CHAUFFER AU MAZOUT
L'énergie raffinée

Bienvenus à la réunion
Puidoux-Village, 5 novembre 2021

Martin Stucky
Responsable technique et communication
Suisse romande
Avenergy Suisse
www.avenergy.ch

Paul-André Kilchenmann
Conseiller Technique
Centre Information Mazout
www.mazout.ch

CHAUFFER AU MAZOUT

L'énergie raffinée

CHAUFFER AU MAZOUT
L'énergie raffinée

La charte des membres E3:

Ecube réunit les compétences de spécialistes des techniques du bâtiment et de l'énergie, dans le but de satisfaire les besoins des clients. Les membres Ecube se réunissent, entre gens qui s'estiment et se connaissent depuis longtemps, pour résoudre des problèmes qui englobent la construction et les installations, dans une approche globale et portant une attention particulière aux aspects de confort et de la pathologie des bâtiments.
Ecube, c'est un esprit !
E3 = Energie à la puissance 3 soit , Efficacité, Economie, Entente

CHAUFFER AU MAZOUT
L'énergie raffinée

Nos crédos:

«Economisions l'énergie»

«Utilisons toutes les énergies à bon escient»

«Laissons aux propriétaires le libre choix de l'énergie»

Quel avenir pour le mazout?

Réponse:
Aucun avenir!...
… car, dans la tête d'un grand nombre de décideurs politiques en Suisse en général, et dans le Canton de VD en particulier, il n'existe déjà plus…

Table des matières

- La branche pétrolière: Avenergy Suisse: qui sommes-nous?
- Marché de l'énergie dans le Monde et en Suisse
- Les réserves dans le Monde et en Suisse
- Passage du Mazout qualité Euro -> Eco au 1.6.2023
- Protection de l'air -> CO_2: La Suisse et le Monde
- MoPEC, CECB et Solutions Standard
- Bio-Mazout: Situation actuelle et le futur
- Le pétrole: composition et raffinage
- Sécurité d'approvisionnement: un sujet 'brûlant'
- Combien coute l'énergie en Suisse: cts/kW/h
- Le mazout: une énergie compacte et stockable
- Conclusions

CHAUFFER AU MAZOUT

L'énergie raffinée

Les membres d'Avenergy Suisse

Les acteurs du marché pétrolier

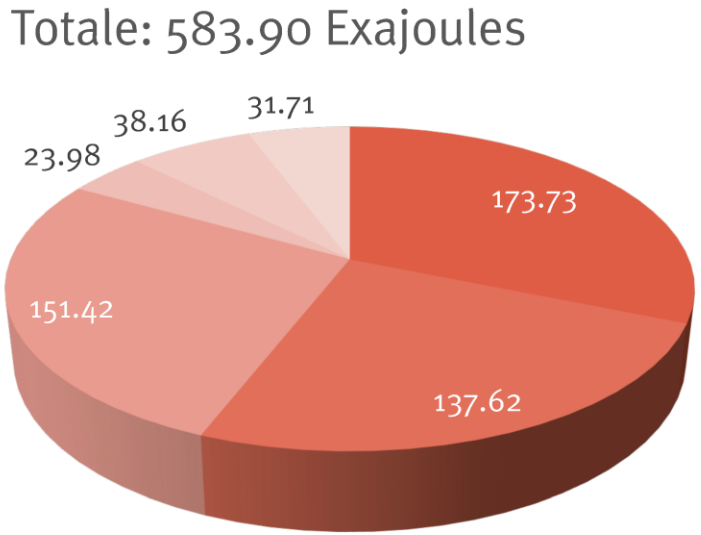
CHAUFFER AU MAZOUT
L'énergie raffinée

Marché de l'énergie et du chauffage

- Consommation mondiale de l'énergie en 2020
- Comparaison consommation CH 1980 et 2020
- Evolution de la consommation finale 1980 – 2020
- Evolution consommation énergie maisons
- Consommation finale des maisons en 2020
- Evolution de la population, des véhicules et de la consommation des carburants entre 2000 et 2020

