

# UN AVENIR SANS PÉTROLE

**Collaboration spéciale :**

**Réal Reid,  
Ingénieur et chercheur en énergie éolienne**

Un avenir sans pétrole n'est probablement pas pour demain, d'autant plus que le pétrole nous est très utile comme matière première pour les plastiques et les huiles et graisses de lubrification, mais nous pouvons réduire énormément notre consommation à titre de carburant fossile.

Plusieurs exemples à petite échelle existent, comme par exemple :

- Chaninik en Alaska<sup>1</sup>,
- El Hierro, île des Canaries<sup>2</sup>,
- Iles Cook<sup>3</sup>,
- Île de Pellworm, Allemagne<sup>4</sup>,
- îles de Tokélaou<sup>5</sup>,
- île Samso, Danemark<sup>6</sup>,
- Bonaire Vénézuéla<sup>7</sup>, Kodiak, Alaska<sup>8</sup>, etc ...

Est-ce que ce genre de scénario serait applicable au Québec et est-ce que ça serait dispendieux :

Une démonstration scénario à assez grande échelle pourrait servir de vitrine technologique pour les réseaux non reliés du Québec ainsi que pour l'ensemble du Québec.

---

<sup>1</sup> Susan Kraemer : "Wind Power storage keeps Alaska out of the cold", SmartGrid update, Aug 1, 2012 ; Christy Goldfuss : "Energy Lessons from the Edge of the Earth", Center for American Progress, September 26, 2012 et Saulnier Bernard : "Énergie : l'éthique intergénérationnelle face à l'impasse fossile", éthique publique, vol. 16, n° 1, 2014

<sup>2</sup> Raphaël Baldos : "El Hierro, île 100 % renouvelable", Science actualités.fr, 3 mai 2013

<sup>3</sup> "100 % énergie renouvelable dès 2020", Iles Cook, 15 juillet 2011, Green et vert, source Islands Business

<sup>4</sup> "L'île de Pellworm : 100 % renouvelable mais pas encore autosuffisante", Frederic El-Kommos, L'énerGeek, 24 septembre 2013

<sup>5</sup> "Les îles de Tokélaou passent en 2012 à l'énergie 100 % renouvelable" PNUD, 2012 05 07

<sup>6</sup> "Samso : une île 100 % renouvelable", Expérience étrangère, Agrinova – Groupe AGÉCO

<sup>7</sup> Kaitlyn Bunker, RMI : "A Caribbean Island Says Goodbye Diesel and Hello 100 Percent Renewable Electricity", Renewable Energy World.com, Janvier 09, 2015,

<sup>8</sup> Maria Blais Costello : "Alaska Energy Authority and Kodiak Electric Association Developing a 99 Percent Renewable Community", Renewable Energy World.com, Janvier 14, 2015,

Prenons comme exemple les Îles-de-la-Madeleine (IDL M):

DONNÉES DE BASE<sup>9</sup> :

- population ≈ 13 000 personnes,
- Hydro-Québec y dénombre 7 000 clients,
- 10485 véhicules dont 4612 camions légers,
- 50 % des résidences chauffées à l'huile,
- électricité fournie par une centrale Diesel de 67,2 MW consommation projetée de 43,43 million de litres de mazout lourd pour l'année 2015, avec une croissance annuelle projetée de 1,1 %<sup>10</sup>,
- la route principale, de juridiction provinciale, fait 107 kilomètres de long,

