



[www.diagobat.fr](http://www.diagobat.fr)

**CONSTRUCTION DE 3 BATIMENTS D'ACTIVITES**  
**Bâtiment A**  
**28800 BONNEVAL**

**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 Etudes 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 50m<sup>2</sup>, doit être annexé 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 serr 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 du type de bâtiment et du bilan de surfaces à chauffer et à rafraîchir du projet, certaines solutions de productions énergétiques demandées dans les textes réglementaires et adaptées à de l'habitation, ne peuvent couvrir les besoins du projet ou ne sont techniquement pas réalisables. Ceci est le cas pour les solutions suivantes :

- o Système solaire thermique, (puissance potentielle trop faible par rapport aux besoins du projet)
- o Système solaire photovoltaïque (puissance potentielle trop faible par rapport aux besoins)
- 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 (puissance potentielle trop faible par rapport aux besoins)
- o Cogénération (besoins thermiques et électriques intermittents non adaptés au fonctionnement permanent de la cogénération)
- 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 :

- o Chauffage par panneaux rayonnant électrique et ECS par ballon électrique
- o Chauffage par chaudières gaz à condensation et ECS par ballon électrique
- o Chauffage par pompe à chaleur Air / Air et ECS par ballon électrique
- o Chauffage par pompe à chaleur Air / Eau et ECS par ballon électrique

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.

L'installation de ventilation double flux est comprise en base dans les quatre variantes. Elle n'est donc pas décrite dans l'analyse financière que constitue ce document.

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

### 1- Données générales

Zone bureaux	
Surface SU <sub>RT</sub>	200 m <sup>2</sup>
Surface SHON <sub>RT</sub>	220 m <sup>2</sup>

#### Installations techniques solution No 1

Chauffage et Ecs électrique direct

- Panneaux rayonnants électriques
- Ballon ECS électrique

#### Installations techniques solution No 2

Chauffage par chaudière gaz à condensation et Ecs par ballon électrique

- Chaudières gaz à condensation pour le chaud
- Émission par radiateur à eau chaude
- Ballon électrique pour l'ECS

#### Installations techniques solution No 3

Chauffage par pompe à chaleur Air / Air et Ecs par ballon électrique

- PAC AIR/AIR
- Émission par ventilo-convecteurs et poutres froides
- Ballon électrique pour l'ECS

#### Installations techniques solution No 4

Chauffage par pompe à chaleur Air / Eau et Ecs par ballon électrique

- PAC Air/Eau
- Émission par radiateur à eau chaude
- Ballon électrique pour l'ECS

**2- Résultats de calculs (issue des calculs selon méthode TH-B-C-E)**

Estimation des besoins de Chauffage - Méthode TH-B :	7 709	kWh/an
Estimation des besoins d'ECS - Méthode TH-B :	3 304	kWh/an

**Solution 1 : Chauffage et Ecs électrique direct**

**Hypothèses sur les rendements chauffage :**

Rendement de distribution moyen Rd :	1
Rendement d'émission moyen Re :	0,97
Rendement de génération moyen Rg :	1
Rendement de régulation moyen Rr :	0,99

**Hypothèses sur les rendements ECS :**

Rendement de distribution moyen Rd :	1
Rendement d'émission moyen Re :	0,97
Rendement de génération moyen Rg :	1
Rendement de régulation moyen Rr :	0,99

**Consommation chauffage :**

$$Cch = \frac{(Bch)}{(Rd \cdot Re \cdot Rg \cdot Rr)}$$

**Cch S1 = 8 028 kWh**

**Consommation d'ECS :**

$$Cecs = \frac{(Becs)}{(Rd \cdot Re \cdot Rg \cdot Rr)}$$

**Cecs S1 = 3 441 kWh**

**Solution 2 : Chauffage par chaudière gaz à condensation et Ecs par ballon électrique**

**Hypothèses sur les rendements chauffage :**

Rendement de distribution moyen Rd :	0,9
Rendement d'émission moyen Re :	0,95
Rendement de génération moyen Rg :	0,98
Rendement de régulation moyen Rr :	0,95

**Hypothèses sur les rendements ECS :**

Rendement de distribution moyen Rd :	1
Rendement d'émission moyen Re :	0,97
Rendement de génération moyen Rg :	1
Rendement de régulation moyen Rr :	0,99

**Consommation chauffage :**

$$Cch = \frac{(Bch)}{(Rd \cdot Re \cdot Rg \cdot Rr)}$$

**Cch S2 = 9 685 kWh**

**Consommation d'ECS :**

$$Cecs = \frac{(Becs)}{(Rd \cdot Re \cdot Rg \cdot Rr)}$$

**Cecs S2 = 3 441 kWh**

**Solution 3 : Chauffage par pompe à chaleur Air / Air et Ecs par ballon électrique**

**Hypothèses sur les rendements chauffage :**

Rendement de distribution moyen Rd :	0,9
Rendement d'émission moyen Re :	0,95
Rendement de génération moyen Rg :	3
Rendement de régulation moyen Rr :	0,97

**Hypothèses sur les rendements ECS :**

Rendement de distribution moyen Rd :	1
Rendement d'émission moyen Re :	0,97
Rendement de génération moyen Rg :	1
Rendement de régulation moyen Rr :	0,99

**Consommation chauffage :**

$$Cch = \frac{(Bch)}{(Rd \cdot Re \cdot Rg \cdot Rr)}$$

**Cch S3 = 3 099 kWh**

**Consommation d'ECS :**

$$Cecs = \frac{(Becs)}{(Rd \cdot Re \cdot Rg \cdot Rr)}$$

**Cecs S3 = 3 441 kWh**

**Solution 4 : Chauffage par pompe à chaleur Air / Eau et Ecs par ballon électrique**

**Hypothèses sur les rendements chauffage :**

Rendement de distribution moyen Rd :	0,9
Rendement d'émission moyen Re :	0,95
Rendement de génération moyen Rg :	3,5
Rendement de régulation moyen Rr :	0,95

**Hypothèses sur les rendements ECS :**

Rendement de distribution moyen Rd :	1
Rendement d'émission moyen Re :	0,97
Rendement de génération moyen Rg :	1
Rendement de régulation moyen Rr :	0,99

**Consommation chauffage :**

$$Cch = \frac{(Bch)}{(Rd \cdot Re \cdot Rg \cdot Rr)}$$

**Cch S4 = 2 712 kWh**

**Consommation d'ECS :**

$$Cecs = \frac{(Becs)}{(Rd \cdot Re \cdot Rg \cdot Rr)}$$

**Cecs S4 = 3 441 kWh**

**3- Consommations annuelles prévisionnelles calculées (P1)**

Solution:		Energie finale (kWh) - Global		
		gaz	Electricité	Bois
1	Chauffage et Ecs électrique direct	-	11 469	-
2	Chauffage par chaudière gaz à condensation et Ecs par ballon électri	9 685	3 441	-
3	Chauffage par pompe à chaleur Air / Air et Ecs par ballon électrique	-	6 539	-
4	Chauffage par pompe à chaleur Air / Eau et Ecs par ballon électrique	-	6 152	-

#### 4- Coûts des énergies

Electricité	
Date	01-août-15
Abonnement (€ HT/an)	500
Coût (€ HT/kWh)	0,0850

Gaz	
Date	01-août-15
Abonnement (€ HT/an)	190,00
Coût (€ HT/kWh)	0,0540

Bois	
Estimation Diagobat	01-août-15
Coût (€ HT/kWh)	0,0480

#### 5- Hypothèses augmentations des énergies : %/an

	Faible	Moyen	Fort
Gaz :	5%	10%	15%
Electricité :	3%	6%	9%
Bois :	2%	5%	7%

#### 6- Hypothèses sur coûts d'investissement et de maintenance

Solution	Invest. initial € HT	Durée de vie	P2 € HT/an	P3 € HT/an
1 Chauffage et Ecs électrique direct	7 200	13	360	554
2 Chauffage par chaudière gaz à condensation et Ecs par pompe à chaleur	9 600	20	600	480
3 Chauffage par pompe à chaleur Air / Air et Ecs par pompe à chaleur	9 000	16	660	563
4 Chauffage par pompe à chaleur Air / Eau et Ecs par pompe à chaleur	12 000	16	780	750

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.)

P2 : Coût de maintenance courante et remplacement petit matériel.

P3 : Prévision pour remplacement gros matériel (remplacement de la production).

#### 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
Electricite	0,180	kg CO2/kWh PCI	chauffage / rafraîchissement
Bois	0,013	kg CO2/kWh PCI	Chauffage

#### 9- Indicateurs énergétiques et environnementaux

Solution	Cep	Rejets CO <sub>2</sub>
1 Chauffage et Ecs électrique direct	134,33 kWh/m <sup>2</sup> /an	9,37 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> /an
2 Chauffage par chaudière gaz à condensation et Ecs par pompe à chaleur	84,27 kWh/m <sup>2</sup> /an	13,10 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> /an
3 Chauffage par pompe à chaleur Air / Air et Ecs par pompe à chaleur	76,59 kWh/m <sup>2</sup> /an	5,34 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> /an
4 Chauffage par pompe à chaleur Air / Eau et Ecs par pompe à chaleur	72,06 kWh/m <sup>2</sup> /an	5,03 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> /an

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

Scénario d'augmentation de l'énergie :

