



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

**CONSTRUCTION DE 3 BATIMENTS D'ACTIVITES**  
**Bâtiment B**  
**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>	151 m <sup>2</sup>
Surface SHON <sub>RT</sub>	166 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 :	5 814	kWh/an
Estimation des besoins d'ECS - Méthode TH-B :	2 492	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 = 6 055 kWh**

**Consommation d'ECS :**

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

**Cecs S1 = 2 595 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 = 7 304 kWh**

**Consommation d'ECS :**

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

**Cecs S2 = 2 595 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 = 2 337 kWh**

**Consommation d'ECS :**

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

**Cecs S3 = 2 595 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 = 2 045 kWh**

**Consommation d'ECS :**

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

**Cecs S4 = 2 595 kWh**

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

Solution:		Energie finale (kWh) - Global		
		gaz	Electricité	Bois
1	Chauffage et Ecs électrique direct	-	8 649	-
2	Chauffage par chaudière gaz à condensation et Ecs par ballon électri	7 304	2 595	-
3	Chauffage par pompe à chaleur Air / Air et Ecs par ballon électrique	-	4 932	-
4	Chauffage par pompe à chaleur Air / Eau et Ecs par ballon électrique	-	4 640	-

#### 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 Diagobats	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	5 400	13	270	415
2 Chauffage par chaudière gaz à condensation et Ecs	7 200	20	450	360
3 Chauffage par pompe à chaleur Air / Air et Ecs par	6 750	16	495	422
4 Chauffage par pompe à chaleur Air / Eau et Ecs par	9 000	16	585	563

