

## RENAULT Zoe

Type Mines AGVYA0

chef de projet Design Zoé, Agneta Dahlgren-Hermine

puissance administrative	1	CV
longueur	4,084	m
largeur	1,730	m
hauteur	1,568	m
maître-couple S	2,22	m <sup>2</sup>
coefficient de forme Cx	0,338	
coefficient de forme SCx	0,750	m <sup>2</sup>
densité de l'air	1,225	g/dm <sup>3</sup>
empattement	2,588	m
voie avant	1,511	m
voie arrière	1,510	m
nombre de places	5,000	
volume du coffre	338,000	dm <sup>3</sup>
circonférence de roulement	185	65 15

82%



PZE Michelin basse consommation

	1,952	m
résistance au roulement	0,012	
poids à vide	1 468	kg
masse de référence m	1 568	kg
accélération pesanteur	9,81	m/s <sup>2</sup>
sur l'avant	871	kg
sur l'arrière	597	kg
Poids maxi autorisé	1 943	kg
charge utile	434	kg

(G1)  
masse à vide + 100 kg

MMAC

### Moteur triphasé synchrone à rotor bobiné 5AGEN2

moteur électrique synchrone à rotor bobiné Continental 2011, Renault de deuxième génération 2012 puis GMPE3 2013  
machine réversible fonctionnant en régime moteur comme en régime alternateur

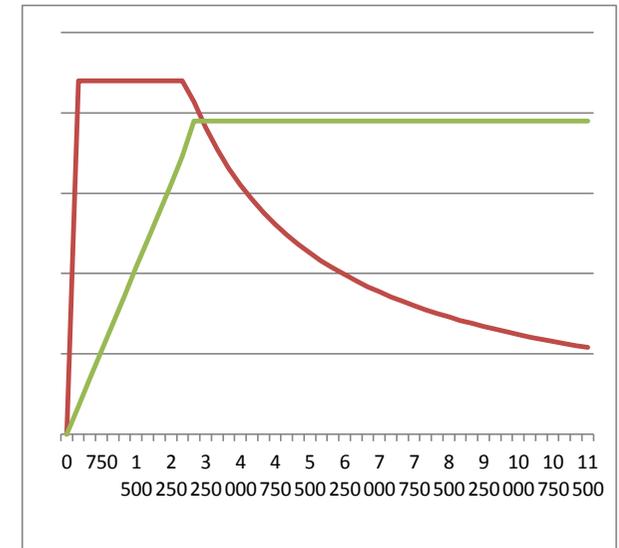
tension moteur	96	V	88 ch
puissance nominale	65	kW	
	3 000 - 11 300	tr/lmn	

5,5 kW à 50 km/h, 17 kW à 90, 49,3 kW à 140, 51 kW pour le 0-100 m km/h en 13,5 s

rapport poids/puissance	17,75	kg/ch
poids du moteur	13	kg
puissance spécifique	5	kW/kg
rendement moteur	90%	
puissance disponible	59	kW
couple	220	Nm
	250 - 2 500	tr/lmn
réduction	9,32	/1
rendement transmission	77%	

en crête  
avec électronique de puissance  
(95% moteur et contrôleur)

couple  
puissance



### Variateur de vitesse

il assure l'accélération contrôlée, la décélération contrôlée, la variation et la régulation de vitesse,  
l'inversion du sens de marche, le freinage d'arrêt.  
commande vectorielle en tension VVC ?

## Batteries Lithium-ion LG Chem LiNCM

cathode LMO (NMC), prismatic pouch, Z-fold assembly, 340-450 \$/kWh

**192 cellules**  
**12 modules 16 cellules**

3.7 V nominal (2.7-4.2 V/cell), 400 mA

**tension 400 V**

**capacité réelle 33,8 kWh**

capacité réelle qualifiée de "secret industriel" par Renault

**capacité utile 22 kWh**

**55 Ah**

**capacité nominale @ 80% DoD 44 Ah**

**poids 290 kg**

**76 Wh/kg**

2 x 96 cellules - 403,2 V

0,865

65% de la capacité réelle

96 x 0,4 A

Cycle Life : 750 @ 100% DoD, 1,900 @ 80% DoD, 8 years

80 Wh/kg

**autonomie NEDC 210 km**

**Consommation 105 Wh/km**

consommation normalisée 14,6 kWh

**consommation attendue 109 Wh/km**

rendement décharge à la roue 104%

???