**FAIBLE**

Solution de référence	1 Chauffage et Ecs électrique direct				
	P2+P3	P1 Electricité	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année 0		<i>Investissement</i> →		<b>7 200,00</b>	
Année 1	913,85	1 474,85	2 388,70	9 588,70	2,06
Année 2	936,69	1 519,09	2 455,79	12 044,48	2,06
Année 3	960,11	1 564,67	2 524,78	14 569,26	2,06
Année 4	984,11	1 611,61	2 595,72	17 164,98	2,06
Année 5	1 008,72	1 659,96	2 668,67	19 833,65	2,06
Année 6	1 033,93	1 709,75	2 743,69	22 577,34	2,06
Année 7	1 059,78	1 761,05	2 820,83	25 398,16	2,06
Année 8	1 086,28	1 813,88	2 900,15	28 298,32	2,06
Année 9	1 113,43	1 868,29	2 981,73	31 280,05	2,06
Année 10	1 141,27	1 924,34	3 065,61	34 345,66	2,06
Année 11	1 169,80	1 982,07	3 151,87	37 497,53	2,06
Année 12	1 199,05	2 041,54	3 240,58	40 738,11	2,06
Année 13	1 229,02	2 102,78	3 331,80	44 069,92	2,06
Année 14	1 259,75	2 165,87	3 425,61	47 495,53	2,06
Année 15	1 291,24	2 230,84	3 522,08	51 017,61	2,06
Année 16	1 323,52	2 297,77	3 621,29	54 638,90	2,06
Année 17	1 356,61	2 366,70	3 723,31	58 362,21	2,06
Année 18	1 390,52	2 437,70	3 828,23	62 190,44	2,06
Année 19	1 425,29	2 510,83	3 936,12	66 126,56	2,06
Année 20	1 460,92	2 586,16	4 047,08	70 173,63	2,06
Année 21	1 497,44	2 663,74	4 161,18	74 334,82	2,06
Année 22	1 534,88	2 743,65	4 278,53	78 613,35	2,06
Année 23	1 573,25	2 825,96	4 399,21	83 012,56	2,06
Année 24	1 612,58	2 910,74	4 523,32	87 535,89	2,06
Année 25	1 652,90	2 998,06	4 650,96	92 186,85	2,06
Année 26	1 694,22	3 088,01	4 782,23	96 969,08	2,06
Année 27	1 736,58	3 180,65	4 917,22	101 886,30	2,06
Année 28	1 779,99	3 276,07	5 056,06	106 942,35	2,06
Année 29	1 824,49	3 374,35	5 198,84	112 141,19	2,06
Année 30	1 870,10	3 475,58	5 345,68	117 486,87	2,06
<b>Total sur 30 ans</b>	<b>40 120</b>	<b>70 167</b>	<b>110 287</b>	<b>117 487</b>	<b>62</b>

		2					
		Chauffage par chaudière gaz à condensation et Ecs par ballon électrique					
		P2+P3	P1 Gaz	P1 Electricité	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année	0		<i>Investissement</i> →			<b>9 600,00</b>	
Année	1	1 080,00	713,00	792,45	2 585,45	12 185,45	2,89
Année	2	1 107,00	748,65	816,23	2 671,88	14 857,33	2,89
Année	3	1 134,68	786,08	840,72	2 761,47	17 618,80	2,89
Année	4	1 163,04	825,39	865,94	2 854,36	20 473,17	2,89
Année	5	1 192,12	866,66	891,91	2 950,69	23 423,86	2,89
Année	6	1 221,92	909,99	918,67	3 050,58	26 474,44	2,89
Année	7	1 252,47	955,49	946,23	3 154,19	29 628,63	2,89
Année	8	1 283,78	1 003,26	974,62	3 261,66	32 890,29	2,89
Année	9	1 315,88	1 053,43	1 003,86	3 373,16	36 263,45	2,89
Année	10	1 348,77	1 106,10	1 033,97	3 488,84	39 752,29	2,89
Année	11	1 382,49	1 161,40	1 064,99	3 608,89	43 361,18	2,89
Année	12	1 417,05	1 219,47	1 096,94	3 733,47	47 094,64	2,89
Année	13	1 452,48	1 280,44	1 129,85	3 862,78	50 957,42	2,89
Année	14	1 488,79	1 344,47	1 163,75	3 997,01	54 954,42	2,89
Année	15	1 526,01	1 411,69	1 198,66	4 136,36	59 090,78	2,89
Année	16	1 564,16	1 482,27	1 234,62	4 281,06	63 371,84	2,89
Année	17	1 603,27	1 556,39	1 271,66	4 431,31	67 803,15	2,89
Année	18	1 643,35	1 634,21	1 309,81	4 587,36	72 390,52	2,89
Année	19	1 684,43	1 715,92	1 349,10	4 749,45	77 139,97	2,89
Année	20	1 726,54	1 801,71	1 389,57	4 917,83	82 057,80	2,89
Année	21	1 769,71	1 891,80	1 431,26	5 092,77	87 150,56	2,89
Année	22	1 813,95	1 986,39	1 474,20	5 274,54	92 425,10	2,89
Année	23	1 859,30	2 085,71	1 518,43	5 463,43	97 888,53	2,89
Année	24	1 905,78	2 190,00	1 563,98	5 659,75	103 548,29	2,89
Année	25	1 953,42	2 299,49	1 610,90	5 863,82	109 412,10	2,89
Année	26	2 002,26	2 414,47	1 659,22	6 075,95	115 488,06	2,89
Année	27	2 052,32	2 535,19	1 709,00	6 296,51	121 784,57	2,89
Année	28	2 103,62	2 661,95	1 760,27	6 525,85	128 310,41	2,89
Année	29	2 156,21	2 795,05	1 813,08	6 764,34	135 074,76	2,89
Année	30	2 210,12	2 934,80	1 867,47	7 012,39	142 087,15	2,89
<b>Total sur 30 ans</b>		<b>47 415</b>	<b>47 371</b>	<b>37 701</b>	<b>132 487</b>	<b>142 087</b>	<b>87</b>



		3				
		Chauffage par pompe à chaleur Air / Air et Ecs par ballon électrique				
		P2+P3	P1 Electricité	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année	0				<b>12 000,00</b>	
Année	1	1 222,50	1 055,83	2 278,33	14 278,33	1,18
Année	2	1 253,06	1 087,51	2 340,57	16 618,91	1,18
Année	3	1 284,39	1 120,14	2 404,52	19 023,43	1,18
Année	4	1 316,50	1 153,74	2 470,24	21 493,67	1,18
Année	5	1 349,41	1 188,35	2 537,76	24 031,43	1,18
Année	6	1 383,15	1 224,00	2 607,15	26 638,58	1,18
Année	7	1 417,73	1 260,72	2 678,45	29 317,03	1,18
Année	8	1 453,17	1 298,54	2 751,71	32 068,74	1,18
Année	9	1 489,50	1 337,50	2 827,00	34 895,74	1,18
Année	10	1 526,73	1 377,63	2 904,36	37 800,10	1,18
Année	11	1 564,90	1 418,95	2 983,86	40 783,96	1,18
Année	12	1 604,03	1 461,52	3 065,55	43 849,50	1,18
Année	13	1 644,13	1 505,37	3 149,49	46 999,00	1,18
Année	14	1 685,23	1 550,53	3 235,76	50 234,76	1,18
Année	15	1 727,36	1 597,05	3 324,41	53 559,16	1,18
Année	16	1 770,54	1 644,96	3 415,50	56 974,66	1,18
Année	17	1 814,81	1 694,31	3 509,11	60 483,78	1,18
Année	18	1 860,18	1 745,13	3 605,31	64 089,09	1,18
Année	19	1 906,68	1 797,49	3 704,17	67 793,26	1,18
Année	20	1 954,35	1 851,41	3 805,76	71 599,02	1,18
Année	21	2 003,21	1 906,96	3 910,16	75 509,19	1,18
Année	22	2 053,29	1 964,16	4 017,45	79 526,64	1,18
Année	23	2 104,62	2 023,09	4 127,71	83 654,35	1,18
Année	24	2 157,24	2 083,78	4 241,02	87 895,37	1,18
Année	25	2 211,17	2 146,30	4 357,46	92 252,83	1,18
Année	26	2 266,45	2 210,68	4 477,13	96 729,96	1,18
Année	27	2 323,11	2 277,00	4 600,11	101 330,08	1,18
Année	28	2 381,19	2 345,31	4 726,50	106 056,58	1,18
Année	29	2 440,72	2 415,67	4 856,39	110 912,96	1,18
Année	30	2 501,73	2 488,14	4 989,88	115 902,84	1,18
<b>Total sur 30 ans</b>		<b>53 671</b>	<b>50 232</b>	<b>103 903</b>	<b>115 903</b>	<b>35</b>

		4				
		Chauffage par pompe à chaleur Air / Eau et Ecs par ballon électrique				
		P2+P3	P1 Electricité	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année	0		<i>Investissement</i> →		<b>12 000,00</b>	
Année	1	1 530,00	1 022,96	2 552,96	14 552,96	1,11
Année	2	1 568,25	1 053,65	2 621,90	17 174,86	1,11
Année	3	1 607,46	1 085,26	2 692,72	19 867,58	1,11
Année	4	1 647,64	1 117,82	2 765,46	22 633,04	1,11
Année	5	1 688,83	1 151,35	2 840,19	25 473,23	1,11
Année	6	1 731,05	1 185,89	2 916,95	28 390,17	1,11
Année	7	1 774,33	1 221,47	2 995,80	31 385,98	1,11
Année	8	1 818,69	1 258,11	3 076,80	34 462,78	1,11
Année	9	1 864,16	1 295,86	3 160,01	37 622,79	1,11
Année	10	1 910,76	1 334,73	3 245,49	40 868,29	1,11
Année	11	1 958,53	1 374,78	3 333,30	44 201,59	1,11
Année	12	2 007,49	1 416,02	3 423,51	47 625,10	1,11
Année	13	2 057,68	1 458,50	3 516,18	51 141,28	1,11
Année	14	2 109,12	1 502,25	3 611,38	54 752,66	1,11
Année	15	2 161,85	1 547,32	3 709,17	58 461,83	1,11
Année	16	2 215,90	1 593,74	3 809,64	62 271,47	1,11
Année	17	2 271,29	1 641,55	3 912,85	66 184,31	1,11
Année	18	2 328,08	1 690,80	4 018,88	70 203,19	1,11
Année	19	2 386,28	1 741,52	4 127,80	74 330,99	1,11
Année	20	2 445,93	1 793,77	4 239,70	78 570,70	1,11
Année	21	2 507,08	1 847,58	4 354,67	82 925,36	1,11
Année	22	2 569,76	1 903,01	4 472,77	87 398,13	1,11
Année	23	2 634,00	1 960,10	4 594,11	91 992,24	1,11
Année	24	2 699,85	2 018,90	4 718,76	96 711,00	1,11
Année	25	2 767,35	2 079,47	4 846,82	101 557,82	1,11
Année	26	2 836,53	2 141,86	4 978,39	106 536,21	1,11
Année	27	2 907,45	2 206,11	5 113,56	111 649,77	1,11
Année	28	2 980,13	2 272,29	5 252,43	116 902,19	1,11
Année	29	3 054,64	2 340,46	5 395,10	122 297,30	1,11
Année	30	3 131,00	2 410,68	5 541,68	127 838,98	1,11
<b>Total sur 30 ans</b>		<b>67 171</b>	<b>48 668</b>	<b>115 839</b>	<b>127 839</b>	<b>33</b>