**PROGRAMME - Îles-de-la-Madeleine sans pétrole :**

- Source principale d'énergie ≈ 50 éoliennes de 2 MW, 20 à l'an 1, 25 autres au démantèlement des groupes électrogènes Diesel actuels et, à l'an 20, remplacer les premières 20 éoliennes et en rajouter 5 autres,
- Conversion du chauffage des locaux à l'électricité à l'aide de fournaies électriques avec stockage thermique<sup>11</sup>, en commençant par les clients chauffés au mazout, les 5 premières années, les 5 années suivantes, les fournaies électriques avec stockage remplaceront les chauffages électriques conventionnels,
- Électrification de la flotte de véhicules sur une période de 10 ans pour les autos et 20 ans pour les camionnettes. Une flotte de véhicules hybrides ou hybrides branchables en formule autopartage, genre "communauto" pourrait être utilisée par ceux qui, à l'occasion, voyagent à l'extérieur des îles,
- Garder les Diesels actuels jusqu'à la fin de leur vie utile (2022) pour le support en puissance, y ajouter 3 Diesels de 3,5 MW à démarrage rapide à l'an 1 du projet et 6 autres lors du démantèlement des Diesels actuels,
- À plus long terme, les systèmes de stockage évoluant rapidement, le support en puissance pourrait être fourni par des unités de stockage à l'île de Grande-Entrée, à l'île du Havre-Aubert et à l'île du Cap-aux-Meules et ainsi la centrale Diesel ne serait plus nécessaire.
- Un câble sous-marin pourrait relier l'île d'Entrée aux îles principales,

**ANALYSE :**

**A- Scénario basé sur le pétrole, continuation de la situation actuelle :**

- Centrale Diesel, 67,2 MW, 6 moteurs de 11,2 MW, mazout lourd, construite au coût de 237 M\$, vie utile 30 ans, jusqu'à la fin de 2022, rendement, 4,61 kWh/litre. En 2023, remplacement des groupes électrogènes à 2000 \$/kW,

---

<sup>9</sup> Mémoire de l'Agglomération des Îles-de-la-Madeleine à la commission sur les enjeux\_énergétiques, 11 octobre 2103

<sup>10</sup> Régie de l'Énergie, Demande R-3864-2013, HQD-2, document 1, page 10 de 23, 131101

<sup>11</sup> tel que fournaies Steffes, Centrally ducted off-peak heating, voir : <http://www.steffes.com>

- Chauffage des locaux, mazout léger, 3500 clients (50 % des clients HQ),
- Véhicules :
  - o 4612 camionnettes, vie de 20 ans, remplacement de 5 % par année,
  - o 5873 autos, vie 10 ans, remplacement de 10 % par année,

#### 1- Centrale Diesel :

- a. Amortissement :
  - i. années 2015-2022, 237 M\$ sur 30 ans à 6 % = 17,22 M\$/année
  - ii. années 2022 à 2044, 67,2 MW à 2000 \$/kW, sur 30 ans à 6 % = 9,76 M\$/année
- b. Carburant, année 2015, besoins de 200,2 GWh à 4,61 kWh/l, à 68,3 ¢/litre<sup>12</sup> = 29,66 M\$. Selon HQ, la demande va augmenter de 1,1 %/année,
- c. Droits de carbone, HQ doit acheter des droits d'émissions pour l'excédent de 25 000 Tonnes/année. En 2012, les émissions étaient de 125 000 T, soit un excédent de 100 00 T à 13,68 \$/Tonne<sup>13</sup> soit 1,37 M\$ pour l'année 2015, indexé de 5 % par année<sup>14</sup>,

#### 2- Chauffage des locaux :

- a. Chauffage des locaux : 3500 clients à 12 000 kWh/an (moyenne québécoise d'un Bungalow typique) = 42 GWh/an (électrique) ; en mazout à 70 % rendement = 5,6 Ml/an,
- b. Coût : 5,6 Ml/an à 100,63 ¢/litre<sup>15</sup> = 5,64 M\$/an,

#### 3- Véhicules :

- a. Dépenses en capital pour le remplacement des véhicules :
  - i. Automobiles : 5873 autos, 10 % remplacées chaque année à un coût de 30 000 \$ = 17,62 M\$/année,
  - ii. Camions légers, 4612 camions, taux de remplacement 5 % par année à un coût de 20 000 \$ = 4,61 m\$/année
  - iii. Coût de remplacement annuel autos + camions = 22,23 M\$/année,
- b. Coût annuel du carburant consommé pour les véhicules : 10 485 véhicules à 15 000 km/an à 8 l/100 km = 12,58 Mlitres. À un coût de 123,5 ¢/litre<sup>16</sup> = 15,54 M\$/an,

Le tableau A, ci-dessous, présente les résultats du scénario basé sur le pétrole (situation actuelle).