pertes de rendement

décharge rapide batterie 90%

convertisseur DC/AC 12 – 230 V 98%

charge lente batterie 90%

régulateur 99%

**rendement total 79%**

85 à 95%

90%

70 à 90%



**LG Chem**

### recharge

**rendement charge 88%**

**Wall Box ou boîtier 6 à 9 h 3 kW**

chargeur 3 kW, charge complète

**câble de recharge 11 h 3,5 kW**

prise domestique 16 A, option abandonnée

**charge accélérée 1 h 11 kW**

borne publique 11 kW, 80% de la charge

**charge rapide 0,5 h 43 kW**

borne publique 43 kW, 80% de la charge

consommation

charge

moyenne batterie Li-ion 85 à 92%

18/27 kWh 16/24 kWh

38,5 kWh 34 kWh

11 kWh 10 kWh

21,5 kWh 19 kWh

pour 20 kWh, temps de charge 2 h

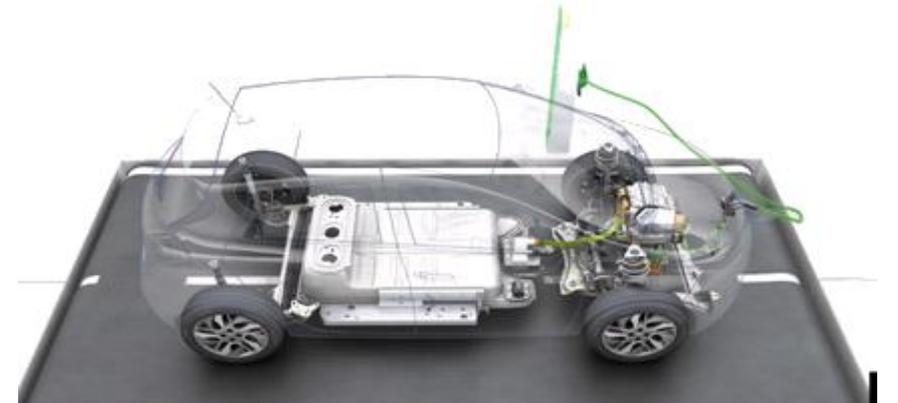
### autonomie

**cycle NEDC 210 km**

**conditons tempérées 150 km**

**saison froide 100 km**

33 km/h de moyenne



vitesse	ECE15	EUDC	JEDC LP	WLTC	vitesse stabilisée											maxi	km/h
					40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140		
consommation calculée	103	130	109	44	67	76	87	100	114	131	150	170	193	218	244	<b>Wh/km</b>	
puissance	0,5	0,5	1,1	1,8	2,7	3,8	5,2	7,0	9,1	11,8	15,0	18,7	23,2	28,3	34,2	<b>kW</b>	
intensité	1	1	3	5	7	9	13	17	23	29	37	47	58	71	85	<b>A</b>	
autonomie	215	169	201	498	328	290	254	221	192	168	147	129	114	101	90	<b>km</b>	
<b>autonomie annoncée</b>			<b>210</b>														
écart			4,2%														

	m	s	km/h	
<b>urbain ECE15</b>	<b>1 013</b>	<b>195</b>	<b>18,7</b>	( $\rho * SCx * 0,375 + cr * m * g * 0,007 + m.0,001$ )
<b>extra-urbain EUDC</b>	<b>6 955</b>	<b>400</b>	<b>62,6</b>	( $\rho * SCx * 14,235 + cr * m * g * 0,056 + m.0,006$ )
<b>mixte NEDC</b>	<b>11 014</b>	<b>1 180</b>	<b>33,6</b>	( $\rho * SCx * 15,735 + cr * m * g * 0,085 + m.0,011$ )

<b>mixte NEDC-LP</b>	<b>10 665</b>	<b>1 180</b>	<b>32,54</b>	( $\rho * SCx * 13,395 + cr * m * g * 0,085 + m.0,009$ )
----------------------	---------------	--------------	--------------	--

<b>WLTC</b>	<b>23 262</b>	<b>1 800</b>	<b>46,52</b>	( $\rho * SCx * 501,543 + cr * m * g * 0 + m.0$ )
-------------	---------------	--------------	--------------	---