CHAUFFER AU MAZOUT
L'énergie raffinée

Consommation mondiale de l'énergie 2020

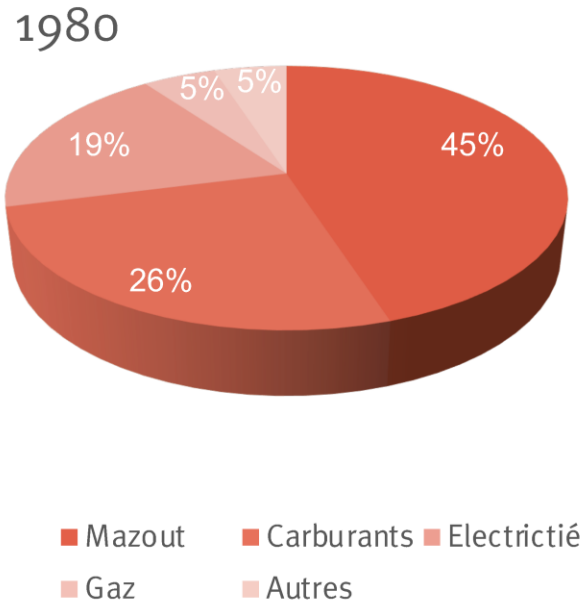


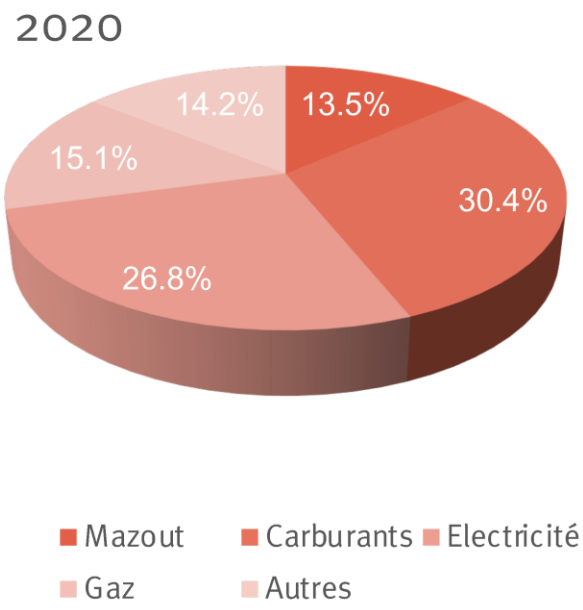
83% de l'énergie consommée provient de source fossile!

Source: BP Statistical Review of World Energy 2021, p. 11

CHAUFFER AU MAZOUT
L'énergie raffinée

Comparaison consommation CH 1980 et 2020





Source: OFEN – Statistique globale 2020 / p.2, Tab. 1

CHAUFFER AU MAZOUT
L'énergie raffinée

Evolution de la consommation finale 1980 – 2020

Tab. 14 Entwicklung des Endverbrauchs in TJ
Evolution de la consommation finale en TJ

Jahr	Erdölprodukte			Elektrizität	Gas	Kohle	Holzenergie[1]	Fernwärme[2]
	Brennstoffe	Treibstoffe	Total					
Année	Produits pétroliers			Electricité	Gaz	Charbon	Energie du bois[1]	Chaleur à distance[2]
	Combustibles	Carburants	Total					
1950	23 670	19 070	42 740	31 780	3 770	67 690	21 720	–
1960	95 300	55 310	150 610	57 210	4 120	68 080	14 520	–
1970	316 510	138 060	454 570	90 310	6 620	24 440	10 110	–
1980	310 660	178 820	489 480	126 910	30 370	13 630	26 280	7 920
1990	243 600	253 220	496 810	167 680	63 640	14 360	28 650	10 420
1991	261 650	258 940	520 590	171 310	71 450	12 540	31 580	12 090
1992	257 870	265 890	523 760	172 320	75 360	8 660	30 620	11 970
1993	245 520	253 490	499 0	170 060	79 320	7 280	30 720	11 310
1	228 480	257 470	485	168 830	78 060	350	28 680	11 280
	237 680	256 360	49	172 380	86 000	20	30 650	11 970
	243 540	259 080	0	175 290	92 320	0	33 670	12 480
	228 100	268 890	0	175 000	88 550		29 620	12 980
	239 750			178 630	91 550			13 250
	227 680			184 370	92 840			13 210
	208 430			188 540	93 160			13 180
2001	226 750	285 870	512 620	193 500	97 020	6 030	29 910	13 900
2002	208 240	279 810	488 050	194 500	94 860	5 560	28 700	14 020
	218 430			198 440	99 980			14 590
	215 460			202 220	103 430			14 770
	215 720			206 390	106 460			15 240
	207 680	281 300	0	208 020	104 420		32 610	15 720
	180 730	289 330	0	206 760	102 180	0	31 730	14 670
	188 230	298 420	0	211 420	108 880	0	35 910	15 260
	182 080	293 450	0	206 980	104 530	90	37 170	15 120
	190 410	295 080	48	215 230	115 940	210	40 940	17 030
	150 850	296 590	447	210 960	104 210	740	35 620	15 660
	161 130	299 850	460	212 300	114 320	170	39 450	16 650
	168 460	299 770	468	213 560	120 750	570	43 470	17 620
	127 550	298 260	425	206 880	107 080	700	36 720	16 030
2015	133 890	290 530	424	209 690	112 900	210	39 120	18 170
2016	136 350	291 820	428 170	209 660	117 210	790	42 280	19 350
2017	127 930	290 100	418 020	210 540	118 890	610	42 660	19 810
2018	115 630	294 300	409 930	207 530	112 280	290	40 370	19 380
2019	112 310	294 360	406 670	205 910	115 190	810	40 920	21 550
2020	101 110	226 720	327 830	200 570	112 860	660	39 480	21 070