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

Scénario d'augmentation de l'énergie :

**MOYEN**

Solution de référence	1				
	Chauffage et Ecs électrique direct				
	P2+P3	P1 Electricité	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année 0		<i>Investissement</i> →		<b>7 200,00</b>	
Année 1	913,85	1 474,85	2 388,70	9 588,70	2,06
Année 2	936,69	1 563,34	2 500,03	12 088,73	2,06
Année 3	960,11	1 657,14	2 617,25	14 705,98	2,06
Année 4	984,11	1 756,57	2 740,68	17 446,66	2,06
Année 5	1 008,72	1 861,96	2 870,68	20 317,34	2,06
Année 6	1 033,93	1 973,68	3 007,61	23 324,95	2,06
Année 7	1 059,78	2 092,10	3 151,88	26 476,83	2,06
Année 8	1 086,28	2 217,63	3 303,90	29 780,74	2,06
Année 9	1 113,43	2 350,69	3 464,12	33 244,85	2,06
Année 10	1 141,27	2 491,73	3 632,99	36 877,85	2,06
Année 11	1 169,80	2 641,23	3 811,03	40 688,88	2,06
Année 12	1 199,05	2 799,70	3 998,75	44 687,63	2,06
Année 13	1 229,02	2 967,69	4 196,71	48 884,34	2,06
Année 14	1 259,75	3 145,75	4 405,49	53 289,83	2,06
Année 15	1 291,24	3 334,49	4 625,73	57 915,56	2,06
Année 16	1 323,52	3 534,56	4 858,08	62 773,65	2,06
Année 17	1 356,61	3 746,64	5 103,24	67 876,89	2,06
Année 18	1 390,52	3 971,43	5 361,96	73 238,85	2,06
Année 19	1 425,29	4 209,72	5 635,01	78 873,86	2,06
Année 20	1 460,92	4 462,30	5 923,22	84 797,08	2,06
Année 21	1 497,44	4 730,04	6 227,48	91 024,56	2,06
Année 22	1 534,88	5 013,84	6 548,72	97 573,29	2,06
Année 23	1 573,25	5 314,67	6 887,92	104 461,21	2,06
Année 24	1 612,58	5 633,55	7 246,14	111 707,35	2,06
Année 25	1 652,90	5 971,57	7 624,46	119 331,81	2,06
Année 26	1 694,22	6 329,86	8 024,08	127 355,89	2,06
Année 27	1 736,58	6 709,65	8 446,23	135 802,12	2,06
Année 28	1 779,99	7 112,23	8 892,22	144 694,34	2,06
Année 29	1 824,49	7 538,97	9 363,46	154 057,80	2,06
Année 30	1 870,10	7 991,30	9 861,41	163 919,20	2,06
<b>Total sur 30 ans</b>	<b>40 120</b>	<b>116 599</b>	<b>156 719</b>	<b>163 919</b>	<b>62</b>

		2					
		Chauffage par chaudière gaz à condensation et Ecs par ballon électrique					
		P2+P3	P1 Gaz	P1 Electricité	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année	0		<i>Investissement</i> →			<b>9 600,00</b>	
Année	1	1 080,00	713,00	792,45	2 585,45	12 185,45	2,89
Année	2	1 107,00	784,30	840,00	2 731,30	14 916,76	2,89
Année	3	1 134,68	862,73	890,40	2 887,81	17 804,56	2,89
Année	4	1 163,04	949,00	943,83	3 055,87	20 860,43	2,89
Année	5	1 192,12	1 043,90	1 000,46	3 236,48	24 096,91	2,89
Année	6	1 221,92	1 148,29	1 060,48	3 430,70	27 527,61	2,89
Année	7	1 252,47	1 263,12	1 124,11	3 639,70	31 167,31	2,89
Année	8	1 283,78	1 389,43	1 191,56	3 864,77	35 032,08	2,89
Année	9	1 315,88	1 528,38	1 263,05	4 107,31	39 139,39	2,89
Année	10	1 348,77	1 681,22	1 338,84	4 368,82	43 508,21	2,89
Année	11	1 382,49	1 849,34	1 419,17	4 650,99	48 159,21	2,89
Année	12	1 417,05	2 034,27	1 504,32	4 955,64	53 114,85	2,89
Année	13	1 452,48	2 237,70	1 594,57	5 284,75	58 399,60	2,89
Année	14	1 488,79	2 461,47	1 690,25	5 640,51	64 040,11	2,89
Année	15	1 526,01	2 707,61	1 791,66	6 025,29	70 065,40	2,89
Année	16	1 564,16	2 978,38	1 899,16	6 441,70	76 507,10	2,89
Année	17	1 603,27	3 276,21	2 013,11	6 892,59	83 399,70	2,89
Année	18	1 643,35	3 603,84	2 133,90	7 381,08	90 780,78	2,89
Année	19	1 684,43	3 964,22	2 261,93	7 910,58	98 691,36	2,89
Année	20	1 726,54	4 360,64	2 397,65	8 484,83	107 176,20	2,89
Année	21	1 769,71	4 796,70	2 541,51	9 107,92	116 284,12	2,89
Année	22	1 813,95	5 276,38	2 694,00	9 784,32	126 068,44	2,89
Année	23	1 859,30	5 804,01	2 855,64	10 518,95	136 587,39	2,89
Année	24	1 905,78	6 384,41	3 026,98	11 317,17	147 904,56	2,89
Année	25	1 953,42	7 022,86	3 208,60	12 184,88	160 089,44	2,89
Année	26	2 002,26	7 725,14	3 401,11	13 128,51	173 217,95	2,89
Année	27	2 052,32	8 497,66	3 605,18	14 155,15	187 373,10	2,89
Année	28	2 103,62	9 347,42	3 821,49	15 272,54	202 645,64	2,89
Année	29	2 156,21	10 282,16	4 050,78	16 489,16	219 134,80	2,89
Année	30	2 210,12	11 310,38	4 293,83	17 814,33	236 949,12	2,89
<b>Total sur 30 ans</b>		<b>47 415</b>	<b>117 284</b>	<b>62 650</b>	<b>227 349</b>	<b>236 949</b>	<b>87</b>

		3				
		Chauffage par pompe à chaleur Air / Air et Ecs par ballon électrique				
		P2+P3	P1 Electricité	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année	0				<b>12 000,00</b>	
Année	1	1 222,50	1 055,83	2 278,33	14 278,33	1,18
Année	2	1 253,06	1 119,19	2 372,25	16 650,58	1,18
Année	3	1 284,39	1 186,34	2 470,73	19 121,31	1,18
Année	4	1 316,50	1 257,52	2 574,02	21 695,32	1,18
Année	5	1 349,41	1 332,97	2 682,38	24 377,70	1,18
Année	6	1 383,15	1 412,95	2 796,09	27 173,79	1,18
Année	7	1 417,73	1 497,72	2 915,45	30 089,24	1,18
Année	8	1 453,17	1 587,59	3 040,75	33 129,99	1,18
Année	9	1 489,50	1 682,84	3 172,34	36 302,33	1,18
Année	10	1 526,73	1 783,81	3 310,55	39 612,88	1,18
Année	11	1 564,90	1 890,84	3 455,74	43 068,62	1,18
Année	12	1 604,03	2 004,29	3 608,32	46 676,94	1,18
Année	13	1 644,13	2 124,55	3 768,67	50 445,61	1,18
Année	14	1 685,23	2 252,02	3 937,25	54 382,86	1,18
Année	15	1 727,36	2 387,14	4 114,50	58 497,36	1,18
Année	16	1 770,54	2 530,37	4 300,91	62 798,28	1,18
Année	17	1 814,81	2 682,19	4 497,00	67 295,28	1,18
Année	18	1 860,18	2 843,12	4 703,30	71 998,58	1,18
Année	19	1 906,68	3 013,71	4 920,39	76 918,97	1,18
Année	20	1 954,35	3 194,53	5 148,88	82 067,86	1,18
Année	21	2 003,21	3 386,21	5 389,41	87 457,27	1,18
Année	22	2 053,29	3 589,38	5 642,67	93 099,94	1,18
Année	23	2 104,62	3 804,74	5 909,36	99 009,30	1,18
Année	24	2 157,24	4 033,03	6 190,26	105 199,56	1,18
Année	25	2 211,17	4 275,01	6 486,17	111 685,74	1,18
Année	26	2 266,45	4 531,51	6 797,95	118 483,69	1,18
Année	27	2 323,11	4 803,40	7 126,51	125 610,20	1,18
Année	28	2 381,19	5 091,60	7 472,79	133 082,98	1,18
Année	29	2 440,72	5 397,10	7 837,81	140 920,80	1,18
Année	30	2 501,73	5 720,92	8 222,66	149 143,45	1,18
<b>Total sur 30 ans</b>		<b>53 671</b>	<b>83 472</b>	<b>137 143</b>	<b>149 143</b>	<b>35</b>