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	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	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	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>5 400,00</b>	
Année 1	685,38	1 235,20	1 920,58	7 320,58	1,56
Année 2	702,52	1 272,25	1 974,77	9 295,35	1,56
Année 3	720,08	1 310,42	2 030,50	11 325,86	1,56
Année 4	738,08	1 349,73	2 087,82	13 413,68	1,56
Année 5	756,54	1 390,23	2 146,76	15 560,44	1,56
Année 6	775,45	1 431,93	2 207,38	17 767,82	1,56
Année 7	794,84	1 474,89	2 269,73	20 037,55	1,56
Année 8	814,71	1 519,14	2 333,84	22 371,39	1,56
Année 9	835,07	1 564,71	2 399,79	24 771,17	1,56
Année 10	855,95	1 611,65	2 467,60	27 238,78	1,56
Année 11	877,35	1 660,00	2 537,35	29 776,13	1,56
Année 12	899,28	1 709,80	2 609,09	32 385,22	1,56
Année 13	921,77	1 761,10	2 682,86	35 068,08	1,56
Année 14	944,81	1 813,93	2 758,74	37 826,82	1,56
Année 15	968,43	1 868,35	2 836,78	40 663,60	1,56
Année 16	992,64	1 924,40	2 917,04	43 580,63	1,56
Année 17	1 017,46	1 982,13	2 999,59	46 580,22	1,56
Année 18	1 042,89	2 041,59	3 084,49	49 664,71	1,56
Année 19	1 068,97	2 102,84	3 171,81	52 836,51	1,56
Année 20	1 095,69	2 165,93	3 261,62	56 098,13	1,56
Année 21	1 123,08	2 230,90	3 353,99	59 452,12	1,56
Année 22	1 151,16	2 297,83	3 448,99	62 901,11	1,56
Année 23	1 179,94	2 366,77	3 546,70	66 447,81	1,56
Année 24	1 209,44	2 437,77	3 647,21	70 095,02	1,56
Année 25	1 239,67	2 510,90	3 750,57	73 845,59	1,56
Année 26	1 270,66	2 586,23	3 856,89	77 702,49	1,56
Année 27	1 302,43	2 663,82	3 966,25	81 668,73	1,56
Année 28	1 334,99	2 743,73	4 078,72	85 747,46	1,56
Année 29	1 368,37	2 826,04	4 194,41	89 941,86	1,56
Année 30	1 402,58	2 910,82	4 313,40	94 255,26	1,56
<b>Total sur 30 ans</b>	<b>30 090</b>	<b>58 765</b>	<b>88 855</b>	<b>94 255</b>	<b>47</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>7 200,00</b>	
Année	1	810,00	584,43	720,56	2 114,99	9 314,99	2,18
Année	2	830,25	613,65	742,18	2 186,08	11 501,06	2,18
Année	3	851,01	644,33	764,44	2 259,78	13 760,84	2,18
Année	4	872,28	676,55	787,37	2 336,20	16 097,05	2,18
Année	5	894,09	710,38	811,00	2 415,46	18 512,51	2,18
Année	6	916,44	745,89	835,33	2 497,66	21 010,17	2,18
Année	7	939,35	783,19	860,39	2 582,93	23 593,10	2,18
Année	8	962,84	822,35	886,20	2 671,38	26 264,48	2,18
Année	9	986,91	863,47	912,78	2 763,16	29 027,63	2,18
Année	10	1 011,58	906,64	940,17	2 858,39	31 886,02	2,18
Année	11	1 036,87	951,97	968,37	2 957,21	34 843,23	2,18
Année	12	1 062,79	999,57	997,42	3 059,78	37 903,01	2,18
Année	13	1 089,36	1 049,55	1 027,35	3 166,25	41 069,27	2,18
Année	14	1 116,59	1 102,03	1 058,17	3 276,79	44 346,05	2,18
Année	15	1 144,51	1 157,13	1 089,91	3 391,55	47 737,60	2,18
Année	16	1 173,12	1 214,98	1 122,61	3 510,71	51 248,31	2,18
Année	17	1 202,45	1 275,73	1 156,29	3 634,47	54 882,78	2,18
Année	18	1 232,51	1 339,52	1 190,97	3 763,01	58 645,79	2,18
Année	19	1 263,32	1 406,50	1 226,70	3 896,52	62 542,31	2,18
Année	20	1 294,91	1 476,82	1 263,50	4 035,23	66 577,54	2,18
Année	21	1 327,28	1 550,66	1 301,41	4 179,35	70 756,89	2,18
Année	22	1 360,46	1 628,20	1 340,45	4 329,11	75 086,00	2,18
Année	23	1 394,47	1 709,60	1 380,67	4 484,74	79 570,75	2,18
Année	24	1 429,33	1 795,09	1 422,09	4 646,51	84 217,25	2,18
Année	25	1 465,07	1 884,84	1 464,75	4 814,66	89 031,91	2,18
Année	26	1 501,69	1 979,08	1 508,69	4 989,47	94 021,38	2,18
Année	27	1 539,24	2 078,04	1 553,95	5 171,22	99 192,60	2,18
Année	28	1 577,72	2 181,94	1 600,57	5 360,23	104 552,82	2,18
Année	29	1 617,16	2 291,03	1 648,59	5 556,78	110 109,61	2,18
Année	30	1 657,59	2 405,59	1 698,04	5 761,22	115 870,83	2,18
<b>Total sur 30 ans</b>		<b>35 561</b>	<b>38 829</b>	<b>34 281</b>	<b>108 671</b>	<b>115 871</b>	<b>65</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>9 000,00</b>	
Année	1	916,88	919,19	1 836,07	10 836,07	0,89
Année	2	939,80	946,77	1 886,56	12 722,63	0,89
Année	3	963,29	975,17	1 938,46	14 661,09	0,89
Année	4	987,37	1 004,43	1 991,80	16 652,89	0,89
Année	5	1 012,06	1 034,56	2 046,62	18 699,51	0,89
Année	6	1 037,36	1 065,59	2 102,95	20 802,46	0,89
Année	7	1 063,29	1 097,56	2 160,86	22 963,32	0,89
Année	8	1 089,88	1 130,49	2 220,37	25 183,69	0,89
Année	9	1 117,12	1 164,40	2 281,53	27 465,21	0,89
Année	10	1 145,05	1 199,34	2 344,39	29 809,60	0,89
Année	11	1 173,68	1 235,32	2 408,99	32 218,59	0,89
Année	12	1 203,02	1 272,38	2 475,40	34 693,99	0,89
Année	13	1 233,09	1 310,55	2 543,64	37 237,63	0,89
Année	14	1 263,92	1 349,86	2 613,79	39 851,42	0,89
Année	15	1 295,52	1 390,36	2 685,88	42 537,30	0,89
Année	16	1 327,91	1 432,07	2 759,98	45 297,28	0,89
Année	17	1 361,11	1 475,03	2 836,14	48 133,42	0,89
Année	18	1 395,13	1 519,28	2 914,42	51 047,83	0,89
Année	19	1 430,01	1 564,86	2 994,87	54 042,71	0,89
Année	20	1 465,76	1 611,81	3 077,57	57 120,28	0,89
Année	21	1 502,41	1 660,16	3 162,57	60 282,85	0,89
Année	22	1 539,97	1 709,97	3 249,93	63 532,78	0,89
Année	23	1 578,47	1 761,27	3 339,73	66 872,51	0,89
Année	24	1 617,93	1 814,10	3 432,03	70 304,54	0,89
Année	25	1 658,38	1 868,53	3 526,90	73 831,44	0,89
Année	26	1 699,83	1 924,58	3 624,42	77 455,86	0,89
Année	27	1 742,33	1 982,32	3 724,65	81 180,51	0,89
Année	28	1 785,89	2 041,79	3 827,68	85 008,19	0,89
Année	29	1 830,54	2 103,04	3 933,58	88 941,77	0,89
Année	30	1 876,30	2 166,13	4 042,43	92 984,21	0,89
<b>Total sur 30 ans</b>		<b>40 253</b>	<b>43 731</b>	<b>83 984</b>	<b>92 984</b>	<b>27</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>9 000,00</b>	
Année	1	1 147,50	894,40	2 041,90	11 041,90	0,84
Année	2	1 176,19	921,23	2 097,42	13 139,32	0,84
Année	3	1 205,59	948,87	2 154,46	15 293,78	0,84
Année	4	1 235,73	977,33	2 213,07	17 506,85	0,84
Année	5	1 266,63	1 006,65	2 273,28	19 780,13	0,84
Année	6	1 298,29	1 036,85	2 335,15	22 115,27	0,84
Année	7	1 330,75	1 067,96	2 398,71	24 513,98	0,84
Année	8	1 364,02	1 100,00	2 464,02	26 978,00	0,84
Année	9	1 398,12	1 133,00	2 531,12	29 509,11	0,84
Année	10	1 433,07	1 166,99	2 600,06	32 109,17	0,84
Année	11	1 468,90	1 202,00	2 670,90	34 780,07	0,84
Année	12	1 505,62	1 238,06	2 743,68	37 523,74	0,84
Année	13	1 543,26	1 275,20	2 818,46	40 342,21	0,84
Année	14	1 581,84	1 313,46	2 895,30	43 237,50	0,84
Année	15	1 621,39	1 352,86	2 974,25	46 211,75	0,84
Année	16	1 661,92	1 393,45	3 055,37	49 267,12	0,84
Année	17	1 703,47	1 435,25	3 138,72	52 405,84	0,84
Année	18	1 746,06	1 478,31	3 224,36	55 630,20	0,84
Année	19	1 789,71	1 522,66	3 312,36	58 942,56	0,84
Année	20	1 834,45	1 568,34	3 402,79	62 345,35	0,84
Année	21	1 880,31	1 615,39	3 495,70	65 841,05	0,84
Année	22	1 927,32	1 663,85	3 591,17	69 432,22	0,84
Année	23	1 975,50	1 713,76	3 689,27	73 121,48	0,84
Année	24	2 024,89	1 765,18	3 790,07	76 911,55	0,84
Année	25	2 075,51	1 818,13	3 893,64	80 805,19	0,84
Année	26	2 127,40	1 872,67	4 000,08	84 805,27	0,84
Année	27	2 180,59	1 928,85	4 109,44	88 914,71	0,84
Année	28	2 235,10	1 986,72	4 221,82	93 136,53	0,84
Année	29	2 290,98	2 046,32	4 337,30	97 473,83	0,84
Année	30	2 348,25	2 107,71	4 455,96	101 929,79	0,84
<b>Total sur 30 ans</b>		<b>50 378</b>	<b>42 551</b>	<b>92 930</b>	<b>101 930</b>	<b>25</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>5 400,00</b>	
Année 1	685,38	1 235,20	1 920,58	7 320,58	1,56
Année 2	702,52	1 309,31	2 011,83	9 332,41	1,56
Année 3	720,08	1 387,87	2 107,95	11 440,36	1,56
Année 4	738,08	1 471,14	2 209,22	13 649,58	1,56
Année 5	756,54	1 559,41	2 315,94	15 965,53	1,56
Année 6	775,45	1 652,97	2 428,42	18 393,95	1,56
Année 7	794,84	1 752,15	2 546,99	20 940,94	1,56
Année 8	814,71	1 857,28	2 671,99	23 612,93	1,56
Année 9	835,07	1 968,72	2 803,79	26 416,72	1,56
Année 10	855,95	2 086,84	2 942,79	29 359,51	1,56
Année 11	877,35	2 212,05	3 089,40	32 448,91	1,56
Année 12	899,28	2 344,77	3 244,06	35 692,97	1,56
Année 13	921,77	2 485,46	3 407,23	39 100,19	1,56
Année 14	944,81	2 634,59	3 579,40	42 679,59	1,56
Année 15	968,43	2 792,66	3 761,09	46 440,68	1,56