formules PBoursin 2013

## Performances

vitesse	pente	ECE15	EUDC	JEDC LI	WLTC	vitesse stabilisée											maxi	km/h			
						10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120		130	140	
	13,9	5,2	17,4	9,0	12,9	2,8	5,6	8,3	11,1	13,9	16,7	19,4	22,2	25,0	27,8	30,6	33,3	36,1	38,9	m/s	
<b>distance</b>	<b>50</b>	<b>1,013</b>	<b>6,955</b>	<b>10,665</b>	<b>23,262</b>															<b>km</b>	
<b>pente</b>	<b>10%</b>																				
	0,100 6	rad																			
résistance roulement	<b>185</b>					<b>185</b>	<b>185</b>	<b>185</b>	<b>185</b>	<b>185</b>	<b>185</b>	<b>185</b>	<b>185</b>	<b>185</b>	<b>185</b>	<b>185</b>	<b>185</b>	<b>185</b>	<b>185</b>	<b>185</b>	N
résistance air	<b>89</b>					<b>4</b>	<b>14</b>	<b>32</b>	<b>57</b>	<b>89</b>	<b>128</b>	<b>174</b>	<b>227</b>	<b>287</b>	<b>354</b>	<b>429</b>	<b>510</b>	<b>599</b>	<b>695</b>	<b>695</b>	N
résistance pente	<b>1 531</b>																				N
résistance totale	<b>1 804</b>	<b>4</b>	<b>33</b>	<b>42</b>	<b>37</b>	<b>188</b>	<b>199</b>	<b>216</b>	<b>241</b>	<b>273</b>	<b>312</b>	<b>358</b>	<b>411</b>	<b>472</b>	<b>539</b>	<b>613</b>	<b>695</b>	<b>784</b>	<b>879</b>	<b>879</b>	N
puissance absorbée	<b>25,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>1,1</b>	<b>1,8</b>	<b>2,7</b>	<b>3,8</b>	<b>5,2</b>	<b>7,0</b>	<b>9,1</b>	<b>11,8</b>	<b>15,0</b>	<b>18,7</b>	<b>23,2</b>	<b>28,3</b>	<b>34,2</b>	<b>34,2</b>	kW
rendement moteur-transmission		69%																			
puissance moteur	<b>36,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,8</b>	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>1,6</b>	<b>2,6</b>	<b>3,9</b>	<b>5,5</b>	<b>7,5</b>	<b>10,1</b>	<b>13,2</b>	<b>17,0</b>	<b>21,6</b>	<b>27,0</b>	<b>33,4</b>	<b>40,8</b>	<b>49,3</b>	<b>49,3</b>	kW
consommation (à la roue)	<b>501</b>	<b>103</b>	<b>130</b>	<b>109</b>	<b>44</b>	<b>52</b>	<b>55</b>	<b>60</b>	<b>67</b>	<b>76</b>	<b>87</b>	<b>100</b>	<b>114</b>	<b>131</b>	<b>150</b>	<b>170</b>	<b>193</b>	<b>218</b>	<b>244</b>	<b>244</b>	Wh/km
rendement total		79%																			
consommation (chargeur)	<b>638</b>	<b>130</b>	<b>166</b>	<b>139</b>	<b>56</b>	<b>66</b>	<b>70</b>	<b>77</b>	<b>85</b>	<b>97</b>	<b>110</b>	<b>127</b>	<b>145</b>	<b>167</b>	<b>191</b>	<b>217</b>	<b>246</b>	<b>277</b>	<b>311</b>	<b>311</b>	Wh/km
autonomie (80% de charge)	<b>35</b>	<b>135</b>	<b>106</b>	<b>127</b>	<b>313</b>	<b>265</b>	<b>251</b>	<b>230</b>	<b>206</b>	<b>182</b>	<b>159</b>	<b>139</b>	<b>121</b>	<b>106</b>	<b>92</b>	<b>81</b>	<b>72</b>	<b>64</b>	<b>57</b>	<b>57</b>	km
vitesse de rotation des roues	427	160	534	278	397	85	171	256	341	427	512	598	683	768	854	939	1 024	1 110	1 195	1 195	tr/mn
vitesse de rotation moteur	<b>3 978</b>	<b>1 488</b>	<b>4 980</b>	<b>2 589</b>	<b>3 701</b>	<b>796</b>	<b>1 591</b>	<b>2 387</b>	<b>3 182</b>	<b>3 978</b>	<b>4 773</b>	<b>5 569</b>	<b>6 364</b>	<b>7 160</b>	<b>7 956</b>	<b>8 751</b>	<b>9 547</b>	<b>10 342</b>	<b>11 138</b>	<b>11 138</b>	tr/mn
couple à la roue	561	1	10	13	11	58	62	67	75	85	97	111	128	147	168	191	216	244	273	273	Nm
couple moteur	<b>60</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>23</b>	<b>26</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	Nm

**1618 km en 24 h**

During an event at the Aubevoye technical center, a Zoe was able to travel 1,618 km (1,005 miles) which beat the previous record by 338 km (210 miles).

In order to achieve this impressive feat, hours. the Zoe was "fast charged" so the batteries would be 80% replenished in less than thirty minutes.