		4				
		Chauffage par pompe à chaleur Air / Eau et Ecs par ballon électrique				
		P2+P3	P1 Electricité	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année	0				<b>12 000,00</b>	
Année	1	1 530,00	1 022,96	2 552,96	14 552,96	1,11
Année	2	1 568,25	1 084,34	2 652,59	17 205,55	1,11
Année	3	1 607,46	1 149,40	2 756,86	19 962,41	1,11
Année	4	1 647,64	1 218,36	2 866,01	22 828,41	1,11
Année	5	1 688,83	1 291,47	2 980,30	25 808,71	1,11
Année	6	1 731,05	1 368,95	3 100,01	28 908,72	1,11
Année	7	1 774,33	1 451,09	3 225,42	32 134,14	1,11
Année	8	1 818,69	1 538,16	3 356,85	35 490,99	1,11
Année	9	1 864,16	1 630,45	3 494,60	38 985,59	1,11
Année	10	1 910,76	1 728,27	3 639,03	42 624,63	1,11
Année	11	1 958,53	1 831,97	3 790,50	46 415,12	1,11
Année	12	2 007,49	1 941,89	3 949,38	50 364,50	1,11
Année	13	2 057,68	2 058,40	4 116,08	54 480,58	1,11
Année	14	2 109,12	2 181,90	4 291,03	58 771,61	1,11
Année	15	2 161,85	2 312,82	4 474,67	63 246,28	1,11
Année	16	2 215,90	2 451,59	4 667,48	67 913,76	1,11
Année	17	2 271,29	2 598,68	4 869,98	72 783,74	1,11
Année	18	2 328,08	2 754,60	5 082,68	77 866,42	1,11
Année	19	2 386,28	2 919,88	5 306,16	83 172,58	1,11
Année	20	2 445,93	3 095,07	5 541,01	88 713,59	1,11
Année	21	2 507,08	3 280,78	5 787,86	94 501,45	1,11
Année	22	2 569,76	3 477,62	6 047,38	100 548,83	1,11
Année	23	2 634,00	3 686,28	6 320,29	106 869,12	1,11
Année	24	2 699,85	3 907,46	6 607,31	113 476,43	1,11
Année	25	2 767,35	4 141,91	6 909,26	120 385,69	1,11
Année	26	2 836,53	4 390,42	7 226,95	127 612,64	1,11
Année	27	2 907,45	4 653,85	7 561,29	135 173,93	1,11
Année	28	2 980,13	4 933,08	7 913,21	143 087,14	1,11
Année	29	3 054,64	5 229,06	8 283,70	151 370,84	1,11
Année	30	3 131,00	5 542,80	8 673,81	160 044,65	1,11
<b>Total sur 30 ans</b>		<b>67 171</b>	<b>80 874</b>	<b>148 045</b>	<b>160 045</b>	<b>33</b>

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

Scénario d'augmentation de l'énergie :

**FORT**

Solution de référence	1 Chauffage et Ecs électrique direct				
	P2+P3	P1 Electricité	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année 0		<i>Investissement</i> →		<b>7 200,00</b>	
Année 1	913,85	1 474,85	2 388,70	9 588,70	2,06
Année 2	936,69	1 607,59	2 544,28	12 132,97	2,06
Année 3	960,11	1 752,27	2 712,38	14 845,35	2,06
Année 4	984,11	1 909,97	2 894,08	17 739,44	2,06
Année 5	1 008,72	2 081,87	3 090,58	20 830,02	2,06
Année 6	1 033,93	2 269,24	3 303,17	24 133,19	2,06
Année 7	1 059,78	2 473,47	3 533,25	27 666,44	2,06
Année 8	1 086,28	2 696,08	3 782,36	31 448,80	2,06
Année 9	1 113,43	2 938,73	4 052,16	35 500,96	2,06
Année 10	1 141,27	3 203,21	4 344,48	39 845,44	2,06
Année 11	1 169,80	3 491,50	4 661,30	44 506,75	2,06
Année 12	1 199,05	3 805,74	5 004,78	49 511,53	2,06
Année 13	1 229,02	4 148,26	5 377,28	54 888,81	2,06
Année 14	1 259,75	4 521,60	5 781,35	60 670,16	2,06
Année 15	1 291,24	4 928,54	6 219,78	66 889,94	2,06
Année 16	1 323,52	5 372,11	6 695,63	73 585,57	2,06
Année 17	1 356,61	5 855,60	7 212,21	80 797,79	2,06
Année 18	1 390,52	6 382,61	7 773,13	88 570,92	2,06
Année 19	1 425,29	6 957,04	8 382,33	96 953,24	2,06
Année 20	1 460,92	7 583,17	9 044,09	105 997,34	2,06
Année 21	1 497,44	8 265,66	9 763,10	115 760,44	2,06
Année 22	1 534,88	9 009,57	10 544,45	126 304,89	2,06
Année 23	1 573,25	9 820,43	11 393,68	137 698,57	2,06
Année 24	1 612,58	10 704,27	12 316,85	150 015,42	2,06
Année 25	1 652,90	11 667,65	13 320,55	163 335,97	2,06
Année 26	1 694,22	12 717,74	14 411,96	177 747,94	2,06
Année 27	1 736,58	13 862,34	15 598,91	193 346,85	2,06
Année 28	1 779,99	15 109,95	16 889,94	210 236,79	2,06
Année 29	1 824,49	16 469,84	18 294,33	228 531,12	2,06
Année 30	1 870,10	17 952,13	19 822,23	248 353,35	2,06
<b>Total sur 30 ans</b>	<b>40 120</b>	<b>201 033</b>	<b>241 153</b>	<b>248 353</b>	<b>62</b>

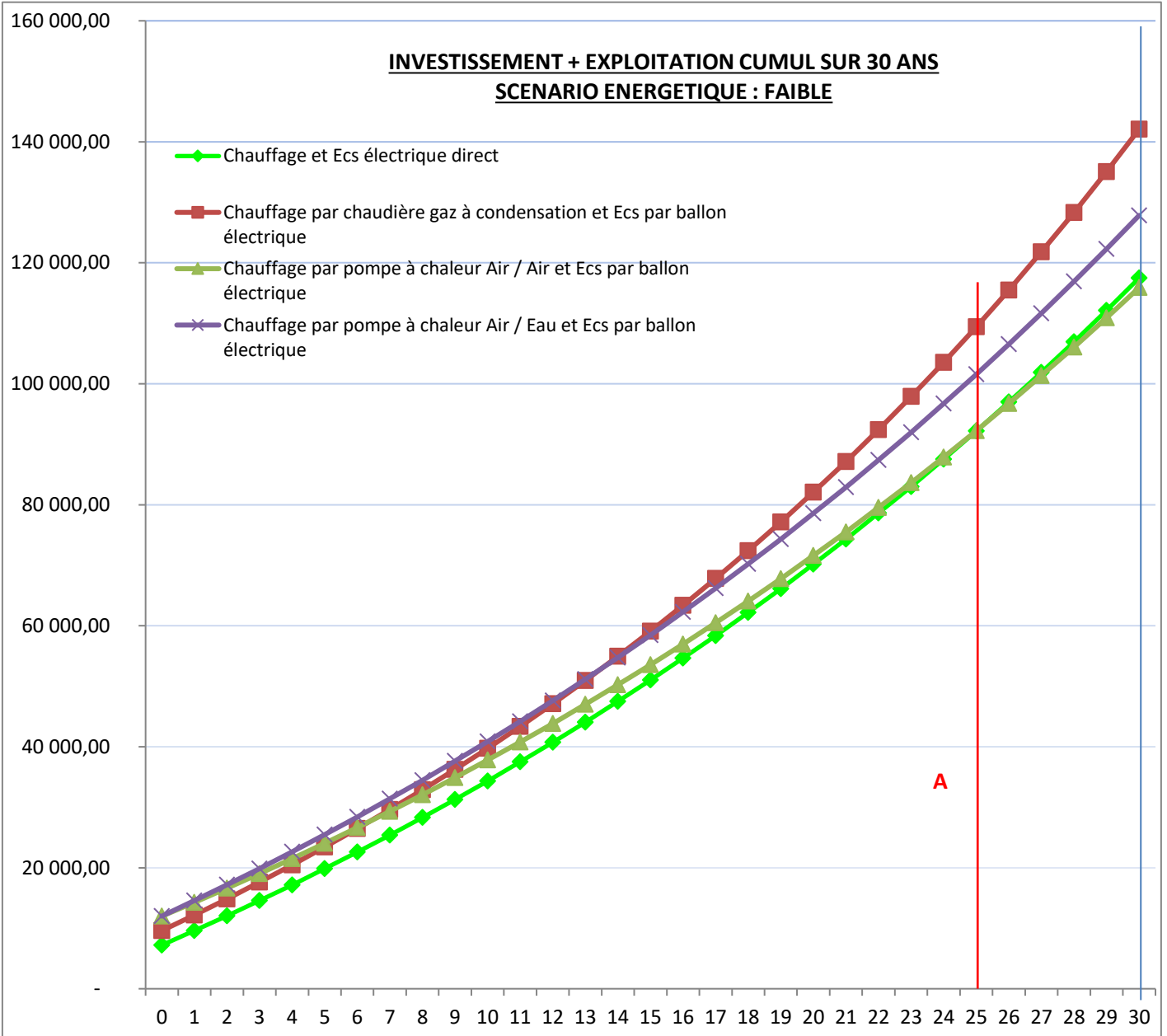
		2					
		Chauffage par chaudière gaz à condensation et Ecs par ballon électrique					
		P2+P3	P1 Gaz	P1 Electricité	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année	0		<i>Investissement</i> →			<b>9 600,00</b>	
Année	1	1 080,00	713,00	792,45	2 585,45	12 185,45	2,89
Année	2	1 107,00	819,95	863,78	2 790,73	14 976,18	2,89
Année	3	1 134,68	942,94	941,52	3 019,13	17 995,31	2,89
Année	4	1 163,04	1 084,38	1 026,25	3 273,68	21 268,99	2,89
Année	5	1 192,12	1 247,04	1 118,61	3 557,77	24 826,76	2,89
Année	6	1 221,92	1 434,10	1 219,29	3 875,31	28 702,07	2,89
Année	7	1 252,47	1 649,21	1 329,03	4 230,71	32 932,78	2,89
Année	8	1 283,78	1 896,59	1 448,64	4 629,01	37 561,79	2,89
Année	9	1 315,88	2 181,08	1 579,02	5 075,97	42 637,76	2,89
Année	10	1 348,77	2 508,24	1 721,13	5 578,14	48 215,90	2,89
Année	11	1 382,49	2 884,48	1 876,03	6 143,00	54 358,90	2,89
Année	12	1 417,05	3 317,15	2 044,87	6 779,08	61 137,98	2,89
Année	13	1 452,48	3 814,73	2 228,91	7 496,12	68 634,10	2,89
Année	14	1 488,79	4 386,94	2 429,51	8 305,24	76 939,34	2,89
Année	15	1 526,01	5 044,98	2 648,17	9 219,15	86 158,49	2,89
Année	16	1 564,16	5 801,72	2 886,50	10 252,39	96 410,88	2,89
Année	17	1 603,27	6 671,98	3 146,29	11 421,53	107 832,41	2,89
Année	18	1 643,35	7 672,78	3 429,45	12 745,58	120 577,99	2,89
Année	19	1 684,43	8 823,69	3 738,10	14 246,23	134 824,22	2,89
Année	20	1 726,54	10 147,25	4 074,53	15 948,32	150 772,54	2,89
Année	21	1 769,71	11 669,33	4 441,24	17 880,28	168 652,82	2,89
Année	22	1 813,95	13 419,73	4 840,95	20 074,64	188 727,46	2,89
Année	23	1 859,30	15 432,70	5 276,64	22 568,63	211 296,09	2,89
Année	24	1 905,78	17 747,60	5 751,54	25 404,92	236 701,01	2,89
Année	25	1 953,42	20 409,74	6 269,18	28 632,34	265 333,35	2,89
Année	26	2 002,26	23 471,20	6 833,40	32 306,86	297 640,21	2,89
Année	27	2 052,32	26 991,88	7 448,41	36 492,60	334 132,81	2,89
Année	28	2 103,62	31 040,66	8 118,76	41 263,05	375 395,86	2,89
Année	29	2 156,21	35 696,76	8 849,45	46 702,43	422 098,29	2,89
Année	30	2 210,12	41 051,28	9 645,90	52 907,30	475 005,59	2,89
<b>Total sur 30 ans</b>		<b>47 415</b>	<b>309 973</b>	<b>108 018</b>	<b>465 406</b>	<b>475 006</b>	<b>87</b>