Année 16	992,64	2 960,22	3 952,86	50 393,55	1,56
Année 17	1 017,46	3 137,84	4 155,29	54 548,84	1,56
Année 18	1 042,89	3 326,11	4 369,00	58 917,84	1,56
Année 19	1 068,97	3 525,67	4 594,64	63 512,48	1,56
Année 20	1 095,69	3 737,21	4 832,90	68 345,38	1,56
Année 21	1 123,08	3 961,45	5 084,53	73 429,91	1,56
Année 22	1 151,16	4 199,13	5 350,29	78 780,20	1,56
Année 23	1 179,94	4 451,08	5 631,02	84 411,22	1,56
Année 24	1 209,44	4 718,14	5 927,58	90 338,80	1,56
Année 25	1 239,67	5 001,23	6 240,91	96 579,70	1,56
Année 26	1 270,66	5 301,31	6 571,97	103 151,68	1,56
Année 27	1 302,43	5 619,39	6 921,82	110 073,49	1,56
Année 28	1 334,99	5 956,55	7 291,54	117 365,03	1,56
Année 29	1 368,37	6 313,94	7 682,31	125 047,34	1,56
Année 30	1 402,58	6 692,78	8 095,35	133 142,70	1,56
<b>Total sur 30 ans</b>	<b>30 090</b>	<b>97 652</b>	<b>127 743</b>	<b>133 143</b>	<b>47</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>7 200,00</b>		
Année	1	810,00	584,43	720,56	2 114,99	9 314,99	2,18
Année	2	830,25	642,87	763,79	2 236,91	11 551,90	2,18
Année	3	851,01	707,16	809,62	2 367,78	13 919,69	2,18
Année	4	872,28	777,87	858,20	2 508,35	16 428,04	2,18
Année	5	894,09	855,66	909,69	2 659,44	19 087,48	2,18
Année	6	916,44	941,23	964,27	2 821,94	21 909,42	2,18
Année	7	939,35	1 035,35	1 022,13	2 996,83	24 906,25	2,18
Année	8	962,84	1 138,89	1 083,45	3 185,18	28 091,42	2,18
Année	9	986,91	1 252,77	1 148,46	3 388,14	31 479,56	2,18
Année	10	1 011,58	1 378,05	1 217,37	3 607,00	35 086,56	2,18
Année	11	1 036,87	1 515,86	1 290,41	3 843,14	38 929,70	2,18
Année	12	1 062,79	1 667,44	1 367,84	4 098,07	43 027,77	2,18
Année	13	1 089,36	1 834,19	1 449,91	4 373,45	47 401,22	2,18
Année	14	1 116,59	2 017,60	1 536,90	4 671,10	52 072,32	2,18
Année	15	1 144,51	2 219,37	1 629,12	4 992,99	57 065,31	2,18
Année	16	1 173,12	2 441,30	1 726,86	5 341,29	62 406,59	2,18
Année	17	1 202,45	2 685,43	1 830,47	5 718,36	68 124,95	2,18
Année	18	1 232,51	2 953,97	1 940,30	6 126,79	74 251,74	2,18
Année	19	1 263,32	3 249,37	2 056,72	6 569,42	80 821,15	2,18
Année	20	1 294,91	3 574,31	2 180,12	7 049,34	87 870,49	2,18
Année	21	1 327,28	3 931,74	2 310,93	7 569,95	95 440,44	2,18
Année	22	1 360,46	4 324,91	2 449,59	8 134,96	103 575,41	2,18
Année	23	1 394,47	4 757,41	2 596,56	8 748,44	112 323,85	2,18
Année	24	1 429,33	5 233,15	2 752,36	9 414,84	121 738,68	2,18
Année	25	1 465,07	5 756,46	2 917,50	10 139,03	131 877,71	2,18
Année	26	1 501,69	6 332,11	3 092,55	10 926,35	142 804,06	2,18
Année	27	1 539,24	6 965,32	3 278,10	11 782,66	154 586,71	2,18
Année	28	1 577,72	7 661,85	3 474,79	12 714,35	167 301,07	2,18
Année	29	1 617,16	8 428,03	3 683,27	13 728,47	181 029,54	2,18
Année	30	1 657,59	9 270,84	3 904,27	14 832,70	195 862,23	2,18
<b>Total sur 30 ans</b>	<b>35 561</b>	<b>96 135</b>	<b>56 966</b>	<b>188 662</b>	<b>195 862</b>	<b>65</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>9 000,00</b>	
Année	1	916,88	919,19	1 836,07	10 836,07	0,89
Année	2	939,80	974,34	1 914,14	12 750,21	0,89
Année	3	963,29	1 032,80	1 996,10	14 746,30	0,89
Année	4	987,37	1 094,77	2 082,15	16 828,45	0,89
Année	5	1 012,06	1 160,46	2 172,52	19 000,96	0,89
Année	6	1 037,36	1 230,09	2 267,45	21 268,41	0,89
Année	7	1 063,29	1 303,89	2 367,18	23 635,59	0,89
Année	8	1 089,88	1 382,12	2 472,00	26 107,59	0,89
Année	9	1 117,12	1 465,05	2 582,17	28 689,77	0,89
Année	10	1 145,05	1 552,95	2 698,01	31 387,77	0,89
Année	11	1 173,68	1 646,13	2 819,81	34 207,58	0,89
Année	12	1 203,02	1 744,90	2 947,92	37 155,50	0,89
Année	13	1 233,09	1 849,59	3 082,69	40 238,19	0,89
Année	14	1 263,92	1 960,57	3 224,49	43 462,68	0,89
Année	15	1 295,52	2 078,20	3 373,72	46 836,41	0,89
Année	16	1 327,91	2 202,90	3 530,80	50 367,21	0,89
Année	17	1 361,11	2 335,07	3 696,18	54 063,39	0,89
Année	18	1 395,13	2 475,17	3 870,31	57 933,70	0,89
Année	19	1 430,01	2 623,68	4 053,70	61 987,39	0,89
Année	20	1 465,76	2 781,11	4 246,87	66 234,26	0,89
Année	21	1 502,41	2 947,97	4 450,38	70 684,64	0,89
Année	22	1 539,97	3 124,85	4 664,82	75 349,45	0,89
Année	23	1 578,47	3 312,34	4 890,81	80 240,26	0,89
Année	24	1 617,93	3 511,08	5 129,01	85 369,27	0,89
Année	25	1 658,38	3 721,75	5 380,12	90 749,39	0,89
Année	26	1 699,83	3 945,05	5 644,89	96 394,28	0,89
Année	27	1 742,33	4 181,75	5 924,08	102 318,36	0,89
Année	28	1 785,89	4 432,66	6 218,55	108 536,91	0,89
Année	29	1 830,54	4 698,62	6 529,16	115 066,07	0,89
Année	30	1 876,30	4 980,54	6 856,84	121 922,90	0,89
<b>Total sur 30 ans</b>		<b>40 253</b>	<b>72 670</b>	<b>112 923</b>	<b>121 923</b>	<b>27</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>9 000,00</b>	
Année	1	1 147,50	894,40	2 041,90	11 041,90	0,84
Année	2	1 176,19	948,06	2 124,25	13 166,15	0,84
Année	3	1 205,59	1 004,95	2 210,54	15 376,69	0,84
Année	4	1 235,73	1 065,24	2 300,98	17 677,67	0,84
Année	5	1 266,63	1 129,16	2 395,78	20 073,45	0,84
Année	6	1 298,29	1 196,91	2 495,20	22 568,65	0,84
Année	7	1 330,75	1 268,72	2 599,47	25 168,12	0,84
Année	8	1 364,02	1 344,85	2 708,86	27 876,99	0,84
Année	9	1 398,12	1 425,54	2 823,65	30 700,64	0,84
Année	10	1 433,07	1 511,07	2 944,14	33 644,78	0,84
Année	11	1 468,90	1 601,73	3 070,63	36 715,41	0,84
Année	12	1 505,62	1 697,84	3 203,46	39 918,87	0,84
Année	13	1 543,26	1 799,71	3 342,97	43 261,84	0,84
Année	14	1 581,84	1 907,69	3 489,53	46 751,37	0,84
Année	15	1 621,39	2 022,15	3 643,54	50 394,91	0,84
Année	16	1 661,92	2 143,48	3 805,40	54 200,31	0,84
Année	17	1 703,47	2 272,09	3 975,56	58 175,87	0,84
Année	18	1 746,06	2 408,42	4 154,47	62 330,34	0,84
Année	19	1 789,71	2 552,92	4 342,63	66 672,97	0,84
Année	20	1 834,45	2 706,10	4 540,55	71 213,52	0,84
Année	21	1 880,31	2 868,46	4 748,77	75 962,29	0,84
Année	22	1 927,32	3 040,57	4 967,89	80 930,18	0,84
Année	23	1 975,50	3 223,00	5 198,51	86 128,69	0,84
Année	24	2 024,89	3 416,38	5 441,27	91 569,96	0,84
Année	25	2 075,51	3 621,37	5 696,88	97 266,84	0,84
Année	26	2 127,40	3 838,65	5 966,05	103 232,89	0,84
Année	27	2 180,59	4 068,97	6 249,55	109 482,44	0,84
Année	28	2 235,10	4 313,11	6 548,21	116 030,65	0,84
Année	29	2 290,98	4 571,89	6 862,87	122 893,52	0,84
Année	30	2 348,25	4 846,20	7 194,46	130 087,98	0,84
<b>Total sur 30 ans</b>		<b>50 378</b>	<b>70 710</b>	<b>121 088</b>	<b>130 088</b>	<b>25</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>5 400,00</b>	
Année 1	685,38	1 235,20	1 920,58	7 320,58	1,56
Année 2	702,52	1 346,37	2 048,88	9 369,47	1,56
Année 3	720,08	1 467,54	2 187,62	11 557,09	1,56
Année 4	738,08	1 599,62	2 337,70	13 894,79	1,56
Année 5	756,54	1 743,58	2 500,12	16 394,91	1,56
Année 6	775,45	1 900,50	2 675,95	19 070,86	1,56
Année 7	794,84	2 071,55	2 866,39	21 937,24	1,56
Année 8	814,71	2 257,99	3 072,70	25 009,94	1,56
Année 9	835,07	2 461,21	3 296,28	28 306,22	1,56
Année 10	855,95	2 682,72	3 538,67	31 844,89	1,56
Année 11	877,35	2 924,16	3 801,51	35 646,40	1,56
Année 12	899,28	3 187,34	4 086,62	39 733,02	1,56
Année 13	921,77	3 474,20	4 395,96	44 128,99	1,56
Année 14	944,81	3 786,87	4 731,68	48 860,67	1,56
Année 15	968,43	4 127,69	5 096,12	53 956,79	1,56
Année 16	992,64	4 499,18	5 491,83	59 448,62	1,56
Année 17	1 017,46	4 904,11	5 921,57	65 370,19	1,56
Année 18	1 042,89	5 345,48	6 388,37	71 758,56	1,56
Année 19	1 068,97	5 826,57	6 895,54	78 654,10	1,56
Année 20	1 095,69	6 350,97	7 446,66	86 100,76	1,56
Année 21	1 123,08	6 922,55	8 045,64	94 146,39	1,56
Année 22	1 151,16	7 545,58	8 696,74	102 843,14	1,56
Année 23	1 179,94	8 224,69	9 404,62	112 247,76	1,56
Année 24	1 209,44	8 964,91	10 174,34	122 422,11	1,56
Année 25	1 239,67	9 771,75	11 011,42	133 433,53	1,56
Année 26	1 270,66	10 651,21	11 921,87	145 355,40	1,56
Année 27	1 302,43	11 609,81	12 912,25	158 267,64	1,56
Année 28	1 334,99	12 654,70	13 989,69	172 257,33	1,56
Année 29	1 368,37	13 793,62	15 161,99	187 419,32	1,56
Année 30	1 402,58	15 035,05	16 437,62	203 856,95	1,56
<b>Total sur 30 ans</b>	<b>30 090</b>	<b>168 367</b>	<b>198 457</b>	<b>203 857</b>	<b>47</b>