moins

plus

plus

67.45%

58.04%

271.62%

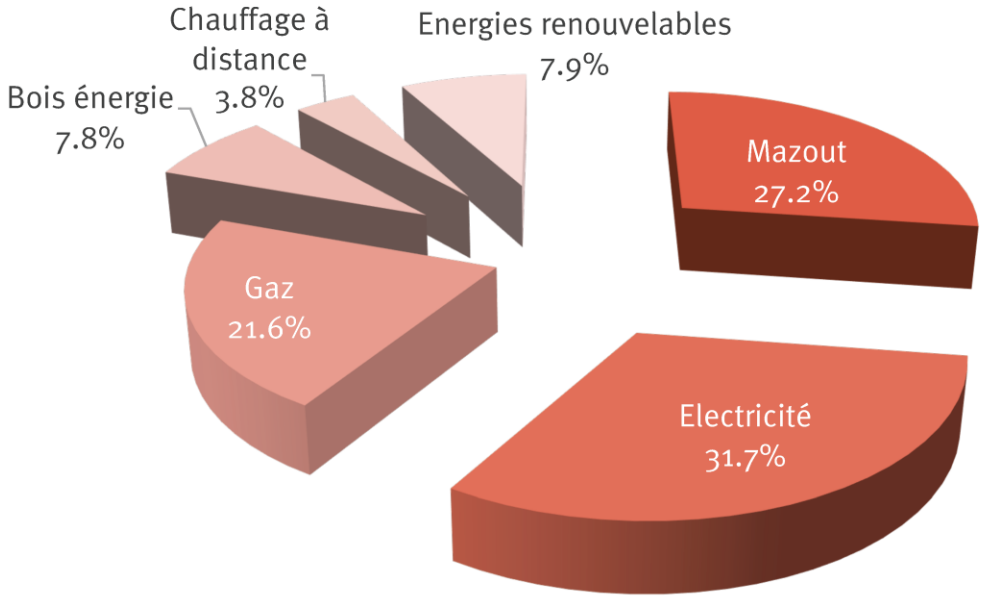
Statistique global suisse de l'énergie 2020, p. 21, Tab. 14
https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/statistik-und-geodaten/energiestatistiken/gesamtenergiestatistik.html

Evolution consommation énergie maisons [en %]

Anée	Mazout	Electrictié	Gaz	Bois énergie	CàD	Autres
2010	42.1	25.2	18.2	8.1	2.6	3.7
2011	38.5	28.5	18.1	7.8	2.6	4.3
2012	38.5	27.0	19.3	7.9	2.6	4.6
2013	38.4	26.0	19.7	8.2	2.8	4.9
2014	34.3	30.0	19.4	7.7	3.0	5.5
2015	34.1	29.0	19.9	7.9	3.2	5.8
2016	33.8	28.5	20.3	8.1	3.1	6.1
2017	32.2	29.3	20.5	8.2	3.3	6.5
2018	30.4	30.7	20.6	8.1	3.4	6.8
2019	29.4	30.3	21.0	8.0	3.8	7.3
2020	27.2	31.7	21.6	7.8	3.8	7.9

Source: OFEN – Statistique globale 2020 / p.27, Tab. 17a

Consommation finale maisons en 2020



Source: OFEN – Statistique globale 2020 / p.27, Tab. 17a

Evolution de la population, des véhicules et de la consommation des carburants entre 2000 et 2020