		3				
		Chauffage par pompe à chaleur Air / Air et Ecs par ballon électrique				
		P2+P3	P1 Electricité	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année	0				<b>12 000,00</b>	
Année	1	1 222,50	1 055,83	2 278,33	14 278,33	1,18
Année	2	1 253,06	1 150,86	2 403,92	16 682,26	1,18
Année	3	1 284,39	1 254,44	2 538,83	19 221,08	1,18
Année	4	1 316,50	1 367,34	2 683,84	21 904,92	1,18
Année	5	1 349,41	1 490,40	2 839,81	24 744,73	1,18
Année	6	1 383,15	1 624,53	3 007,68	27 752,41	1,18
Année	7	1 417,73	1 770,74	3 188,47	30 940,87	1,18
Année	8	1 453,17	1 930,11	3 383,28	34 324,15	1,18
Année	9	1 489,50	2 103,82	3 593,31	37 917,46	1,18
Année	10	1 526,73	2 293,16	3 819,90	41 737,36	1,18
Année	11	1 564,90	2 499,55	4 064,45	45 801,81	1,18
Année	12	1 604,03	2 724,50	4 328,53	50 130,34	1,18
Année	13	1 644,13	2 969,71	4 613,84	54 744,18	1,18
Année	14	1 685,23	3 236,98	4 922,21	59 666,39	1,18
Année	15	1 727,36	3 528,31	5 255,67	64 922,06	1,18
Année	16	1 770,54	3 845,86	5 616,40	70 538,47	1,18
Année	17	1 814,81	4 191,99	6 006,80	76 545,26	1,18
Année	18	1 860,18	4 569,27	6 429,44	82 974,71	1,18
Année	19	1 906,68	4 980,50	6 887,18	89 861,89	1,18
Année	20	1 954,35	5 428,75	7 383,10	97 244,99	1,18
Année	21	2 003,21	5 917,33	7 920,54	105 165,53	1,18
Année	22	2 053,29	6 449,89	8 503,18	113 668,71	1,18
Année	23	2 104,62	7 030,38	9 135,00	122 803,71	1,18
Année	24	2 157,24	7 663,12	9 820,35	132 624,07	1,18
Année	25	2 211,17	8 352,80	10 563,97	143 188,03	1,18
Année	26	2 266,45	9 104,55	11 371,00	154 559,03	1,18
Année	27	2 323,11	9 923,96	12 247,07	166 806,10	1,18
Année	28	2 381,19	10 817,12	13 198,30	180 004,40	1,18
Année	29	2 440,72	11 790,66	14 231,37	194 235,77	1,18
Année	30	2 501,73	12 851,82	15 353,55	209 589,32	1,18
<b>Total sur 30 ans</b>		<b>53 671</b>	<b>143 918</b>	<b>197 589</b>	<b>209 589</b>	<b>35</b>

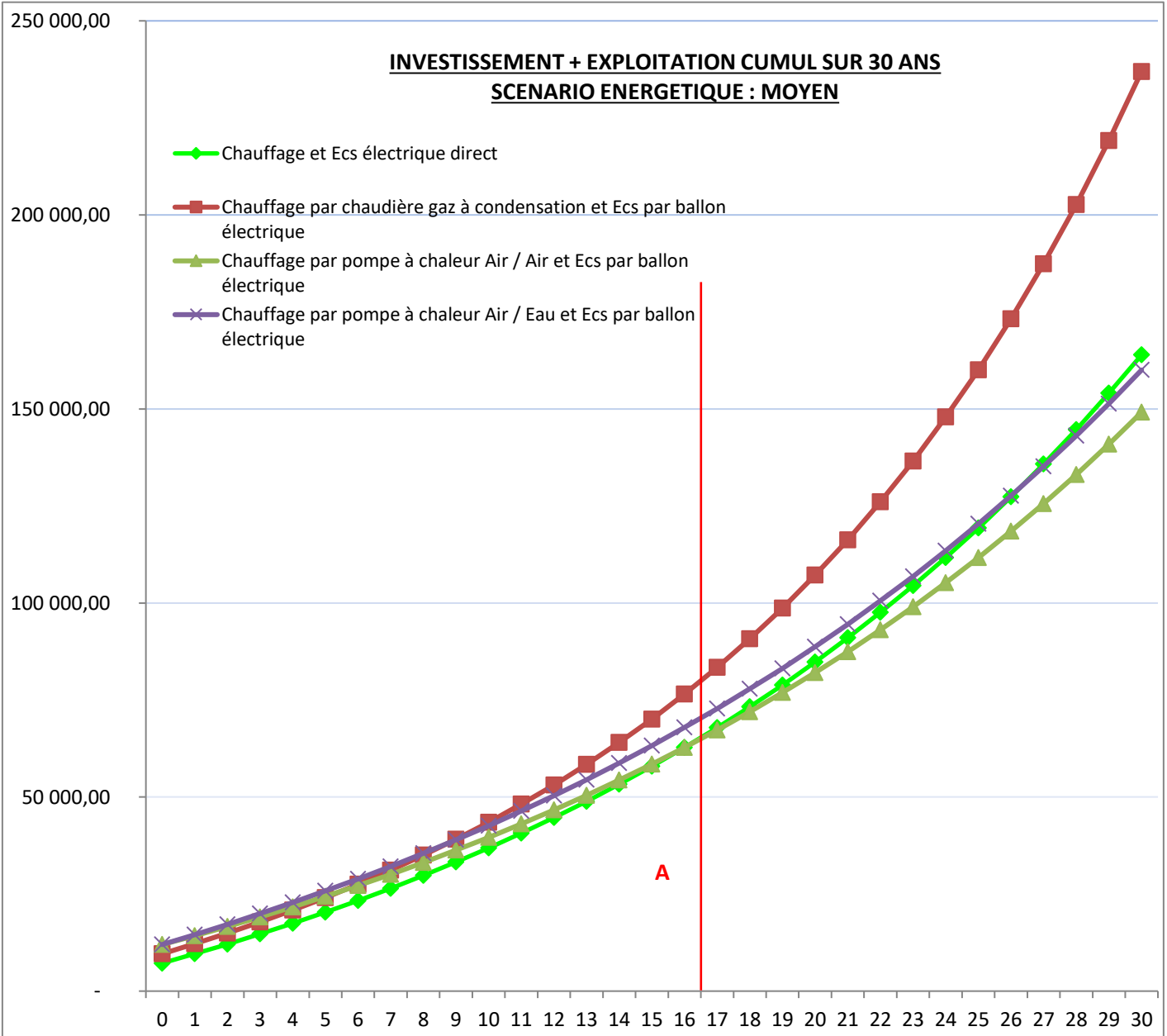
		4				
		Chauffage par pompe à chaleur Air / Eau et Ecs par ballon électrique				
		P2+P3	P1 Electricité	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année	0		<i>Investissement</i> →		<b>12 000,00</b>	
Année	1	1 530,00	1 022,96	2 552,96	14 552,96	1,11
Année	2	1 568,25	1 115,03	2 683,28	17 236,24	1,11
Année	3	1 607,46	1 215,38	2 822,84	20 059,08	1,11
Année	4	1 647,64	1 324,77	2 972,41	23 031,49	1,11
Année	5	1 688,83	1 443,99	3 132,83	26 164,31	1,11
Année	6	1 731,05	1 573,95	3 305,01	29 469,32	1,11
Année	7	1 774,33	1 715,61	3 489,94	32 959,26	1,11
Année	8	1 818,69	1 870,01	3 688,70	36 647,97	1,11
Année	9	1 864,16	2 038,32	3 902,47	40 550,44	1,11
Année	10	1 910,76	2 221,76	4 132,52	44 682,96	1,11
Année	11	1 958,53	2 421,72	4 380,25	49 063,22	1,11
Année	12	2 007,49	2 639,68	4 647,17	53 710,39	1,11
Année	13	2 057,68	2 877,25	4 934,93	58 645,31	1,11
Année	14	2 109,12	3 136,20	5 245,32	63 890,64	1,11
Année	15	2 161,85	3 418,46	5 580,31	69 470,95	1,11
Année	16	2 215,90	3 726,12	5 942,02	75 412,96	1,11
Année	17	2 271,29	4 061,47	6 332,77	81 745,73	1,11
Année	18	2 328,08	4 427,00	6 755,08	88 500,81	1,11
Année	19	2 386,28	4 825,43	7 211,71	95 712,52	1,11
Année	20	2 445,93	5 259,72	7 705,66	103 418,18	1,11
Année	21	2 507,08	5 733,10	8 240,18	111 658,36	1,11
Année	22	2 569,76	6 249,08	8 818,84	120 477,20	1,11
Année	23	2 634,00	6 811,49	9 445,50	129 922,70	1,11
Année	24	2 699,85	7 424,53	10 124,38	140 047,08	1,11
Année	25	2 767,35	8 092,74	10 860,09	150 907,17	1,11
Année	26	2 836,53	8 821,08	11 657,62	162 564,79	1,11
Année	27	2 907,45	9 614,98	12 522,43	175 087,22	1,11
Année	28	2 980,13	10 480,33	13 460,46	188 547,68	1,11
Année	29	3 054,64	11 423,56	14 478,20	203 025,88	1,11
Année	30	3 131,00	12 451,68	15 582,68	218 608,56	1,11
<b>Total sur 30 ans</b>		<b>67 171</b>	<b>139 437</b>	<b>206 609</b>	<b>218 609</b>	<b>33</b>