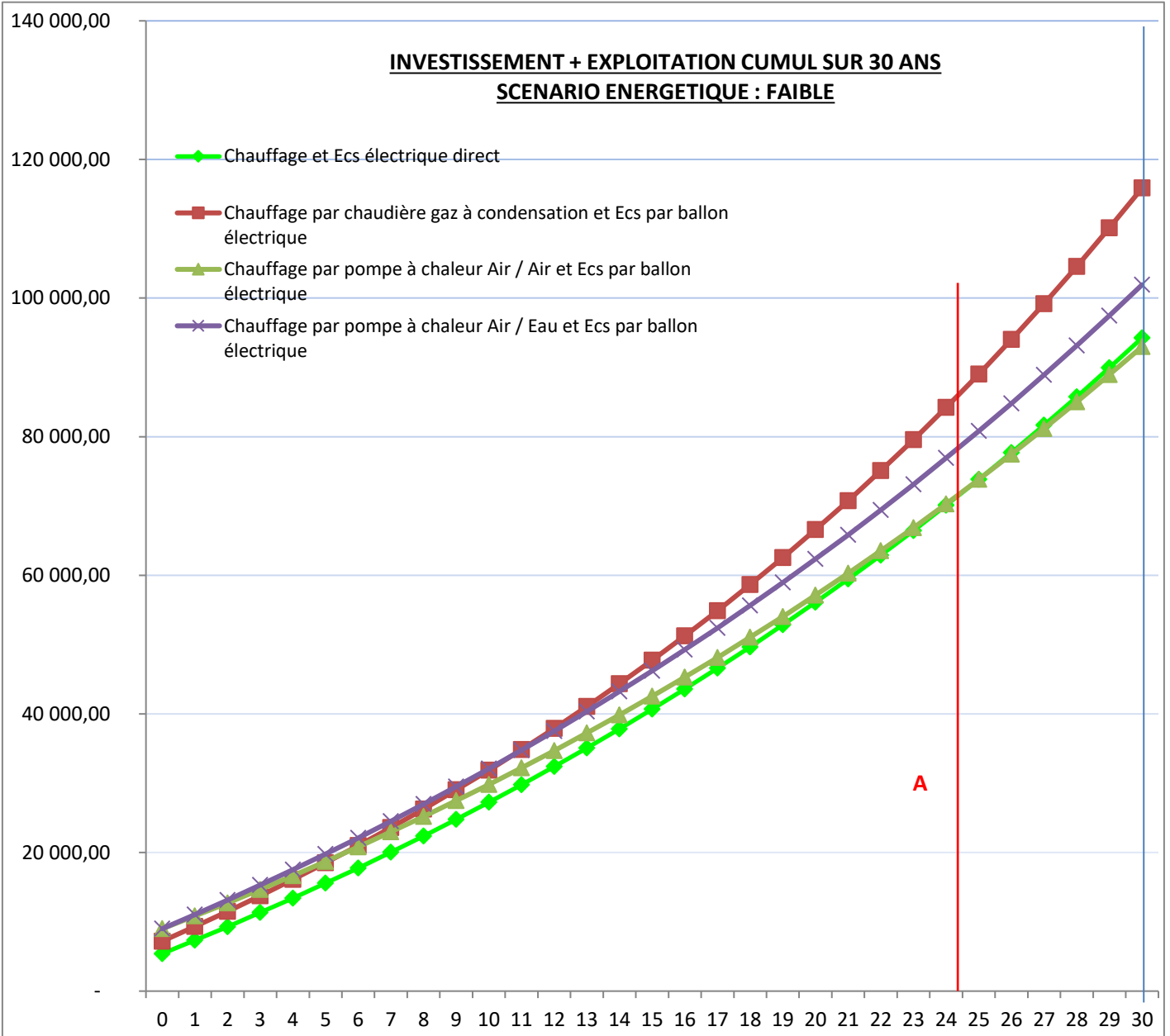
		2					
		Chauffage par chaudière gaz à condensation et Ecs par ballon électrique					
		P2+P3	P1 Gaz	P1 Electricité	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année	0		<i>Investissement</i> →			<b>7 200,00</b>	
Année	1	810,00	584,43	720,56	2 114,99	9 314,99	2,18
Année	2	830,25	672,09	785,41	2 287,75	11 602,74	2,18
Année	3	851,01	772,91	856,10	2 480,01	14 082,75	2,18
Année	4	872,28	888,84	933,15	2 694,27	16 777,02	2,18
Année	5	894,09	1 022,17	1 017,13	2 933,39	19 710,40	2,18
Année	6	916,44	1 175,49	1 108,67	3 200,60	22 911,01	2,18
Année	7	939,35	1 351,82	1 208,45	3 499,62	26 410,63	2,18
Année	8	962,84	1 554,59	1 317,21	3 834,64	30 245,26	2,18
Année	9	986,91	1 787,78	1 435,76	4 210,44	34 455,71	2,18
Année	10	1 011,58	2 055,95	1 564,98	4 632,50	39 088,21	2,18
Année	11	1 036,87	2 364,34	1 705,83	5 107,03	44 195,24	2,18
Année	12	1 062,79	2 718,99	1 859,35	5 641,13	49 836,37	2,18
Année	13	1 089,36	3 126,84	2 026,69	6 242,89	56 079,26	2,18
Année	14	1 116,59	3 595,86	2 209,09	6 921,55	63 000,81	2,18
Année	15	1 144,51	4 135,24	2 407,91	7 687,66	70 688,47	2,18
Année	16	1 173,12	4 755,53	2 624,62	8 553,27	79 241,75	2,18
Année	17	1 202,45	5 468,86	2 860,84	9 532,15	88 773,89	2,18
Année	18	1 232,51	6 289,19	3 118,32	10 640,01	99 413,91	2,18
Année	19	1 263,32	7 232,56	3 398,96	11 894,85	111 308,76	2,18
Année	20	1 294,91	8 317,45	3 704,87	13 317,23	124 625,98	2,18
Année	21	1 327,28	9 565,07	4 038,31	14 930,65	139 556,64	2,18
Année	22	1 360,46	10 999,83	4 401,76	16 762,04	156 318,68	2,18
Année	23	1 394,47	12 649,80	4 797,92	18 842,19	175 160,87	2,18
Année	24	1 429,33	14 547,27	5 229,73	21 206,33	196 367,20	2,18
Année	25	1 465,07	16 729,36	5 700,40	23 894,83	220 262,03	2,18
Année	26	1 501,69	19 238,76	6 213,44	26 953,90	247 215,93	2,18
Année	27	1 539,24	22 124,58	6 772,65	30 436,46	277 652,40	2,18
Année	28	1 577,72	25 443,26	7 382,19	34 403,17	312 055,57	2,18
Année	29	1 617,16	29 259,75	8 046,59	38 923,50	350 979,07	2,18
Année	30	1 657,59	33 648,72	8 770,78	44 077,09	395 056,15	2,18
<b>Total sur 30 ans</b>		<b>35 561</b>	<b>254 077</b>	<b>98 218</b>	<b>387 856</b>	<b>395 056</b>	<b>65</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>9 000,00</b>	
Année	1	916,88	919,19	1 836,07	10 836,07	0,89
Année	2	939,80	1 001,92	1 941,72	12 777,78	0,89
Année	3	963,29	1 092,09	2 055,38	14 833,17	0,89
Année	4	987,37	1 190,38	2 177,75	17 010,92	0,89
Année	5	1 012,06	1 297,51	2 309,57	19 320,49	0,89
Année	6	1 037,36	1 414,29	2 451,65	21 772,14	0,89
Année	7	1 063,29	1 541,58	2 604,87	24 377,01	0,89
Année	8	1 089,88	1 680,32	2 770,19	27 147,21	0,89
Année	9	1 117,12	1 831,55	2 948,67	30 095,87	0,89
Année	10	1 145,05	1 996,39	3 141,44	33 237,31	0,89
Année	11	1 173,68	2 176,06	3 349,74	36 587,05	0,89
Année	12	1 203,02	2 371,91	3 574,93	40 161,98	0,89
Année	13	1 233,09	2 585,38	3 818,47	43 980,45	0,89
Année	14	1 263,92	2 818,06	4 081,98	48 062,43	0,89
Année	15	1 295,52	3 071,69	4 367,21	52 429,64	0,89
Année	16	1 327,91	3 348,14	4 676,05	57 105,69	0,89
Année	17	1 361,11	3 649,47	5 010,58	62 116,26	0,89
Année	18	1 395,13	3 977,92	5 373,06	67 489,32	0,89
Année	19	1 430,01	4 335,94	5 765,95	73 255,27	0,89
Année	20	1 465,76	4 726,17	6 191,93	79 447,20	0,89
Année	21	1 502,41	5 151,53	6 653,93	86 101,14	0,89
Année	22	1 539,97	5 615,16	7 155,13	93 256,27	0,89
Année	23	1 578,47	6 120,53	7 698,99	100 955,26	0,89
Année	24	1 617,93	6 671,38	8 289,30	109 244,56	0,89
Année	25	1 658,38	7 271,80	8 930,18	118 174,74	0,89
Année	26	1 699,83	7 926,26	9 626,10	127 800,84	0,89
Année	27	1 742,33	8 639,63	10 381,96	138 182,79	0,89
Année	28	1 785,89	9 417,19	11 203,08	149 385,88	0,89
Année	29	1 830,54	10 264,74	12 095,28	161 481,15	0,89
Année	30	1 876,30	11 188,57	13 064,87	174 546,02	0,89
<b>Total sur 30 ans</b>		<b>40 253</b>	<b>125 293</b>	<b>165 546</b>	<b>174 546</b>	<b>27</b>