<sup>12</sup> prix 2012 pour le mazout lourd no. 6 à 2 % S, selon : "Les prix des produits pétroliers à Montréal 1987-2012", Québec, Énergie et Ressources naturelles

<sup>13</sup> Le Devoir, 4 décembre 2014

<sup>14</sup> "La deuxième vente aux enchères du marché du carbone Québec-Californie se tient aujourd'hui", Gaia Presse, 18 février 2015, ... à un prix minimal de 15,01 \$CAD ..., ce qui représente une indexation de 10 % sur décembre 2014

<sup>15</sup> Régie de l'énergie : "Bulletin d'information sur les prix des produits pétroliers au Québec", semaine du 1<sup>er</sup> décembre 2014, Vol 17, no. 48

<sup>16</sup> prix 2012 selon : "Les prix des produits pétroliers à Montréal 1987-2012", Québec, Énergie et Ressources naturelles

TABLEAU A : Iles de la Madeleine, Scénario avec Pétrole, en M\$											
Année	Énergie Besoins GWh	Centrale Diesel				Total	Chauffage locaux	Carburant	Véhicules coût annuel remplacement	Total	Grand Total
		Amortissement	Carburant	Droits Carbone							
2015	200,20	17,22	29,66	1,44	48,32	5,64	15,54	22,23	37,77	91,73	
2016	203,50	17,22	29,99	1,54	48,75	5,64	15,54	22,23	37,77	92,16	
2017	205,00	17,22	30,32	1,63	49,17	5,64	15,54	22,23	37,77	92,58	
2018	207,10	17,22	30,65	1,74	49,61	5,64	15,54	22,23	37,77	93,02	
2019	209,20	17,22	30,99	1,85	50,06	5,64	15,54	22,23	37,77	93,47	
2020	212,00	17,22	31,33	1,97	50,52	5,64	15,54	22,23	37,77	93,93	
2021	213,20	17,22	31,67	2,09	50,98	5,64	15,54	22,23	37,77	94,39	
2022	215,00	17,22	32,02	2,21	51,45	5,64	15,54	22,23	37,77	94,86	
2023	216,70	9,76	32,37	2,34	44,47	5,64	15,54	22,23	37,77	87,88	
2024	219,08	9,76	32,73	2,50	44,99	5,64	15,54	22,23	37,77	88,40	
2025	221,49	9,76	33,09	2,65	45,50	5,64	15,54	22,23	37,77	88,91	
2026	223,93	9,76	33,45	2,82	46,03	5,64	15,54	22,23	37,77	89,44	
2027	226,39	9,76	33,82	3,01	46,59	5,64	15,54	22,23	37,77	90,00	
2028	228,88	9,76	34,19	3,20	47,15	5,64	15,54	22,23	37,77	90,56	
2029	231,40	9,76	34,57	3,40	47,73	5,64	15,54	22,23	37,77	91,14	
2030	233,95	9,76	34,95	3,62	48,33	5,64	15,54	22,23	37,77	91,74	
2031	236,52	9,76	35,33	3,85	48,94	5,64	15,54	22,23	37,77	92,35	
2032	239,12	9,76	35,72	4,10	49,58	5,64	15,54	22,23	37,77	92,99	
2033	241,75	9,76	36,12	4,36	50,24	5,64	15,54	22,23	37,77	93,65	
2034	244,41	9,76	36,51	4,63	50,90	5,64	15,54	22,23	37,77	94,31	
2035	247,10	9,76	36,91	4,93	51,60	5,64	15,54	22,23	37,77	95,01	
2036	249,82	9,76	37,32	5,24	52,32	5,64	15,54	22,23	37,77	95,73	
2037	252,57	9,76	37,73	5,58	53,07	5,64	15,54	22,23	37,77	96,48	
2038	255,34	9,76	38,15	5,93	53,84	5,64	15,54	22,23	37,77	97,25	
2039	258,15	9,76	38,57	6,31	54,64	5,64	15,54	22,23	37,77	98,05	
2040	260,99	9,76	38,99	6,71	55,46	5,64	15,54	22,23	37,77	98,87	
2041	263,86	9,76	39,42	7,14	56,32	5,64	15,54	22,23	37,77	99,73	
2042	266,77	9,76	39,85	7,59	57,20	5,64	15,54	22,23	37,77	100,61	
2043	269,70	9,76	40,29	8,07	58,12	5,64	15,54	22,23	37,77	101,53	
2044	272,67	9,76	40,73	8,58	59,07	5,64	15,54	22,23	37,77	102,48	