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



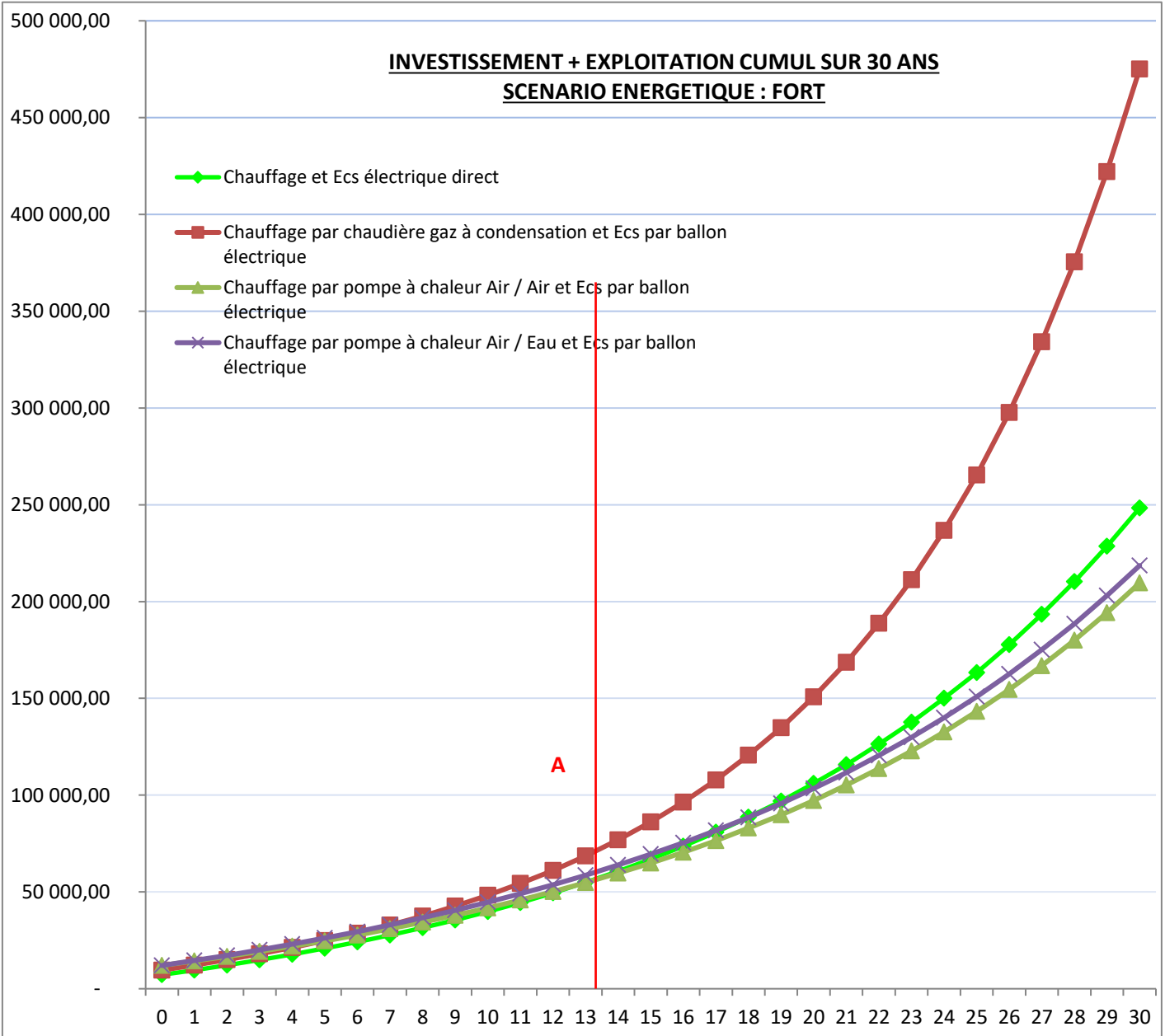
**A** : La solution PAC Air/Air devient la solution la plus rentable dans le cadre d'un scénario faible d'augmentation du coût de l'énergie à partir de 25 ans par rapport à la solution tout électrique.

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



**A :** La solution PAC Air/Air devient la solution la plus rentable dans le cadre d'un scénario Moyen d'augmentation du coût de l'énergie à partir de 17 ans par rapport à la solution tout électrique.

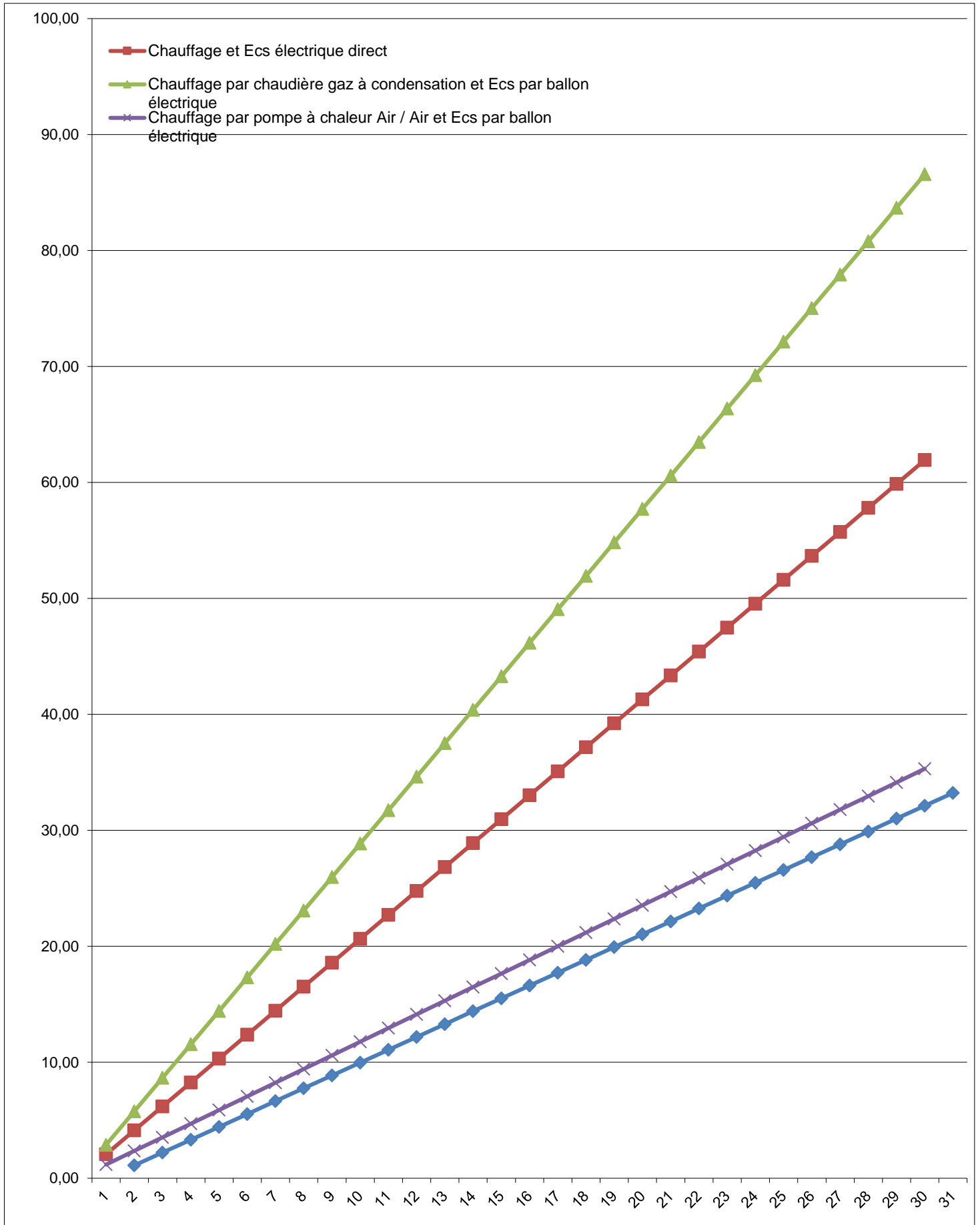
**COMPARATIF EN COUT GLOBAL ET ENVIRONNEMENTAL  
DES PRODUCTIONS D'ENERGIE  
HYPOTHESE AUGMENTATION FORT DU COUT DES ENERGIES**



**A :** La solution PAC Air/Air devient la solution la plus rentable dans le cadre d'un scénario Fort d'augmentation du coût de l'énergie à partir de 13 ans par rapport à la solution tout électrique.