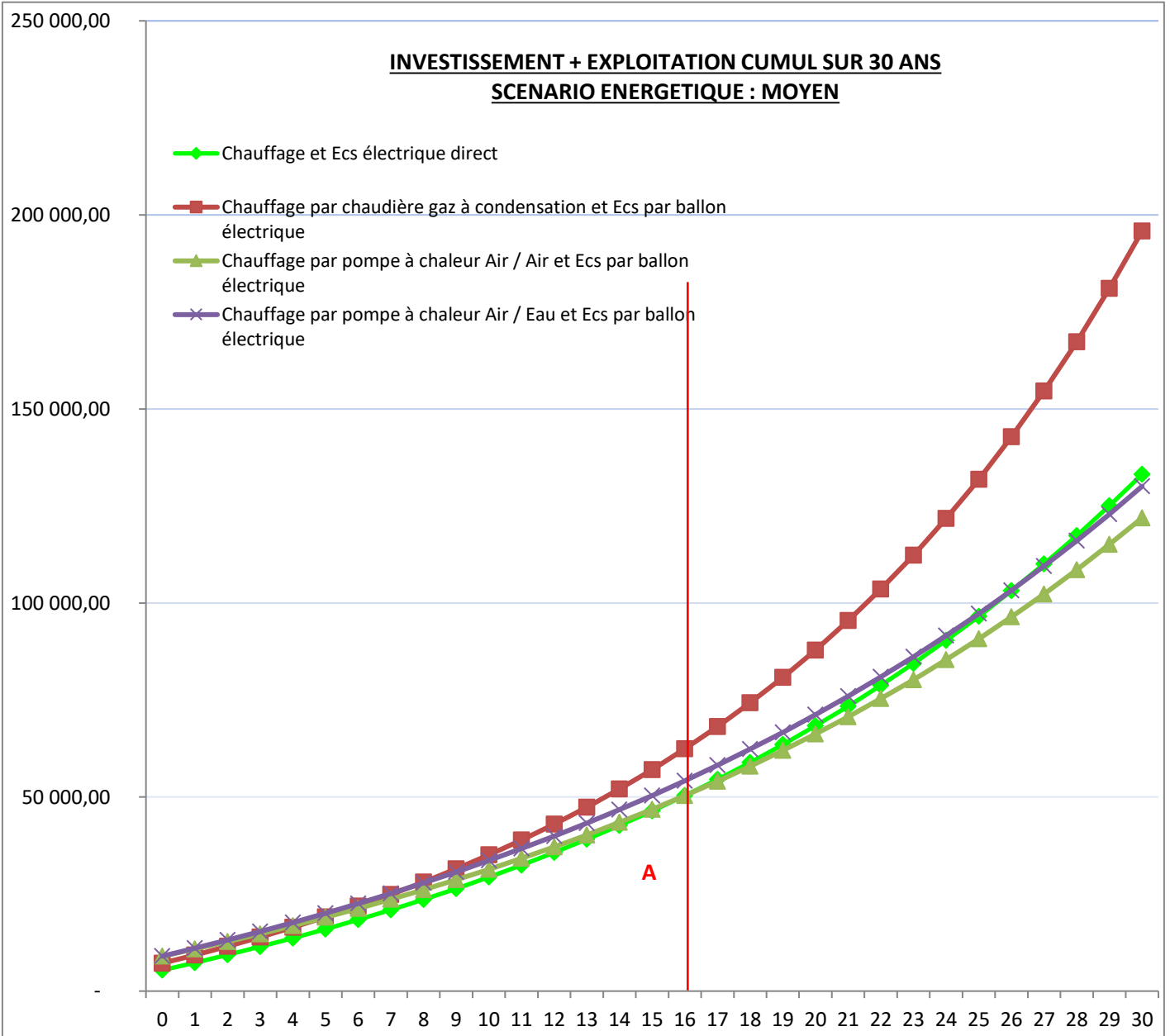
		4				
		Chauffage par pompe à chaleur Air / Eau et Ecs par ballon électrique				
		P2+P3	P1 Electricité	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année	0		<i>Investissement</i> →		<b>9 000,00</b>	
Année	1	1 147,50	894,40	2 041,90	11 041,90	0,84
Année	2	1 176,19	974,90	2 151,08	13 192,98	0,84
Année	3	1 205,59	1 062,64	2 268,23	15 461,21	0,84
Année	4	1 235,73	1 158,27	2 394,01	17 855,22	0,84
Année	5	1 266,63	1 262,52	2 529,14	20 384,36	0,84
Année	6	1 298,29	1 376,14	2 674,44	23 058,80	0,84
Année	7	1 330,75	1 500,00	2 830,75	25 889,54	0,84
Année	8	1 364,02	1 635,00	2 999,01	28 888,56	0,84
Année	9	1 398,12	1 782,15	3 180,26	32 068,82	0,84
Année	10	1 433,07	1 942,54	3 375,61	35 444,43	0,84
Année	11	1 468,90	2 117,37	3 586,27	39 030,70	0,84
Année	12	1 505,62	2 307,93	3 813,55	42 844,25	0,84
Année	13	1 543,26	2 515,65	4 058,91	46 903,16	0,84
Année	14	1 581,84	2 742,05	4 323,90	51 227,06	0,84
Année	15	1 621,39	2 988,84	4 610,23	55 837,28	0,84
Année	16	1 661,92	3 257,84	4 919,76	60 757,04	0,84
Année	17	1 703,47	3 551,04	5 254,51	66 011,55	0,84
Année	18	1 746,06	3 870,63	5 616,69	71 628,24	0,84
Année	19	1 789,71	4 218,99	6 008,70	77 636,94	0,84
Année	20	1 834,45	4 598,70	6 433,15	84 070,09	0,84
Année	21	1 880,31	5 012,58	6 892,90	90 962,99	0,84
Année	22	1 927,32	5 463,72	7 391,04	98 354,03	0,84
Année	23	1 975,50	5 955,45	7 930,95	106 284,98	0,84
Année	24	2 024,89	6 491,44	8 516,33	114 801,31	0,84
Année	25	2 075,51	7 075,67	9 151,18	123 952,50	0,84
Année	26	2 127,40	7 712,48	9 839,88	133 792,38	0,84
Année	27	2 180,59	8 406,60	10 587,19	144 379,57	0,84
Année	28	2 235,10	9 163,20	11 398,30	155 777,87	0,84
Année	29	2 290,98	9 987,89	12 278,87	168 056,73	0,84
Année	30	2 348,25	10 886,80	13 235,05	181 291,78	0,84
<b>Total sur 30 ans</b>		<b>50 378</b>	<b>121 913</b>	<b>172 292</b>	<b>181 292</b>	<b>25</b>