## B- Scénario sans pétrole :

Besoins en électricité : Année 2015, besoins selon scénario basé sur le pétrole + demande additionnelle causée par le remplacement des fournaies au mazout par des fournaies électriques avec stockage (8,4 GWh par année pendant les 5 premières années) + véhicules électriques (10 % des autos et 5 % des camionnettes électriques à 1926 kWh/véhicule/année),

### 1- Centrale Diesel actuelle :

#### a. Amortissement :

- i. années 2015-2022, 237 M\$ sur 30 ans à 6 % = 17,22 M\$/année
- ii. années 2022 à 2044 : centrale amortie, groupes électrogènes Diesel démantelés, amortissement = 0

#### b. Carburant, année 2015, besoins de 210,17 GWh moins la production éolienne de 140 GWh; 70,17 GWh à 4,61 kWh/l, à 68,3 ¢/litre = 10,40 M\$. augmentant jusqu'à l'installation de 25 éoliennes additionnelles lors du démantèlement des groupes électrogènes actuels, après, on suppose une consommation de carburant ≈ à 20 % de la consommation de base du scénario avec pétrole,

#### c. Droits de carbone, HQ doit acheter des droits d'émissions pour l'excédent de 25 000 Tonnes/année. En 2015, les émissions pour produire 70,17 GWh/année seront de 45 700 T, soit un excédent de 20 700 T à 13,68 \$/Tonne<sup>17</sup>, indexé de 5 % par année, soit 0,28 M\$ pour l'année 2015,

<sup>17</sup> Le Devoir, 4 décembre 2014

## 2- Nouveaux groupes électrogènes Diesel :

- a. Amortissement :
  - i. années 2015-2022, 3 Diesels de 3,5 MW à 2000 \$/MW amortis sur 30 ans à 6 % = 1,53 M\$/année,
  - ii. à l'année 2023, les Diesels de la centrale actuelle seront démantelés et 2 autres groupes de 3 Diesels de 3,5 MW à démarrage rapide seront installés, l'amortissement des nouveaux Diesels (3 groupes de 3 Diesels de 3,5 MW pour un total de 31,5 MW) deviendra 4,58 M\$/année,
- b. Carburant, à partir de l'année du démantèlement des Diesels actuels et de l'ajout de 50 MW d'éoliennes, la consommation de carburant est supposée  $\approx$  à 20 % de la consommation de base du scénario avec pétrole,
- c. Droits de carbone deviennent 0, remontent de 0,03 M\$ en 2031 à 0,28 M\$ en 2044,

## 3- Centrale éolienne :

- a. Amortissement :
  - i. Installation de 40 MW d'éoliennes (20 éoliennes de 2 MW) à un coût de 2000 \$/kW, pour un coût total de 80 M\$, amorti sur 20 ans à 6 % = 6,97 M\$/année,
  - ii. En 2023, lors du démantèlement des Diesels actuels, ajout de 50 MW d'éoliennes à 2000 \$/kW, amorti sur 20 ans à 6 % = 8,72 M\$ pour un coût d'amortissement éolien total de 15,69 M\$/année,
  - iii. À la 20<sup>e</sup> année, année 2035, les premières éoliennes (40 MW) sont remplacées et 5 éoliennes de plus sont ajoutées (10 MW) pour donner un total de 100 MW d'éoliennes (production escomptée de 350 GWh/année), pour un coût total d'amortissement de 17,44 M\$/année,

## 4- Chauffage des locaux :

- a. Les fournaies électriques à stockage thermique de 19,2 kW avec capacité de stockage de 120 kWh peuvent, sans apport électrique, chauffer une maison bien isolée pendant 12 h lorsque la température extérieure est à -20 °C),
- b. Coût de capital  $\approx$  8000 \$/fournaise (6000 \$ pour la fournaise et coût d'installation de 2000 \$). Le taux d'installation serait de 700 fournaies par année pendant 10 ans, en commençant par les clients chauffés au mazout, les 5 premières années, les 5 années suivantes, les fournaies électriques avec stockage remplaceront les chauffages électriques conventionnels. À une vie utile de 30 ans, financé à 6 %, le coût de capital serait de 0,41 M\$ la première année, augmentant de 0,41 M\$/année jusqu'à 4,07 M\$ la 10<sup>e</sup> année,
- c. Carburant, à partir du scénario pétrole, le coût du carburant diminuerait de 20 % par année pour les 5 premières années. Mais à partir de la 5<sup>e</sup> année, la consommation de carburant est supposée  $\approx$  à 10 % de la consommation de base du scénario avec pétrole,

