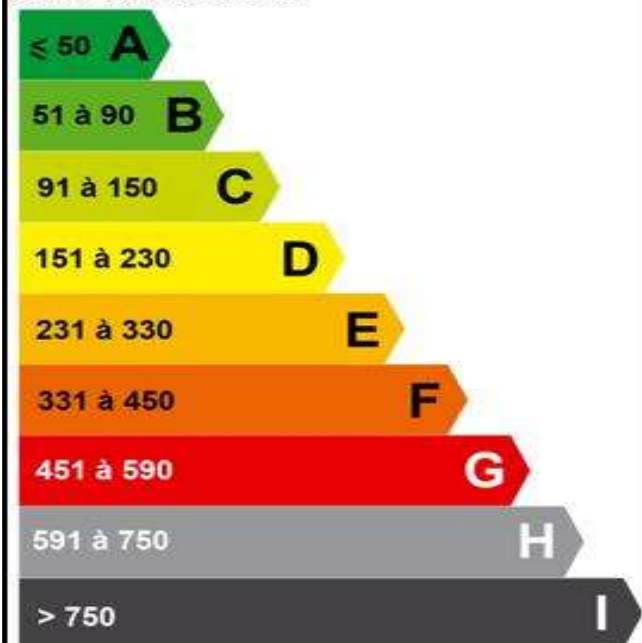
Energie :

Consommation réelle :

Pac Air/Eau collective + chauffage électrique

Elec
56,14

Bâtiment économe



Bâtiment énergivore

kWh_{EP}/m².an



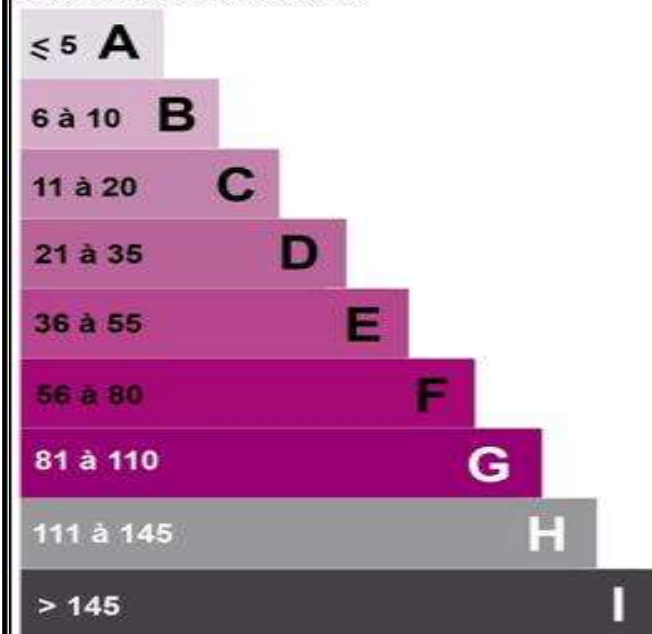
Emission de Gaz à effet de serre (GES)

Energie :

Estimation des émissions :

