

22.2 SECURITE DES APPROVISIONNEMENTS

Exercice 22.2 : Réserves de pétrole du golfe Persique

QUESTIONS

Question 1 :



Tableau SEQ Tableau *ARABIC \s 1 1 : Réserves de pétrole conventionnelles (en 2014)

↕	Pays	↕ Réserves en barils ³ ↕
1	Venezuela (plus d'informations)	299 953 000 000
2	Arabie saoudite (plus d'informations)	266 578 000 000
3	Iran (plus d'informations)	157 530 000 000
4	Irak (plus d'informations)	143 059 000 000
5	Koweït (plus d'informations)	101 500 000 000
6	Émirats arabes unis (plus d'informations)	97 800 000 000
7	Russie (plus d'informations)	80 000 000 000
8	Libye (plus d'informations)	48 363 000 000
9	Nigeria (plus d'informations)	37 070 000 000
10	États-Unis (plus d'informations)	36 520 000 000
11	Kazakhstan	30 000 000 000
12	Qatar	25 244 000 000
13	Chine	24 649 000 000
14	Brésil	15 314 000 000
15	Algérie	12 200 000 000
16	Mexique (plus d'informations)	11 079 000 000
17	Angola	8 423 000 000
18	Équateur	8 273 000 000
19	Azerbaïdjan	7 000 000 000
20	Soudan (Soudan du Sud compris)	5 000 000 000
21	Inde	5 675 000 000
22	Norvège	5 497 000 000
23	Oman	5 151 000 000
24	Égypte	4 400 000 000
25	Canada	4 161 000 000
-	Total	1 492 880 000 000

En se fiant au tableau ci-dessus, quelle était (en Gbl) la réserve de pétrole provenant des pays du golfe Persique en 2014 (en excluant Bahreïn) ? Quelle part des réserves mondiales cela représentait-il (en %) ?

Question 2 :

On suppose maintenant que ces réserves s'élèvent à 800 Gbl et qu'il est possible d'extraire et de produire 90% des réserves. Dans le cas où les pays du golfe Persique obtiendraient le monopole mondial d'extraction et de production de pétrole, quel serait le temps nécessaire (en année) pour épuiser ces ressources ? Pour répondre à cette question, on suppose que la consommation mondiale annuelle de pétrole est de 4662 Mtep.

Question 3 :

On suppose maintenant que le monopole n'existe plus et que chaque pays producteur est libre d'exporter son pétrole. On admet également que la quantité de pétrole disponible en 2021 est celle présentée dans le tableau 1 et que ces réserves sont exploitables à 90%. Si l'on suppose que les volumes d'hydrocarbures conventionnels découverts en 2021 sont de 11,6 milliards de barils équivalent pétrole et que ce volume découvert diminue de 5% chaque année, dans combien de temps (en année) les réserves mondiales de pétrole seront épuisées ? Pour répondre à cette question, on suppose toujours que la consommation mondiale annuelle de pétrole est de 4662 Mtep et on la suppose constante chaque année.

RÉPONSES

Question 1 : En se fiant au tableau ci-dessus, quelle était (en Gbl) la réserve de pétrole provenant des pays du golfe Persique en 2014 (en excluant Bahreïn) ? Quelle part des réserves mondiales cela représentait-il (en %) ?

Pays appartenant au golfe Persique	Réserve de pétrole (en Mb)
Arabie saoudite	266 578
Iran	157 530
Irak	143 059
Koweït	101 500
Émirats arabes unis	97 800
Qatar	25 244
Oman	5 151
Total	796 862

Les réserves de pétrole détenues dans les pays du golfe Persique en 2014 étaient donc de 797 Gbl.

Sachant que la réserve mondiale s'élevait à 1 493 Gbl, la part des réserves de pétrole détenue par les pays du golfe Persique était de $\frac{797}{1493} * 100 = 53,4\%$.

Puisque l'économie mondiale dépend du pétrole bon marché (moins en 2021 qu'en 2014 mais assez peu en fait), on comprend que la plupart des pays industrialisés ferment les yeux sur certaines carences ou failles dans le respect du droit humain lorsqu'il s'agit de cette région ou encore attisent la haine des uns à l'égard des autres afin de les déstabiliser. Il ne faut pas réduire l'analyse à cette seule dimension (l'énergie), mais il faut convenir qu'avec en moyenne 80% de dépendance énergétique à l'égard des fossiles et un peu moins de 40% à l'égard du pétrole, il serait mal avisé de se les mettre tous à dos. La progression des ENR est nettement insuffisante pour compenser un éventuel cartel de cette région du globe. La **sécurité énergétique** dicte donc, du moins en partie, plusieurs comportements internationaux.