## 5- Véhicules :

- a. Dépenses en capital pour le remplacement des véhicules :
  - i. Automobiles : 5873 autos, 10 % remplacées chaque année à un cout de 40 000 \$ = 23,49 M\$/année,
  - ii. Camions légers, 4612 camions, taux de remplacement 5 % par année à un coût de 30 000 \$ = 6,92 M\$/année
  - iii. Coût de remplacement annuel autos + camions = 30,41 M\$/année,
- b. Coût annuel du carburant consommé pour les véhicules : le coût du carburant diminuerait de 15,54 M\$/an à 14,33 M\$ la 1<sup>ère</sup> année et diminuerait graduellement jusqu'à 10 % de la valeur initiale la 16<sup>e</sup> année,

## 6- Flotte de véhicules en communauto :

- a. Constituer une flotte de 100 véhicules hybrides branchables à raison de 10 véhicules par année. En supposant une vie utile de 10 ans, à un coût de 40 000 \$/véhicule, le coût de capital annuel est de 0,4 M\$.

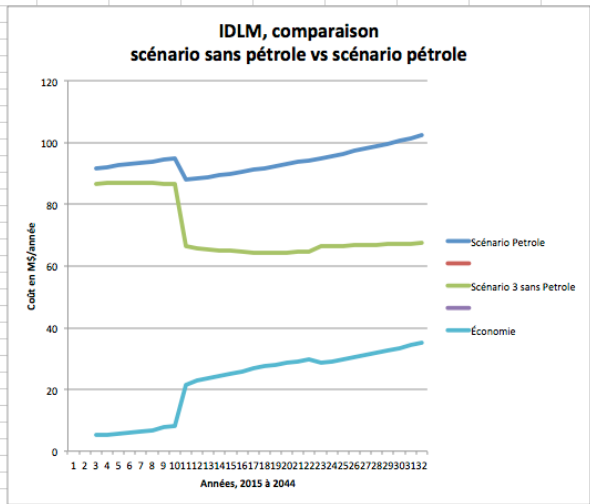
Le tableau B, ci-dessous, présente les résultats du scénario sans pétrole,