Elec
3,49

Faible émission de GES



Forte émission de GES

kg_{éqCO2}/m².an



INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRODUCTION ENERGETIQUE

Solution No 4

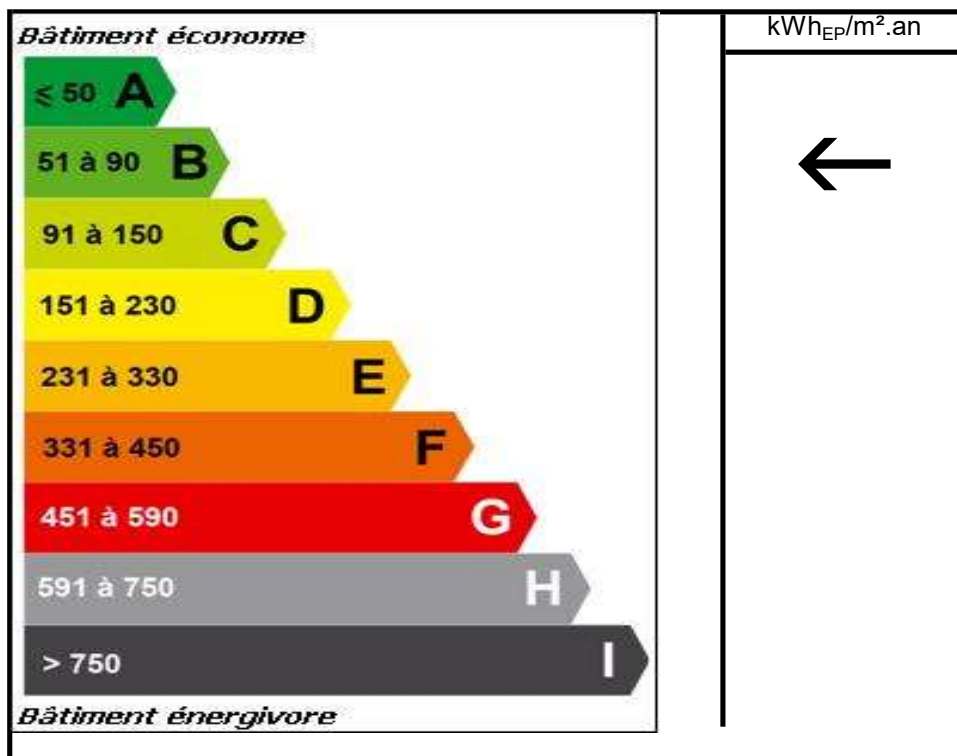
Consommation énergétique (en énergie primaire)

Energie :

Consommation réelle :

Chaufferie gaz collective + chauffage électrique

Gaz et Elec
66,33

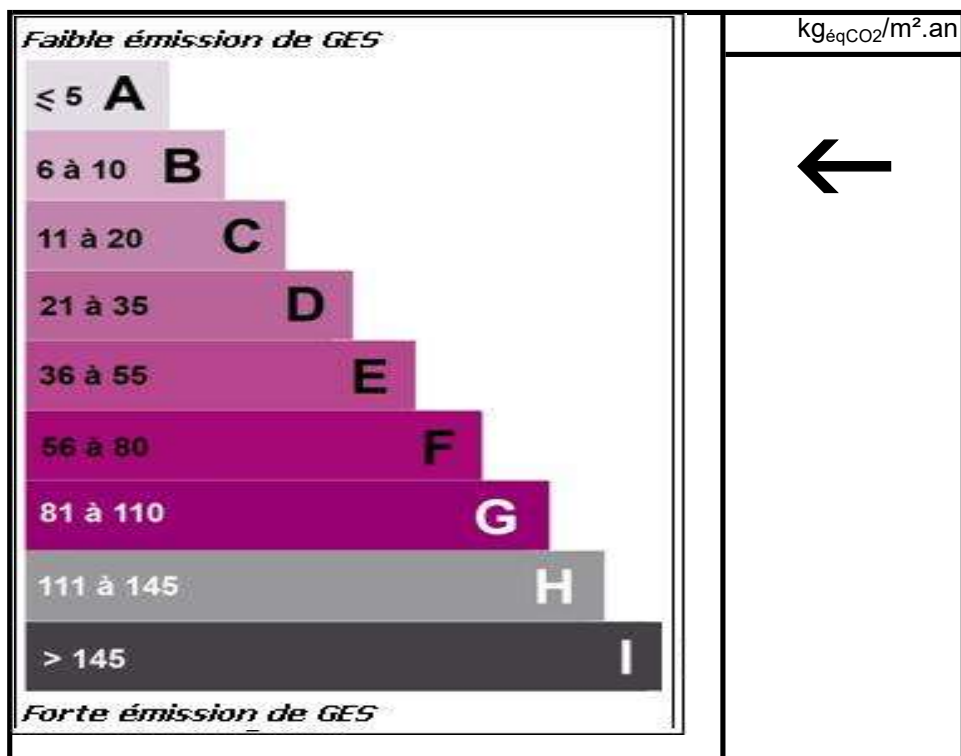


Emission de Gaz à effet de serre (GES)

Energie :

Estimation des émissions :

Gaz et Elec
9,19



SYNTHESE

Bilan des différentes solutions :

1) Solution Chaudière individuelle

Avantages :

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

Inconvénients :

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

2) Solution Chauffage collective gaz

Avantages :

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

Inconvénients :

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

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

Avantages :

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

Inconvénients :

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

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

Avantages :

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

Inconvénients :

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

Synthèse sur les simulations à 30 années

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

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

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

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

Conclusion :

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