**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	2,06	2,89	1,18	1,11
Année 2	4,13	5,77	2,35	2,21
Année 3	6,19	8,66	3,53	3,32
Année 4	8,26	11,54	4,71	4,43
Année 5	10,32	14,43	5,89	5,54
Année 6	12,39	17,31	7,06	6,64
Année 7	14,45	20,20	8,24	7,75
Année 8	16,52	23,09	9,42	8,86
Année 9	18,58	25,97	10,59	9,97
Année 10	20,64	28,86	11,77	11,07
Année 11	22,71	31,74	12,95	12,18
Année 12	24,77	34,63	14,12	13,29
Année 13	26,84	37,51	15,30	14,40
Année 14	28,90	40,40	16,48	15,50
Année 15	30,97	43,28	17,66	16,61
Année 16	33,03	46,17	18,83	17,72
Année 17	35,09	49,06	20,01	18,83
Année 18	37,16	51,94	21,19	19,93
Année 19	39,22	54,83	22,36	21,04
Année 20	41,29	57,71	23,54	22,15
Année 21	43,35	60,60	24,72	23,26
Année 22	45,42	63,48	25,90	24,36
Année 23	47,48	66,37	27,07	25,47
Année 24	49,55	69,26	28,25	26,58
Année 25	51,61	72,14	29,43	27,69
Année 26	53,67	75,03	30,60	28,79
Année 27	55,74	77,91	31,78	29,90
Année 28	57,80	80,80	32,96	31,01
Année 29	59,87	83,68	34,13	32,12
<b>Année 30</b>	<b>62</b>	<b>87</b>	<b>35</b>	<b>33</b>



**INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRODUCTION ENERGETIQUE**

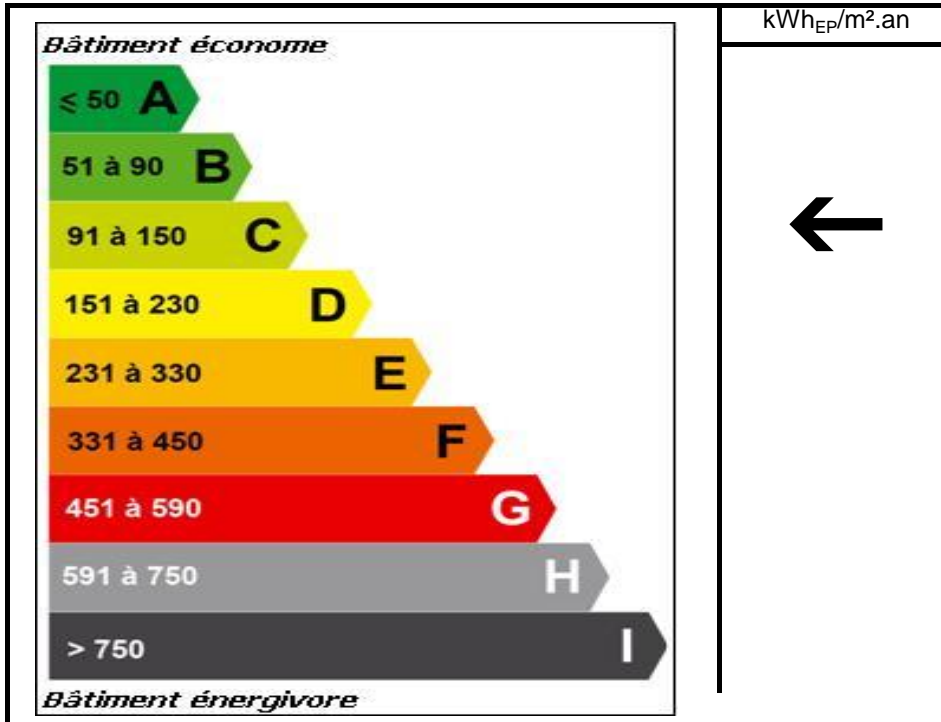
**Solution No 1 Chauffage et Ecs électrique direct**

Consommation énergétique (en énergie primaire)

Energie :

Consommation réelle :

<b>ELEC</b>
<b>134</b>

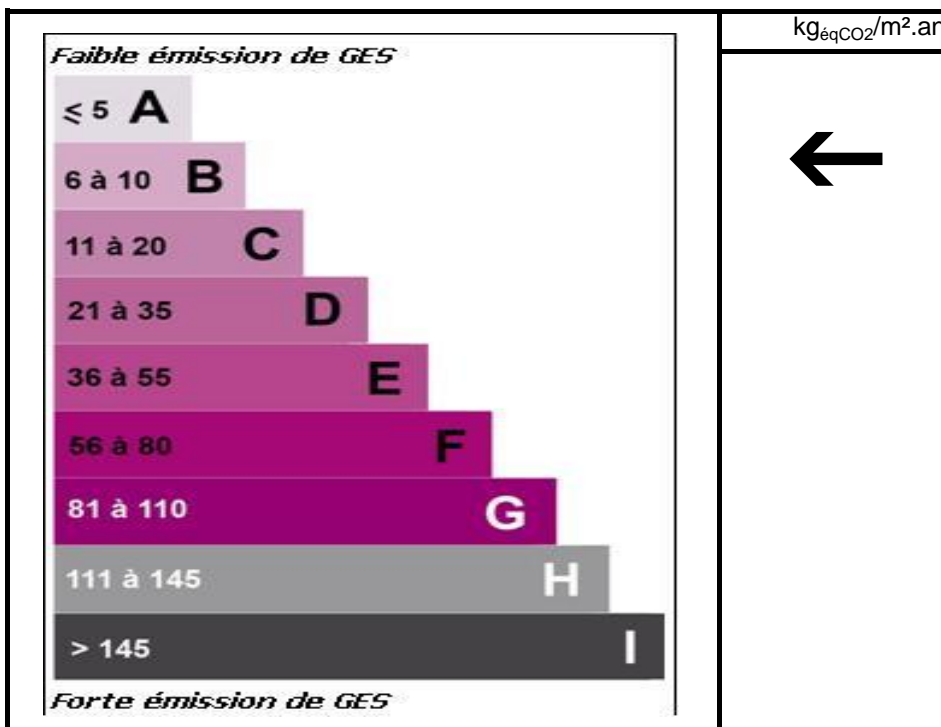


Emission de Gaz à effet de serre (GES)

Energie :

Estimation des émissions :

<b>ELEC</b>
<b>9</b>





**INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRODUCTION ENERGETIQUE**

**Solution No 2 Chauffage par chaudière gaz à condensation et Ecs par ballon électrique**

Consommation énergétique (en énergie primaire)

Energie :

Consommation réelle :

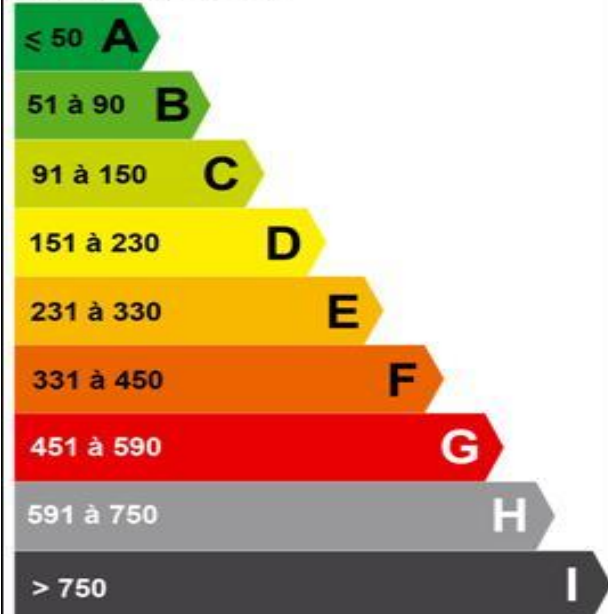
Gaz + ELEC

84

kWh<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup>.an



*Bâtiment économe*



*Bâtiment énergivore*

Emission de Gaz à effet de serre (GES)

Energie :

Estimation des émissions :

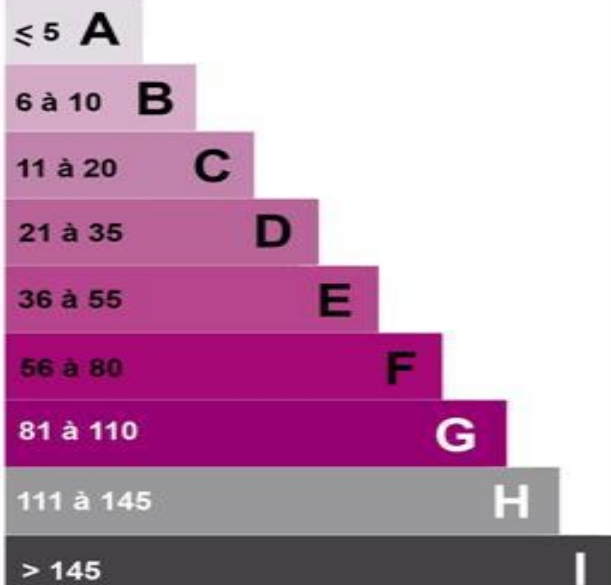
Gaz + ELEC

13

kg<sub>eq</sub>CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.an



*Faible émission de GES*



*Forte émission de GES*

**INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRODUCTION ENERGETIQUE**

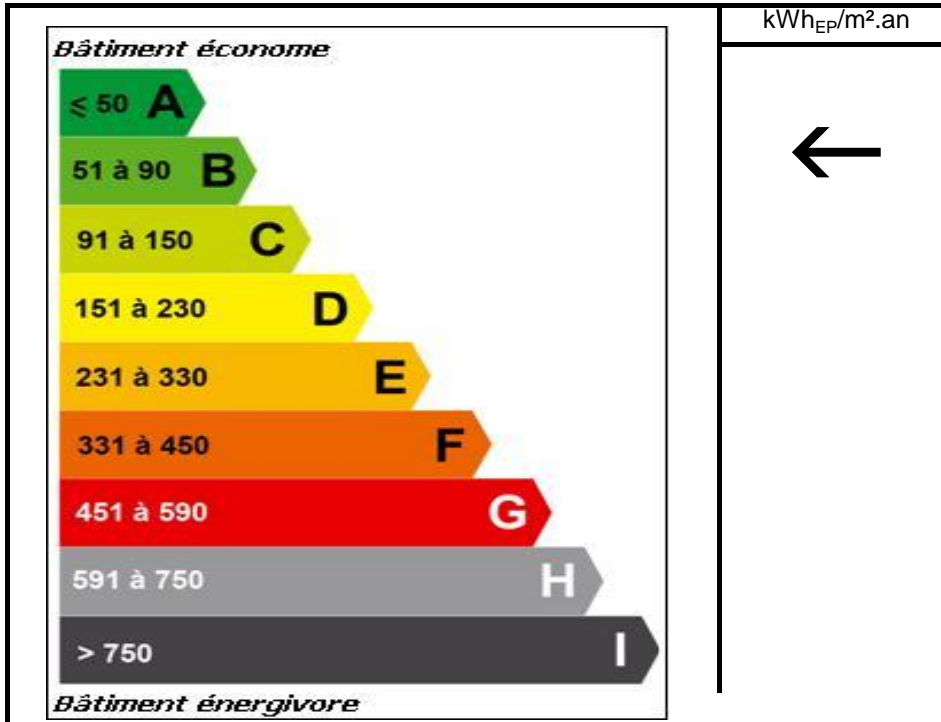
**Solution No 3 Chauffage par pompe à chaleur Air / Air et Ecs par ballon électrique**