Despite this, the model had to be recharged 18 times in 24 hours.

<b>nombre de charges effectuées</b>	<b>18</b>		
<b>durée</b>	<b>30</b>	<b>mn</b>	
<b>durée totale</b>	<b>9</b>	<b>h</b>	
<b>distance parcourue</b>	<b>1 618</b>	<b>km</b>	
<b>durée de roulage</b>	<b>15</b>	<b>h</b>	
<b>moyenne</b>	<b>107,87</b>	<b>km/h</b>	
<b>nombre charges consommées</b>	<b>19</b>		
<b>soit, par charge</b>	<b>85,16</b>	<b>km</b>	à 80% de charge
	<b>106,45</b>	<b>km</b>	à 100% de charge
<b>énergie consommée</b>	<b>418</b>	<b>kWh</b>	
<b>énergie de recharge</b>	<b>532</b>	<b>kWh</b>	79%
<b>consommation moyenne</b>	<b>329</b>	<b>Wh/km</b>	



PBoursin 2013

**Performances**

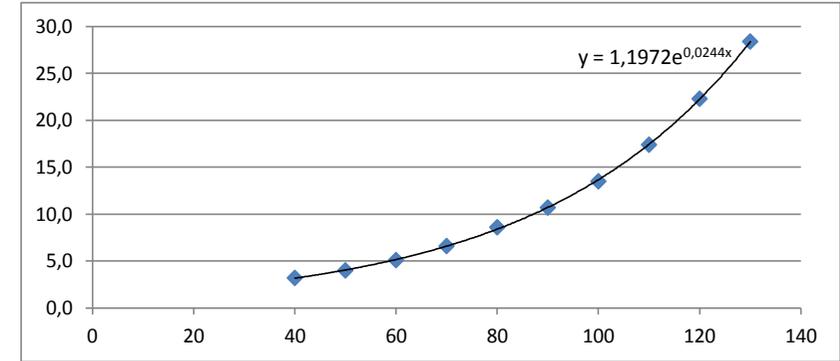
	400 mDA	1000 mDA	accélération 0-												400 m	1000	
<b>vitesse</b>	105,5	127	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	95	120	km/h
distance	29,3	35,3	11,1	13,9	16,7	19,4	22,2	25,0	27,8	30,6	33,3	36,1			26,4	33,3	m/s
	400	1 000	18	28	43	64	96	134	188	266	372	513			293	707	m
<b>temps</b>	<b>19,4</b>	<b>36,6</b>	<b>3,2</b>	<b>4,0</b>	<b>5,1</b>	<b>6,6</b>	<b>8,6</b>	<b>10,7</b>	<b>13,5</b>	<b>17,4</b>	<b>22,3</b>	<b>28,4</b>			<b>22,2</b>	<b>42,4</b>	<b>s</b>
temps calculé			3,2	4,1	5,2	6,6	8,4	10,8	13,7	17,5	22,4	28,6					estimation PBoursin 2013
	<i>400DA : (Rpp * 0,527) + 11,584 ; 1000DA : (Rpp * 1,019) + 21,125</i>												<i>0-100 : (Rpp * 0,831) + 2,088</i>				$X = 0,5 \text{gt}^2 + v_0t + x_0$
accélération	2,13	1,49	3,47	3,47	3,27	2,95	2,58	2,34	2,06	1,76	1,49	1,27			1,19	0,79	m/s <sup>2</sup>
résistance roulement	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185			185	185	N
résistance air	395	572	57	89	128	174	227	287	354	429	510	599			320	510	N
résistance accélération	3 333	2 341	5 444	5 444	5 124	4 620	4 052	3 664	3 226	2 754	2 344	1 994			1 079	822	N
résistance totale	3 912	3 097	5 686	5 718	5 436	4 978	4 463	4 135	3 765	3 367	3 039	2 777			1 584	1 517	N
coef	0,49	0,45	0,56	0,56	0,55	0,54	0,52	0,51	0,49	0,47	0,45	0,43			0,43	0,39	
puissance absorbée	57	49	35	44	50	52	51	52	51	48	46	44			42	51	kW
rendement moteur-transmission	90%																
puissance moteur	81,7	54,9	39,2	49,3	55,4	57,6	57,2	58,1	56,9	53,8	50,9	48,4			46,4	56,2	kW
																	coef = (7/250*r)^1/4
																	<b>maxi</b>
																	57 kW
																	81,7 kW