TABLEAU B : IDLM sans pétrole,															
Scénario 3 :															
An 1, ajout de 40 MW d'éoliennes et de 3 groupes électrogènes Diesel de 3,5 Mw à démarrage rapide,															
Chaque année, pour 10 ans, remplacer 10 % des fournaises par des fournaises à stockage d'énergie en commençant par les fournaises au mazout															
Chaque année, remplacer 10 % des autos par des autos électriques,															
Chaque année, remplacer 5 % des camionnettes par des camionnettes électriques															
Chaque année, acheter 10 autos hybrides branchables pour constituer une flotte de 100 veh pour voyager à l'extérieur des îles															
An 2023, enlever vieux Diesel, ajouter 2 autres groupes de 3 Diesels de 3,5 MW à démarrage rapide et ajouter 50 MW d'éoliennes															
An 2034, remplacer le premier 40 MW d'éoliennes et en ajouter un autre 10 MW															
Année	Énergie Besoins GWh	ACD amortissement	Centrale Diesel NCD amortissement	Carburant	Droits C	total	Centrale éolienne amortissement	Fournaises Stoc amortissement	Chauffage des locaux carburant	total	Electr. achat	Véhicules Carburant	total	Hyb Branch ext des IDLM	Total
2015	210,17	17,22	1,53	10,40	0,28	29,43	6,97	0,41	4,62	5,03	30,41	14,33	44,74	0,40	86,57
2016	223,45	17,22	1,53	12,36	0,42	31,53	6,97	0,81	3,60	4,41	30,41	13,12	43,53	0,40	86,85
2017	234,92	17,22	1,53	14,06	0,55	33,36	6,97	1,22	2,58	3,80	30,41	11,91	42,32	0,40	86,85
2018	247,00	17,22	1,53	15,85	0,71	35,31	6,97	1,63	1,56	3,19	30,41	10,70	41,11	0,40	86,98
2019	259,07	17,22	1,53	17,64	0,87	37,26	6,97	2,04	0,54	2,58	30,41	9,49	39,90	0,40	87,11
2020	263,44	17,22	1,53	18,29	0,97	38,01	6,97	2,44	0,54	2,98	30,41	8,28	38,69	0,40	87,05
2021	266,22	17,22	1,53	18,70	1,05	38,50	6,97	2,85	0,54	3,39	30,41	7,07	37,48	0,40	86,74
2022	269,59	17,22	1,53	19,20	1,14	39,09	6,97	3,26	0,54	3,80	30,41	5,86	36,27	0,40	86,53
2023	272,87	0	4,58	6,47	0,00	11,05	15,69	3,66	0,54	4,20	30,41	4,65	35,06	0,40	66,40
2024	276,82	0	4,58	6,54	0,00	11,12	15,69	4,07	0,54	4,61	30,41	3,44	33,85	0,40	65,67
2025	279,68	0	4,58	6,61	0,00	11,19	15,69	4,07	0,54	4,61	30,41	3,10	33,51	0,40	65,40
2026	282,56	0	4,58	6,69	0,00	11,27	15,69	4,07	0,54	4,61	30,41	2,76	33,17	0,40	65,14
2027	285,46	0	4,58	6,76	0,00	11,34	15,69	4,07	0,54	4,61	30,41	2,42	32,83	0,40	64,87
2028	288,40	0	4,58	6,83	0,00	11,41	15,69	4,07	0,54	4,61	30,41	2,08	32,49	0,40	64,60
2029	291,36	0	4,58	6,91	0,00	11,49	15,69	4,07	0,54	4,61	30,41	1,74	32,15	0,40	64,34
2030	294,36	0	4,58	6,98	0,00	11,56	15,69	4,07	0,54	4,61	30,41	1,54	31,95	0,40	64,21
2031	297,37	0	4,58	7,06	0,03	11,67	15,69	4,07	0,54	4,61	30,41	1,54	31,95	0,40	64,32
2032	300,41	0	4,58	7,14	0,04	11,76	15,69	4,07	0,54	4,61	30,41	1,54	31,95	0,40	64,41
2033	303,49	0	4,58	7,22	0,05	11,85	15,69	4,07	0,54	4,61	30,41	1,54	31,95	0,40	64,50
2034	306,59	0	4,58	7,30	0,06	11,94	15,69	4,07	0,54	4,61	30,41	1,54	31,95	0,40	64,59
2035	309,23	0	4,58	7,38	0,08	12,04	17,44	4,07	0,54	4,61	30,41	1,54	31,95	0,40	66,44
2036	311,91	0	4,58	7,46	0,09	12,13	17,44	4,07	0,54	4,61	30,41	1,54	31,95	0,40	66,53
2037	314,70	0	4,58	7,54	0,11	12,23	17,44	4,07	0,54	4,61	30,41	1,54	31,95	0,40	66,63
2038	317,47	0	4,58	7,62	0,13	12,33	17,44	4,07	0,54	4,61	30,41	1,54	31,95	0,40	66,73
2039	320,28	0	4,58	7,71	0,15	12,44	17,44	4,07	0,54	4,61	30,41	1,54	31,95	0,40	66,84
2040	323,12	0	4,58	7,79	0,17	12,54	17,44	4,07	0,54	4,61	30,41	1,54	31,95	0,40	66,94
2041	325,99	0	4,58	7,88	0,20	12,66	17,44	4,07	0,54	4,61	30,41	1,54	31,95	0,40	67,06
2042	328,90	0	4,58	7,96	0,22	12,76	17,44	4,07	0,54	4,61	30,41	1,54	31,95	0,40	67,16
2043	331,83	0	4,58	8,05	0,25	12,88	17,44	4,07	0,54	4,61	30,41	1,54	31,95	0,40	67,28
2044	334,80	0	4,58	8,14	0,28	13,00	17,44	4,07	0,54	4,61	30,41	1,54	31,95	0,40	67,40