Consommation énergétique (en énergie primaire)

Energie :

Consommation réelle :

<b>ELEC</b>
<b>77</b>

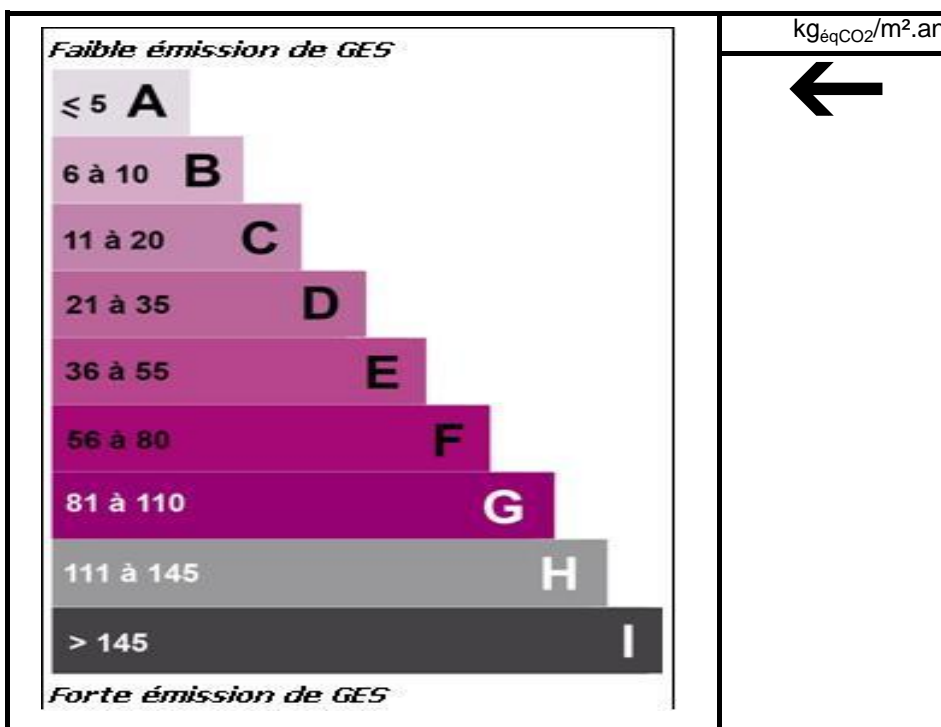


Emission de Gaz à effet de serre (GES)

Energie :

Estimation des émissions :

<b>ELEC</b>
<b>5</b>



**INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRODUCTION ENERGETIQUE**

**Solution No 4 Chauffage par pompe à chaleur Air / Eau et Ecs par ballon électrique**

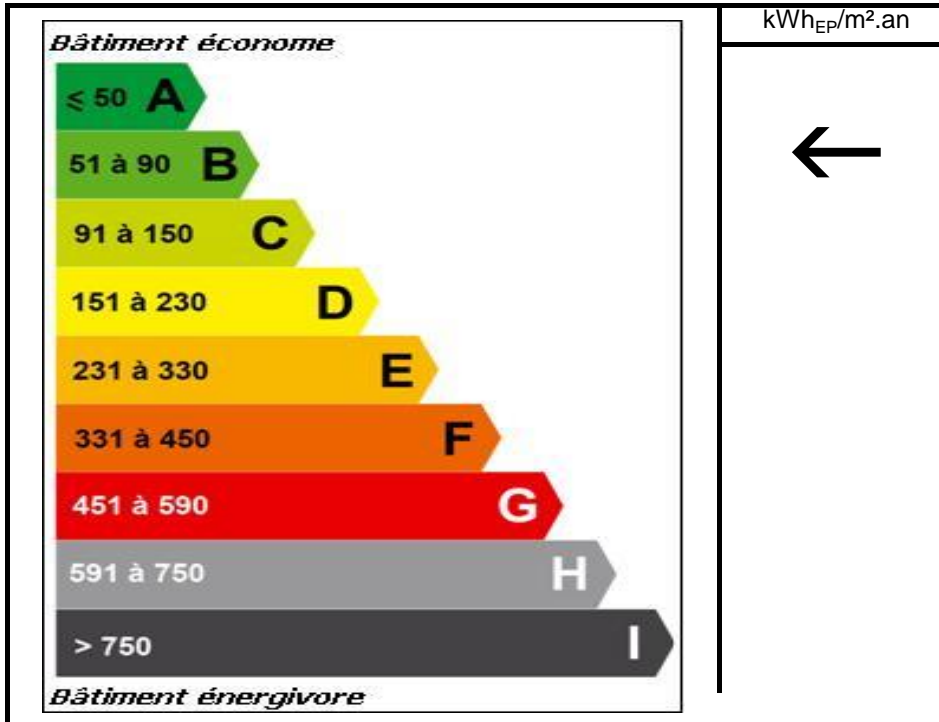
Consommation énergétique (en énergie primaire)

Energie :

Chauffage par pompe à chaleur Air / Eau et Ecs par ballon électrique

Consommation réelle :

72



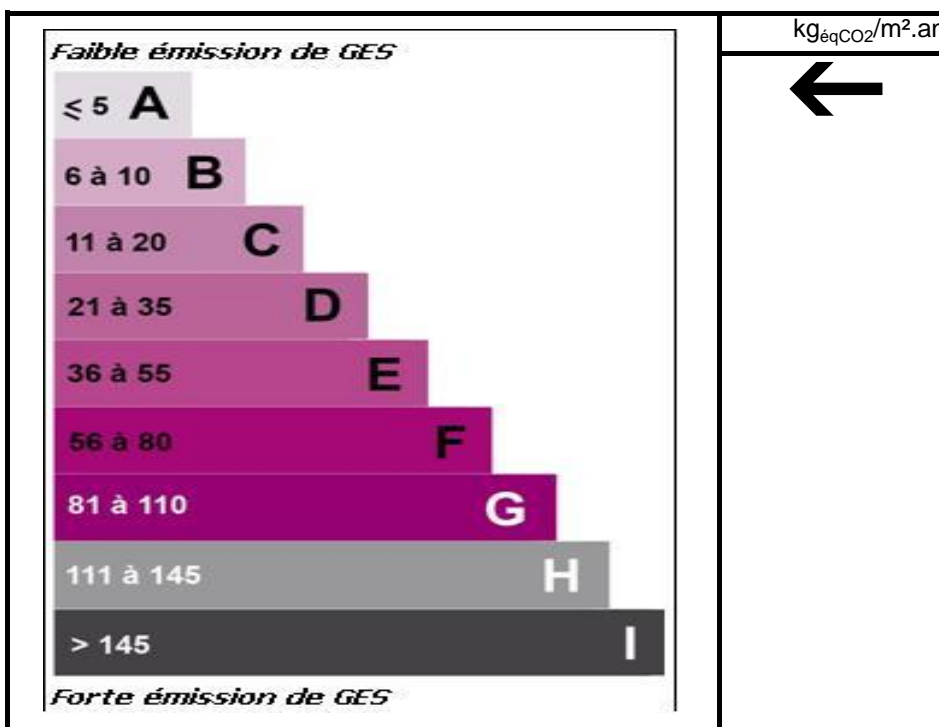
Emission de Gaz à effet de serre (GES)

Energie :

Chauffage par pompe à chaleur Air / Eau et Ecs par ballon électrique

Estimation des émissions :

5



## SYNTHESE

### **Solution No 1 : Chauffage et Ecs électrique direct**

*Avantages :*

- Solution présentant l'un des meilleurs bilan environnementaux
- Coût d'investissement et d'entretien le plus faible

*Inconvénients :*

- Moins rentable à l'exploitation sur 30ans qu'un système électrique type pompe à chaleur, tout scenario d'augmentation du tarif de l'énergie confondu
- Consommation en énergie primaire très élevées : Système électrique sans récupération des calories d'une source extérieur

### **Solution No 2 : Chauffage par chaudière gaz à condensation et Ecs par ballon électrique**

*Avantages :*

- Solution présentant un confort thermique d'hiver meilleur que les solutions PAC

*Inconvénients :*

- Surcoût à prévoir pour chaufferie avec traitement acoustique.
- Investissement plus élevé que la solution PAC Air/Air et tout électric
- Solution avec le moins bon bilan environnemental

### **Solution No 3 : Chauffage par pompe à chaleur Air / Air et Ecs par ballon électrique**

*Avantages :*

- Solution présentant le meilleur bilan environnemental
- Investissement relativement faible

*Inconvénients :*

- Dégradation du rendement lors de faible température

### **Solution No 4 : Chauffage par pompe à chaleur Air / Eau et Ecs par ballon électrique**

*Avantages :*

- Solution présentant le meilleur bilan environnemental
- Solution la plus performante (Meilleur COP / EER)

*Inconvénients :*

- Investissement plus élevé que la solution PAC Air/Air
- Dégradation du rendement lors de faible température

### **Synthèse sur les simulations à 30 années**

Au regard de l'étude présentée ici, la solution électrique direct pour chauffage et ECS présente l'investissement le plus faible. Cependant au vue de la rentabilité des différents systèmes sur 30 ans, la maîtrise d'œuvre conseille au maître d'ouvrage de se tourner vers les solutions utilisant une PAC Air/Air pour traiter les besoins en chaud de ce bâtiment.

Le recours à un système photovoltaïque pourra être mise en place pour donner au projet une image environnementale forte.