PBoursin 2013

## Récupération d'énergie

moteur électrique synchrone à rotor bobiné, réversible fonctionnant en régime moteur comme en régime alternateur

seuil maxi		43	kWh				
pertes de rendement							
convertisseur 12 – 230 V		98%					
moteur de traction		90%					
transmission		77%					
<b>rendement total</b>		<b>68%</b>					
vitesse		freinage	0	pente ECE15 EUDC JEDC LI WLTC			
	50		30	18,70	62,60	32,54	46,52
	13,9	0,0	8,3	5,2	17,4	9,0	12,9
							m/s
vitesse moyenne	7						m/s
décélération		5					m/s <sup>2</sup>
pente moyenne		5%					
distance		0,058	5	1,013	6,955	10,665	23,262
			250				m
temps de freinage	2,8						s
puissance de freinage	54						kW
énergie cinétique	151			151	1 113	786	432
			3 846				kJ
	42		1 068	42	309	218	120
							Wh
restitution	316						N
soit	718		214	41	44	20	5
							Wh/km
recharge		145	145	28	30	14	4
soit			141%	22%	28%	31%	7%
soit	3%		3%	0%	1%	1%	0%
							de la consommation
							de la capacité utile



$$X = 1/2 \gamma t^2 + V_0 t + X_0 ; V = \gamma t$$

$$t = V / \gamma$$

$$P = W / t$$

$$1,1972 \quad 0,0244$$

$$E = 1/2 m V^2 ; W = F d = m \gamma d = 1/2 m V_0^2 - 1/2 m V_1^2$$

$$E = mgz$$

$$1 J = 1 Ws ; 1 Wh = 3 600 J$$

$$Ft = cr * m * g * t + 1/2 * \rho * SCx * V^2$$

mixte NEDC 806,327 \* m/1000) kJ  
 mixte NEDC-LP 13,395 \* m/1000) kJ  
 urbain ECE15 96,451 \* m/1000) kJ  
 extra-urbain EUDC 709,877 \* m/1000) kJ  
 WLTC 275,291 \* m/1000) kJ

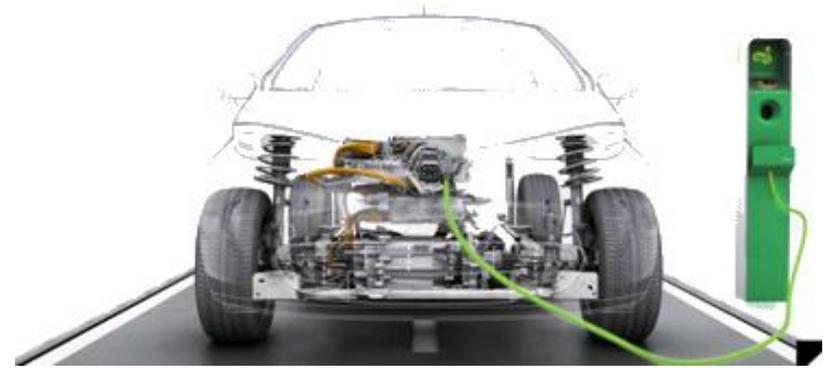
**Budget**

prix de vente	20 700	euros TTC
bonus écologique	-7 000	euros
Wallbox	860	euros
<b>total</b>	<b>14 560</b>	<b>euros</b>

chargeur 3 kW

batteries	12 500	15 000	17 500	20 000	25 000	30 000	km/an
36 mois et plus	79	86	94	102	122	142	euros TTC/mois
option 24 mois			10				euros TTC/mois
option 12 mois			20				euros TTC/mois

km supplémentaire	5	cents TTC
charge rapide effectuée	2	euros TTC



**Coût de fonctionnement**

vitesse moyenne	50	km/h	Vmax/2
consommation moyenne	15	kWh/100 km	14 à 17 kWh

consommation	150	Wh/km
--------------	-----	-------

prolongateur Diesel

	électricité	batterie	total	prolon	total	SP 95	gazole	euros/kWh
coût	0,12				1,3			l/h
					2,60			l/100 km
coût	0,018	0,076	0,094	0,037	0,131			euros/km
coût de fonctionnement			9,39		13,07			euros/100 km
			1 173					euros/an

prix carburant	1,622	1,417	euros/l
équivalence	5,8	6,6	l/100 km
avec prolongateur	8,1	9,2	l/100 km



Blanc Glacier (DV)



Bleu Azur (DV5)



Bleu Energy (TE)



Gris Neptune (TE)



Noir Étoile (TE)



Gris Glacé (TE)



Blanc Nacré (TES)

DV	Opacite Vernie
DV5	Opacite Vernie Speciale
TE	Teinte à Effets
TES	Teinte à Effets Speciale