Si vous en avez le temps, comparez ces données de Wiki avec celle de l'un des rapports publiés par BP annuellement pour l'année 2014. Elles sont en général publiés dans des tableaux disponibles en format Excel.

Question 2 : On suppose maintenant que ces réserves s'élèvent à 797 Gbl et qu'il est possible d'extraire et de produire 90% des réserves. Dans le cas où les pays du golfe Persique obtiendraient le monopole mondial d'extraction et de production de pétrole, quel serait le temps nécessaire (en année) pour épuiser ces ressources ? Pour répondre à cette question, on suppose que la consommation mondiale annuelle de pétrole est de 4662 Mtep.

Une tonne de pétrole brut contient environ 7,33¹ barils (BP Stats Review, dernière page). Le total des réserves de pétrole dans les pays du golfe Persique s'élève donc à :

$$\frac{797\,000\text{ Mb}}{7,33\text{b/Tep}} = 108\,731\text{ Mtep}$$

¹ En fait, il n'y a pas 7,33 bl par tonne car ce ratio dépend de la densité moyenne du pétrole exploité une année donnée. Si vous divisez les données mondiales BP en milliers de barils par jour x 365 jours /an x 1 mega/1000 kilo par les données mondiales BP en Mtonnes vous trouverez pour les 20 années que couvre le rapport une valeur différente. Si vous refaites l'exercice, pour un pays en particulier, plutôt que pour le monde entier, vous verrez que les pétroles produits par différents pays sont tous différents. Ce qui démontre que bine que le pétrole soit honni par certains, il s'agit d'une substance entièrement naturelle.

Il faut maintenant prendre en compte le facteur d'extraction et de production du pétrole pour déterminer la quantité récupérable :

$$108\,731 * 0,9 = 97\,858 \text{ Mtep}$$

Sachant que la consommation annuelle mondiale de pétrole est de 4662 Mtep, cette réserve serait épuisée après :

$$\frac{97858 \text{ Mtep}}{4662 \text{ Mtep/an}} = 21 \text{ ans}$$

Considérez le rapport BP Stats review of world energy (M5) à la page où l'on traite des « Reserves-to-production (R/P) ratio » et vous verrez que celui (le ratio) du monde oscille autour de 45 ans depuis environ 30 ans. Il est donc normal que des réserves qui représente environ 50% de la réserve mondiale, durent environ la moitié du temps.

Question 3 : On suppose maintenant que le monopole n'existe plus et que chaque pays producteur est libre d'exporter son pétrole. On admet également que la quantité de pétrole disponible en 2021 est celle présentée dans le tableau 1 et que ces réserves sont exploitables à 90%. Si l'on suppose que les volumes d'hydrocarbures conventionnels découverts en 2021 sont de 11,6 milliards de barils équivalent pétrole et que ce volume découvert diminue de 5% chaque année, dans combien de temps (en année) les réserves mondiales de pétrole seront épuisées ? Pour répondre à cette question, on suppose toujours que la consommation mondiale annuelle de pétrole est de 4662 Mtep et on la suppose constante chaque année.

La découverte de nouveaux gisements de pétrole décroît chaque année de 5%. On peut donc mathématiquement représenter cette décroissance par une suite géométrique de raison 0,95.

Le terme initial de cette suite est la découverte de nouveaux gisements lors de l'année 2021 (année 0 de la simulation).

Il est toutefois nécessaire de convertir le stock disponible en tonnes de pétrole (7,33 barils dans une tonne de pétrole). Ainsi, les nouveaux gisements découverts lors de l'année 2021 (année 0 de la simulation) sont de :

$$\frac{11600}{7.33} = 1\,583 \text{ Mtep}$$

La suite géométrique doit également prendre en compte le facteur d'extraction pour ainsi déterminer ce qu'on peut réellement extraire.