## RÉSULTATS :

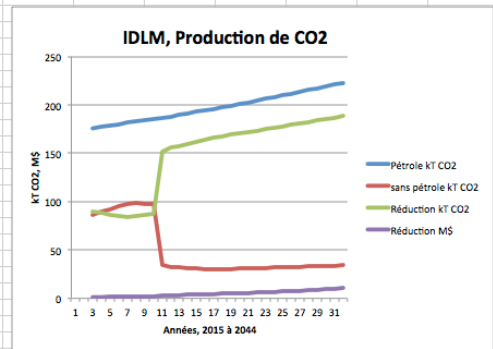
Le tableau C, ci-dessous, compare les deux scénarios : pétrole vs sans pétrole. Le tableau montre que les économies annuelles, pour l'ensemble des îles-de-la-Madeleine, pourraient atteindre plus de 30 M\$/année.

TABLEAU C : Iles de la Madeleine			
Comparaison Scénario actuel (Pétrole)vs scénario sans Pétrole, M\$			
Total Scénario Pétrole = Centrale Diesel + Chauffage des locaux + Véhicules			
Total Scénario 1 sans Pétrole = Centrale Diesel + Chauffage des locaux (Fournaises électriques avec stockage + Centrale Éolienne + Véhicules électriques + flotte de véhicules hybrides branchables pour voyages à l'extérieur des îles			
Année	Grand Total	Grand Total	Sans Pét vs Pét
	Scénario Pétrole	Scénario 3 sans Pétrole	Économie
2015	91,73	86,57	5,16
2016	92,16	86,85	5,31
2017	92,58	86,85	5,73
2018	93,02	86,98	6,04
2019	93,47	87,11	6,36
2020	93,93	87,05	6,88
2021	94,39	86,74	7,65
2022	94,86	86,53	8,33
2023	87,88	66,40	21,48
2024	88,40	65,67	22,73
2025	88,91	65,40	23,51
2026	89,44	65,14	24,30
2027	90,00	64,87	25,13
2028	90,56	64,60	25,96
2029	91,14	64,34	26,80
2030	91,74	64,21	27,53
2031	92,35	64,32	28,03
2032	92,99	64,41	28,58
2033	93,65	64,50	29,15
2034	94,31	64,59	29,72
2035	95,01	66,44	28,57
2036	95,73	66,53	29,20
2037	96,48	66,63	29,85
2038	97,25	66,73	30,52
2039	98,05	66,84	31,21
2040	98,87	66,94	31,93
2041	99,73	67,06	32,67
2042	100,61	67,16	33,45
2043	101,53	67,28	34,25
2044	102,48	67,40	35,08



Le tableau D, ci-dessous, montre la réduction des émissions des gaz à effet de serre et la valeur anticipée de cette réduction sur les marchés du carbone.