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



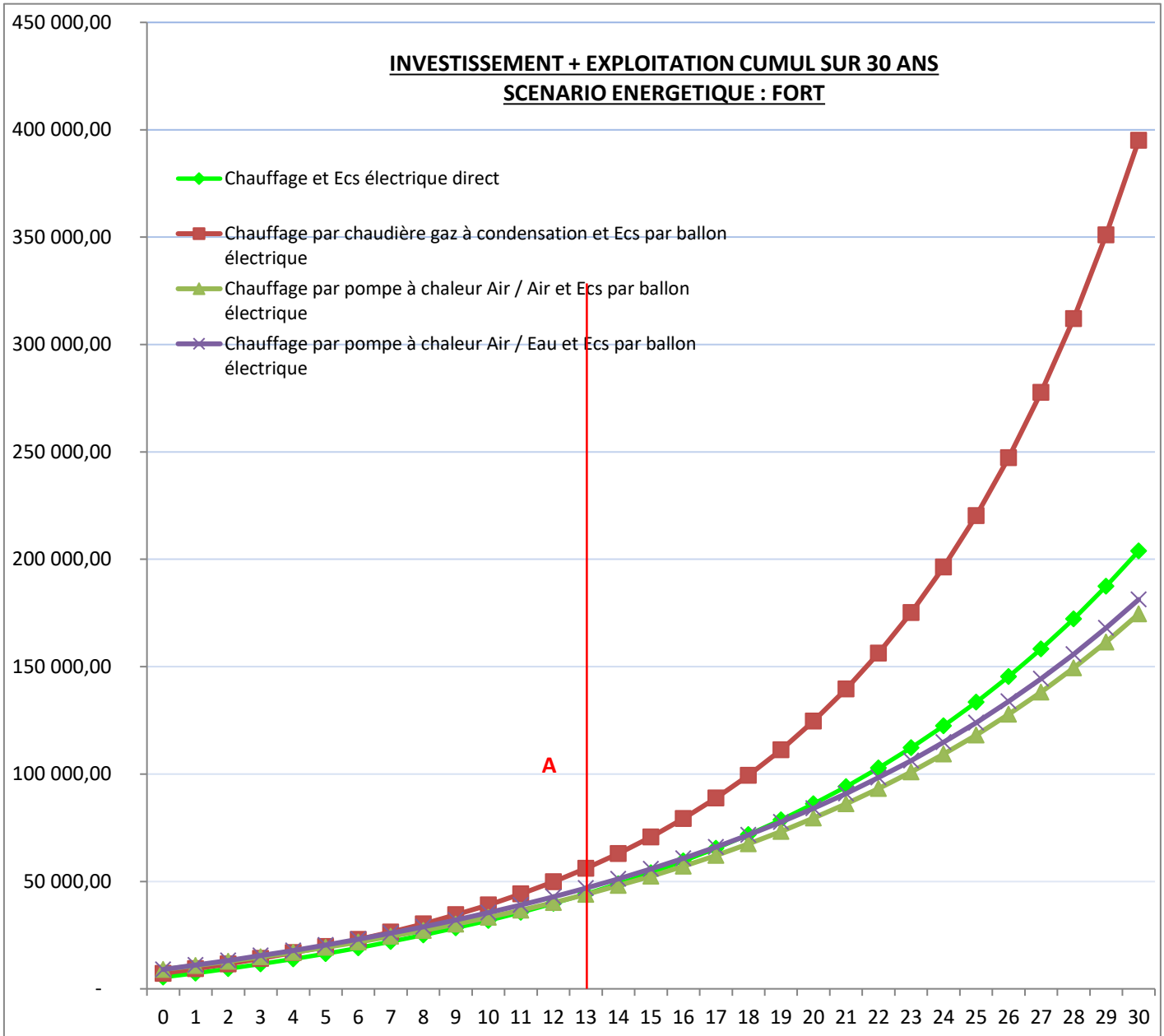
**A** : La solution PAC Air/Air devient la solution la plus rentable dans le cadre d'un scénario faible d'augmentation du coût de l'énergie à partir de 25 ans par rapport à la solution tout électrique.

**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 16 ans par rapport à la solution tout électrique.

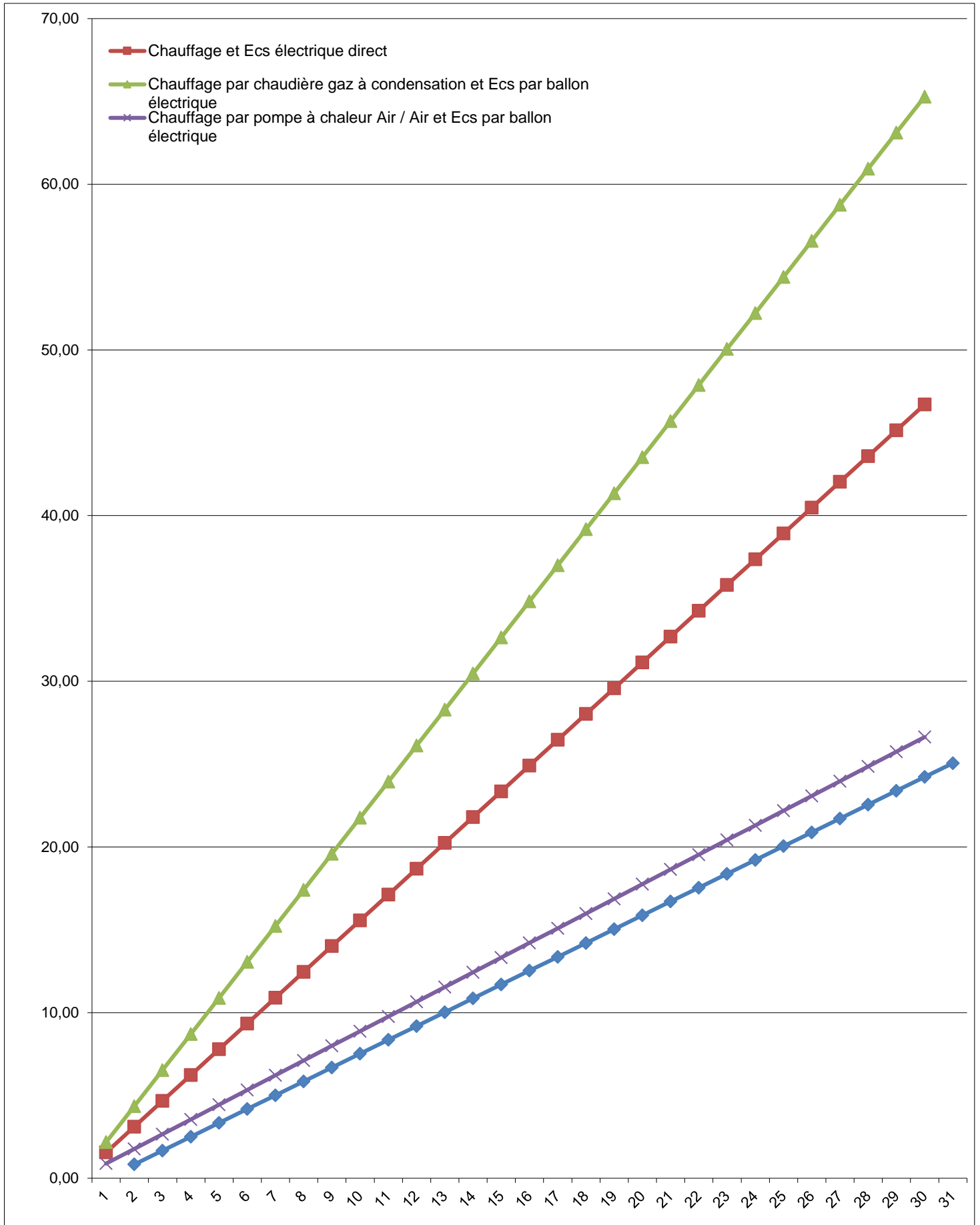
**COMPARATIF EN COUT GLOBAL ET ENVIRONNEMENTAL  
DES PRODUCTIONS D'ENERGIE  
HYPOTHESE AUGMENTATION FORT DU COUT DES ENERGIES**



**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	1,56	2,18	0,89	0,84
Année 2	3,11	4,35	1,78	1,67
Année 3	4,67	6,53	2,66	2,51
Année 4	6,23	8,71	3,55	3,34
Année 5	7,78	10,88	4,44	4,18
Année 6	9,34	13,06	5,33	5,01
Année 7	10,90	15,23	6,21	5,85
Année 8	12,46	17,41	7,10	6,68
Année 9	14,01	19,59	7,99	7,52
Année 10	15,57	21,76	8,88	8,35
Année 11	17,13	23,94	9,76	9,19
Année 12	18,68	26,12	10,65	10,02
Année 13	20,24	28,29	11,54	10,86
Année 14	21,80	30,47	12,43	11,69
Année 15	23,35	32,64	13,32	12,53
Année 16	24,91	34,82	14,20	13,36
Année 17	26,47	37,00	15,09	14,20
Année 18	28,02	39,17	15,98	15,03
Année 19	29,58	41,35	16,87	15,87
Année 20	31,14	43,53	17,75	16,70
Année 21	32,69	45,70	18,64	17,54
Année 22	34,25	47,88	19,53	18,37
Année 23	35,81	50,05	20,42	19,21
Année 24	37,37	52,23	21,30	20,04
Année 25	38,92	54,41	22,19	20,88
Année 26	40,48	56,58	23,08	21,72
Année 27	42,04	58,76	23,97	22,55
Année 28	43,59	60,94	24,86	23,39
Année 29	45,15	63,11	25,74	24,22
<b>Année 30</b>	<b>47</b>	<b>65</b>	<b>27</b>	<b>25</b>



**INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRODUCTION ENERGETIQUE**

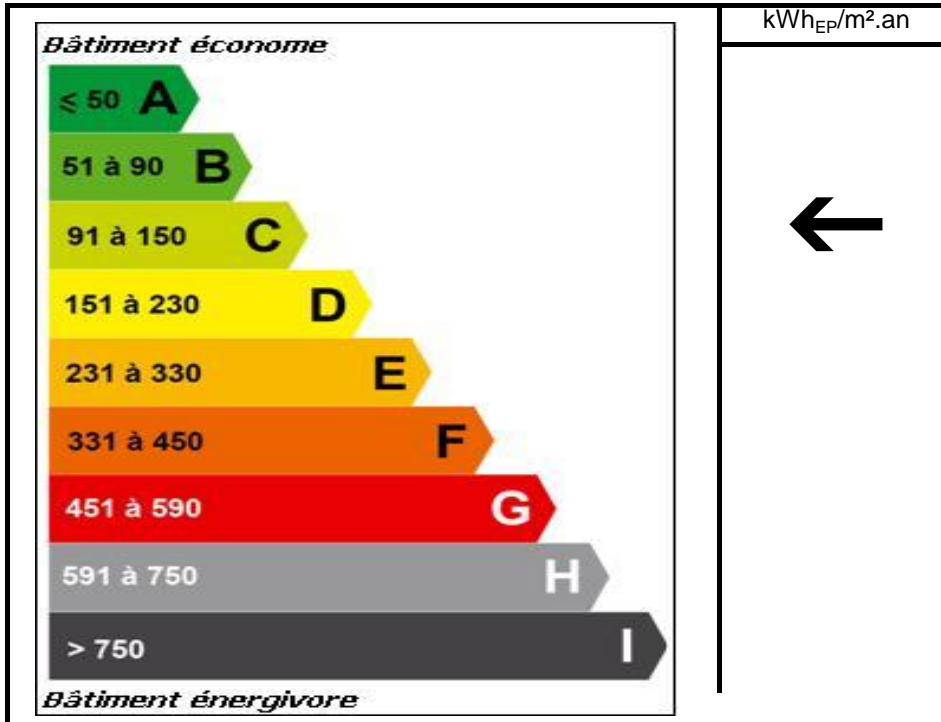
**Solution No 1 Chauffage et Ecs électrique direct**

Consommation énergétique (en énergie primaire)

Energie :

Consommation réelle :

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

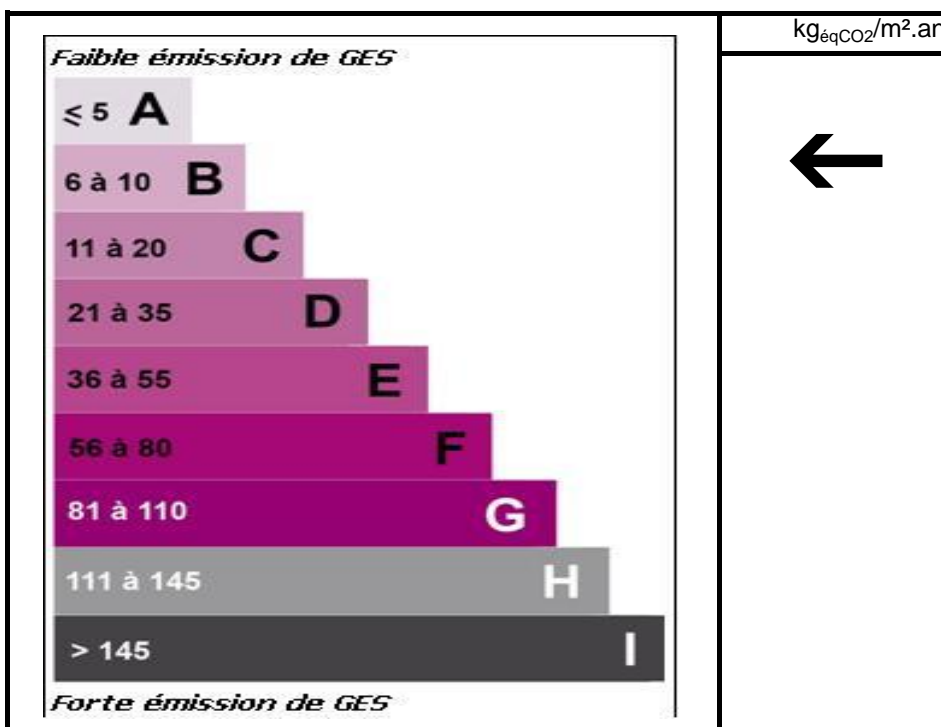


Emission de Gaz à effet de serre (GES)

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 :

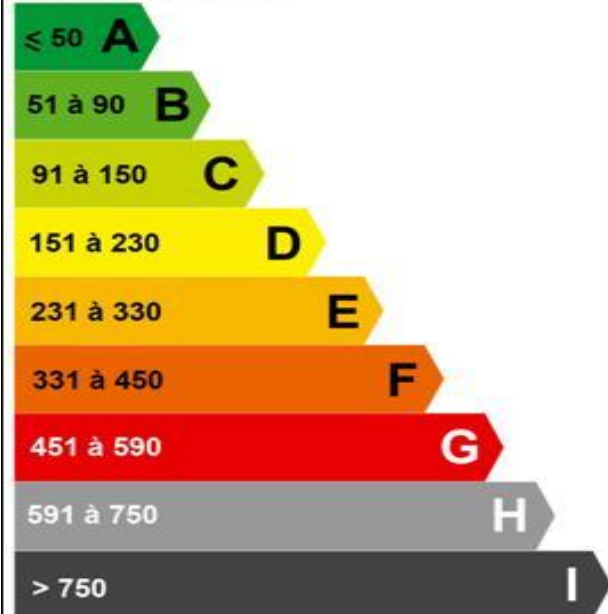
Gaz + ELEC

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 :