La loi mathématique permettant de calculer la nouvelle quantité de pétrole découverte lors de l'année "n" est donc :

$$U_n = 0,9 * 1\,583 * (0,95)^n \text{ Mtep}$$
$$U_0 = 0,9 * 1\,583 = 1\,425 \text{ Mtep}$$

L'objectif est ensuite de déterminer le moment où le stock restant de pétrole ne sera plus suffisant pour répondre à la demande mondiale. Pour cela, il faut déterminer le stock présent en 2021 (année 0 de la simulation). On opère comme pour la question 2 mais avec la totalité du stock mondial :

$$\frac{1\,493\,000}{7.33} * 0,9 = 183\,315 \text{ Mtep}$$

On fait ensuite une itération sur Excel (page suivante), ou autres logiciels de calcul, pour déterminer lors de quelle année le stock de pétrole passera en négatif. C'est lors de cette année que les ressources de pétroles seraient théoriquement épuisées.

Ainsi, en suivant les hypothèses de l'énoncé, il devrait ne plus y avoir de pétrole pour assouvir les besoins mondiaux d'ici 44 ans, c'est-à-dire en 2065. Ce qui se rapproche des prédictions présentées par BP.

Ce résultat est bien entendu à prendre avec recul car les hypothèses de l'énoncé (taux constant de décroissance des découvertes et taux constant de consommation) peuvent ne pas correspondre exactement à la réalité. LE taux de consommation devrait d'abord continuer à croître pendant 5 ans puis fléchir. La décroissance de la consommation de pétrole sera, entre autres choses, tributaire du taux de décroissance des découvertes.

Il faut donc que l'humanité se mette plus sérieusement à la tâche de restreindre sa consommation d'énergie issue du pétrole car des perturbations majeures sont à prévoir bien avant 2065 (année où la vaste majorité des étudiants des cours en énergie de l'ÉTS seront encore vivants).

		$Stock_{initiale} = Stock_{fin,annee,precedente}$	$Recharges_{pannees}(t) = 0,9 + 1,583 \cdot (0,95)^t$ (Mtep)	$Stock_{annee} = Stock_{initiale} + Recharges_{pannees}$	$Stock_{fin,annee} = Stock_{annee} - 4\,662$
Année civile	Année simulation	Stock initial (Mtep)	Nouveaux gisements (Mtep)	Stock après ajout des nouveaux gisements (Mtep)	Stock à la fin de l'année (Mtep)
2021	0	183315	1425	184740	180078
2022	1	180078	1353	181431	176769
2023	2	176769	1286	178055	173393
2024	3	173393	1222	174614	169952
2025	4	169952	1160	171113	166451
2026	5	166451	1102	167553	162891
2027	6	162891	1047	163939	159277
2028	7	159277	995	160271	155609
2029	8	155609	945	156555	151893
2030	9	151893	898	152791	148129
2031	10	148129	853	148982	144320
2032	11	144320	810	145130	140468
2033	12	140468	770	141238	136576
2034	13	136576	731	137307	132645
2035	14	132645	695	133340	128678
2036	15	128678	660	129338	124676
2037	16	124676	627	125303	120641
2038	17	120641	596	121237	116575
2039	18	116575	566	117141	112479
2040	19	112479	538	113016	108354
2041	20	108354	511	108865	104203
2042	21	104203	485	104688	100026
2043	22	100026	461	100487	95825
2044	23	95825	438	96263	91601
2045	24	91601	416	92017	87355
2046	25	87355	395	87750	83088
2047	26	83088	375	83464	78802
2048	27	78802	357	79158	74496
2049	28	74496	339	74835	70173
2050	29	70173	322	70495	65833
2051	30	65833	306	66139	61477
2052	31	61477	291	61767	57105
2053	32	57105	276	57381	52719
2054	33	52719	262	52982	48320
2055	34	48320	249	48569	43907
2056	35	43907	237	44143	39481
2057	36	39481	225	39706	35044
2058	37	35044	214	35258	30596
2059	38	30596	203	30798	26136
2060	39	26136	193	26329	21667
2061	40	21667	183	21850	17188
2062	41	17188	174	17362	12700
2063	42	12700	165	12865	8203
2064	43	8203	157	8360	3698
2065	44	3698	149	3848	-814
2066	45	-814	142	-673	-5335
2067	46	-5335	135	-5200	-9862
2068	47	-9862	128	-9734	-14396
2069	48	-14396	121	-14275	-18937
2070	49	-18937	115	-18821	-23483
2071	50	-23483	110	-23374	-28036