IDLIM, production de CO2, Scénario Pétrole									
Année	Énergie Besoins GWh	Centrale Diesel Carburant Ml	CO2 Diesel KT	Chauffage locaux kt CO2	Véhicules CO2 KT	Total Pétrole kt CO2	Total sans pétrole kt CO2	Réduction kt CO2	Valeur de la Réduction M\$
2015	200,20	43,43	130,28	14,00	31,45	175,73	86,15	89,58	1,23
2016	203,50	44,14	132,43	14,00	31,45	177,88	89,81	88,07	1,27
2017	205,00	44,47	133,41	14,00	31,45	178,86	92,29	86,57	1,39
2018	207,10	44,92	134,77	14,00	31,45	180,22	95,17	85,05	1,35
2019	209,20	45,38	136,14	14,00	31,45	181,59	98,04	83,55	1,39
2020	212,00	45,99	137,96	14,00	31,45	183,41	98,43	84,98	1,48
2021	213,20	46,25	138,74	14,00	31,45	184,19	97,79	86,40	1,58
2022	215,00	46,64	139,91	14,00	31,45	185,36	97,54	87,82	1,69
2023	216,70	47,01	141,02	14,00	31,45	186,47	34,44	152,03	3,07
2024	219,08	47,52	142,57	14,00	31,45	188,02	32,25	155,77	3,31
2025	221,49	48,05	144,14	14,00	31,45	189,59	31,82	157,77	3,52
2026	223,93	48,57	145,72	14,00	31,45	191,17	31,40	159,77	3,74
2027	226,39	49,11	147,33	14,00	31,45	192,78	30,98	161,80	3,98
2028	228,88	49,65	148,95	14,00	31,45	194,40	30,57	163,83	4,23
2029	231,40	50,20	150,59	14,00	31,45	196,04	30,15	165,89	4,49
2030	233,95	50,75	152,24	14,00	31,45	197,69	30,03	167,66	4,77
2031	236,52	51,31	153,92	14,00	31,45	199,37	30,31	169,06	5,05
2032	239,12	51,87	155,61	14,00	31,45	201,06	30,59	170,47	5,35
2033	241,75	52,44	157,32	14,00	31,45	202,77	30,88	171,89	5,66
2034	244,41	53,02	159,05	14,00	31,45	204,50	31,17	173,33	5,99
2035	247,10	53,60	160,80	14,00	31,45	206,25	31,46	174,79	6,34
2036	249,82	54,19	162,57	14,00	31,45	208,02	31,76	176,26	6,72
2037	252,57	54,79	164,36	14,00	31,45	209,81	32,06	177,75	7,11
2038	255,34	55,39	166,17	14,00	31,45	211,62	32,36	179,26	7,53
2039	258,15	56,00	168,00	14,00	31,45	213,45	32,67	180,78	7,98
2040	260,99	56,61	169,84	14,00	31,45	215,29	32,98	182,31	8,45
2041	263,86	57,24	171,71	14,00	31,45	217,16	33,30	183,86	8,94
2042	266,77	57,87	173,60	14,00	31,45	219,05	33,61	185,44	9,47
2043	269,70	58,50	175,51	14,00	31,45	220,96	33,93	187,03	10,03
2044	272,67	59,15	177,44	14,00	31,45	222,89	34,26	188,63	10,62



## **CONCLUSION :**

Cette ébauche de projet est très préliminaire, mais elle montre que réduire la consommation de pétrole de 80 à 90 % aux Îles-de-la-Madeleine pourrait être rentable en plus de permettre de :

- réduire la production de gaz à effet de serre,
- réduire le potentiel de déversement de carburant,
- réduire de la pression des pétrolières pour des forages d'exploration à la recherche de carburants fossiles aux IDLM.

Les calculs et hypothèses sont très préliminaires et négligent beaucoup de facteurs :

- une modélisation détaillée serait nécessaire pour optimiser le scénario,
  - o nombre optimal d'éoliennes à installer et à quelle année,
  - o optimisation des groupes électrogènes de remplacement,
  - o optimisation du choix des fournaies à stockage d'énergie,
- pour simplifier les calculs, les coûts d'entretien ont été supposés équivalents d'un scénario à l'autre et ont donc été négligés,
- les prix du pétrole ont été maintenus constants,
- des programmes d'efficacité énergétique, d'économies d'énergie et/ou de géothermie pourraient être intéressants, mais n'ont pas été examinés dans la présente étude.

Réal Reid

15 04 26

## **CV abrégé de Réal Reid :**

“Ingénieur diplômé en génie mécanique de l'École Polytechnique de Montréal (1963), M.Sc. en propulsion aéronautique de l'Institut de technologie de Cranfield, Angleterre (1964) et diplômé en administration de l'Université McGill en 1986. De 1965 à 1980, il a été ingénieur en combustion (Pratt & Whitney, CRIQ) et en contrôle de la pollution automobile (Environnement Canada), puis, de 1980 à 2002, chercheur en énergie éolienne à l'Institut de recherche d'Hydro-Québec (IREQ). Membre du CA de l'Association Canadienne de l'Énergie Éolienne ACÉÉ – CanWEA) de 1986 à 1992, il en a été président en 1991. Co-auteur du livre : "L'éolien au coeur de l'incontournable révolution énergétique" (2009), en 2010 il a été représentant Développement Durable au volet énergie du Plan Nord.”