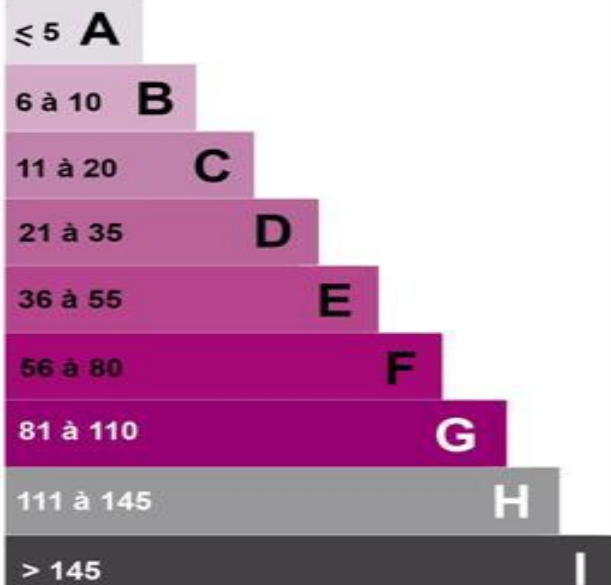
Gaz + ELEC

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**

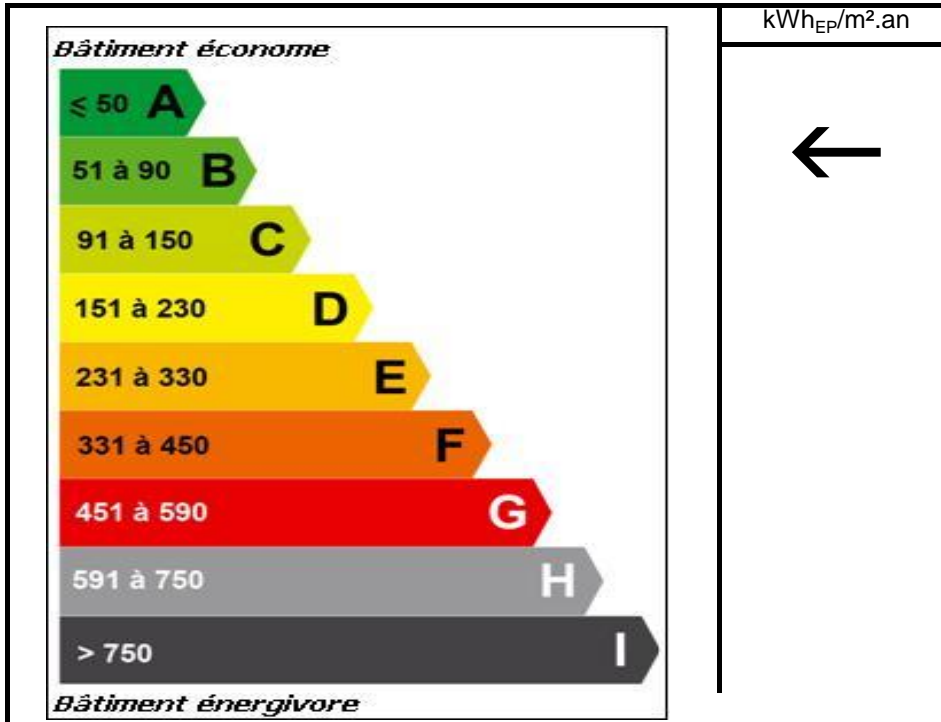
**Solution No 3 Chauffage par pompe à chaleur Air / Air et Ecs par ballon électrique**

Consommation énergétique (en énergie primaire)

Energie :

Consommation réelle :

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

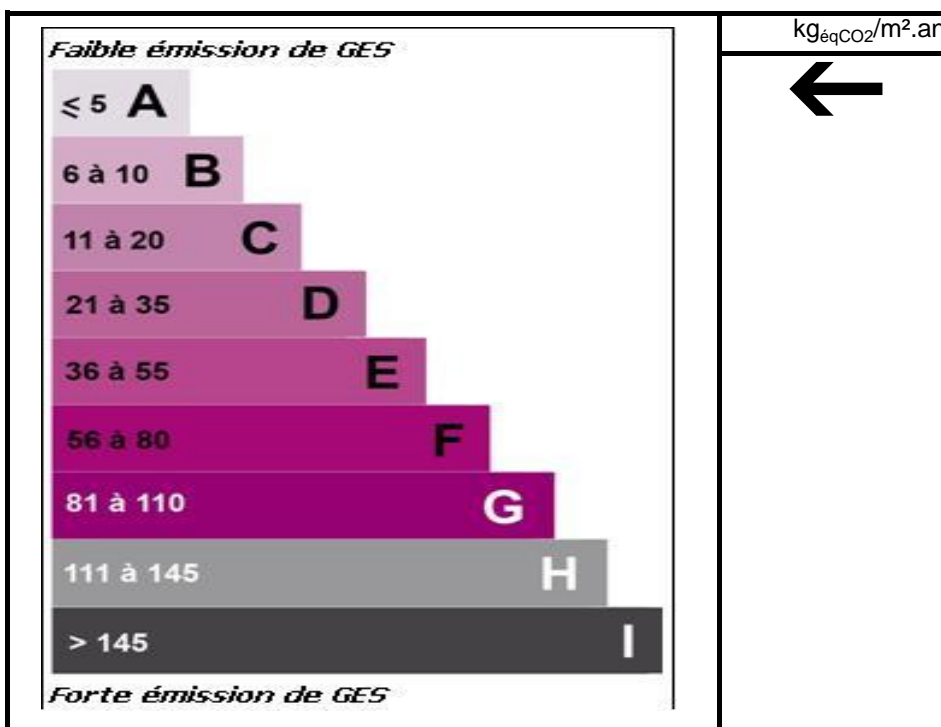


Emission de Gaz à effet de serre (GES)

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**

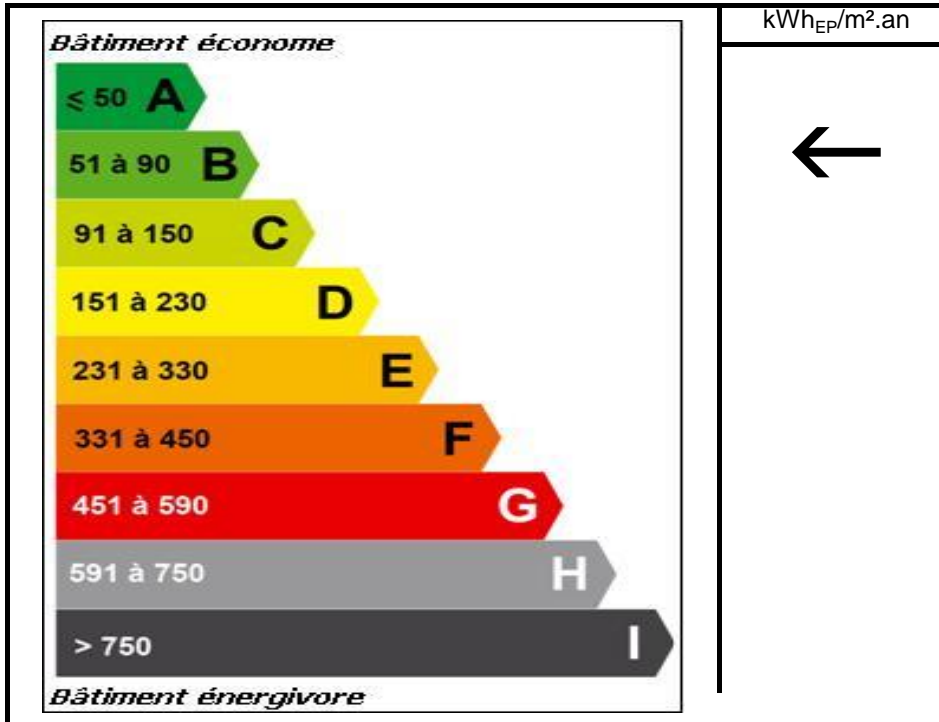
Consommation énergétique (en énergie primaire)

Energie :

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

Consommation réelle :

72



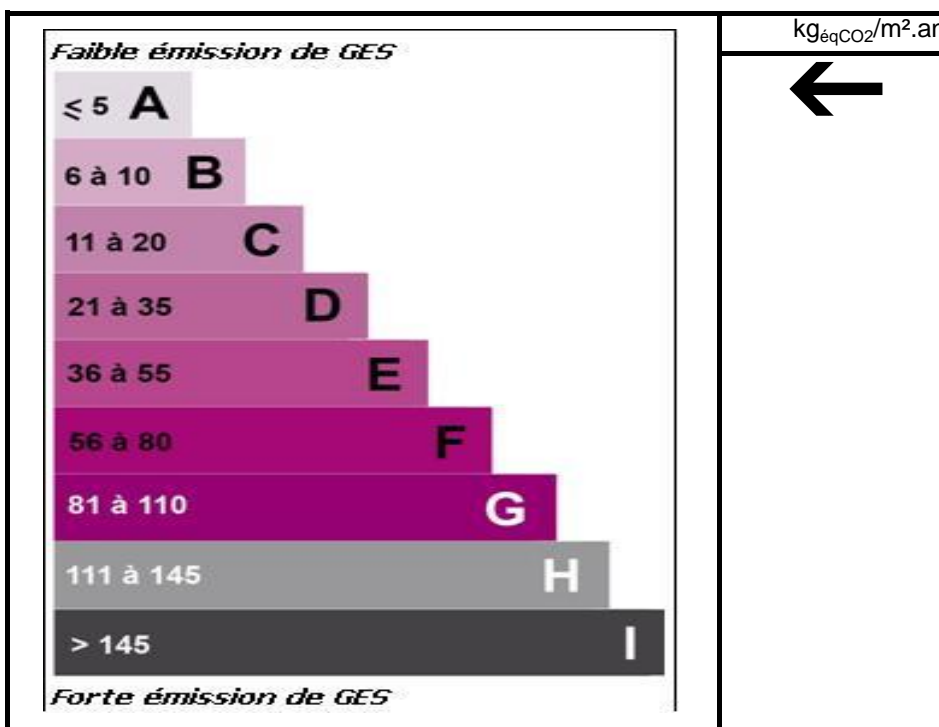
Emission de Gaz à effet de serre (GES)

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.