+ 1.5 Millons Personnes

Année	Population	Véhicules
2000	7.2 Millions	4.6 Millions
2020	8.7 Millions	6.2 Millions

+ 1.6 Millions véhicules

Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2019
Statistique global suisse de l'énergie 2019

https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr.assetdetail.11407548.html
https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bevoelkerung/stand-entwicklung/bevoelkerung.html

Tab. 14 Entwicklung des Endverbrauchs in TJ
Evolution de la consommation finale en TJ

Jahr	Erdölprodukte			Elektrizität	Gas	Kohle	Holzenergie[1]	Fernwärme[2]
	Brennstoffe	Treibstoffe	Total					
Année	Produits pétroliers			Electricité	Gaz	Charbon	Energie du bois[1]	Chaleur à distance[2]
	Combustibles	Carburants	Total					
1950	23670	19070	42740	31780	3770	67690	21720	–
1960	95300	55310	150610	57210	4120	68080	14520	–
1970	316510	138060	454570	90310	6620	24440	10110	–
1980	310660	178820	489480	126910	30370	13630	26280	7920
1990	243600	253220	496810	167680	63640	14360	28650	10420
1991	261650	258940	520590	171310	71450	12540	31580	12090
1992	257870	265890	523760	172320	75360	8660	30620	11970
1993	245520	253490	499000	170060	79320	7280	30720	11310
1994	228480	257470	485950	168830	78060	7350	28680	11280
1995	237680	256360	494040	172380	86000	7920	30650	11970
1996	243540	259080	502620	175290	92320	5960	33670	12480
1997	228100	268890	496990	175000	88550	4590	29620	12980
1998	239750	274460	514210	178630	91550	3810	30150	13250
1999	227680	286920	514600	184370	92840	3960	29810	13210
2000	208430	293370	501800	188540	93160	5770	28130	13180
2001	226750	285870	512620	193500	97020	6030	29910	13900
2002	208240	279810	488050	194500	94860	5560	28700	14020
2003	218430	276640	495070	198440	99980	5710	30750	14590
2004	215460	275420	490880	202220	103430	5420	30590	14770
2005	215720	277500	493210	206390	106460	6040	31900	15240
2006	207680	281300	488980	208020	104420	6520	32610	15720
2007	180730	289330	470060	206760	102180	7300	31730	14670
2008	188230	298420	486650	211420	108880	6560	35910	15260
2009	182080	293450	475530	206980	104530	6190	37170	15120
2010	190410	295080	485480	215230	115940	6210	40940	17030
2011	150850	296590	447440	210960	104210	5740	35620	15660
2012	161130	299850	460980	212300	114320	5170	39450	16650
2013	168460	299770	468230	213560	120750	5570	43470	17620
2014	127550	298260	425810	206880	107080	5700	36720	16030
2015	133890	290530	424420	209690	112900	5210	39120	18170
2016	136350	291820	428170	209660	117210	4790	42280	19350
2017	127930	290100	418020	210540	118890	4610	42660	19810
2018	115630	294300	409930	207530	112280	4290	40370	19380
2019	112310	294360	406670	205910	115190	3810	40920	21550
2020	101110	226720	327830	200570	112860	3660	39480	21070

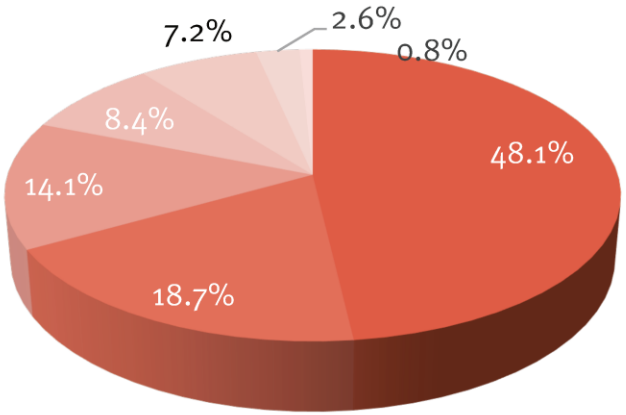
CHAUFFER AU MAZOUT

L'énergie raffinée

Les réserves en Suisse et dans le Monde

CHAUFFER AU MAZOUT
L'énergie raffinée

Réserves mondiales: pour des générations!



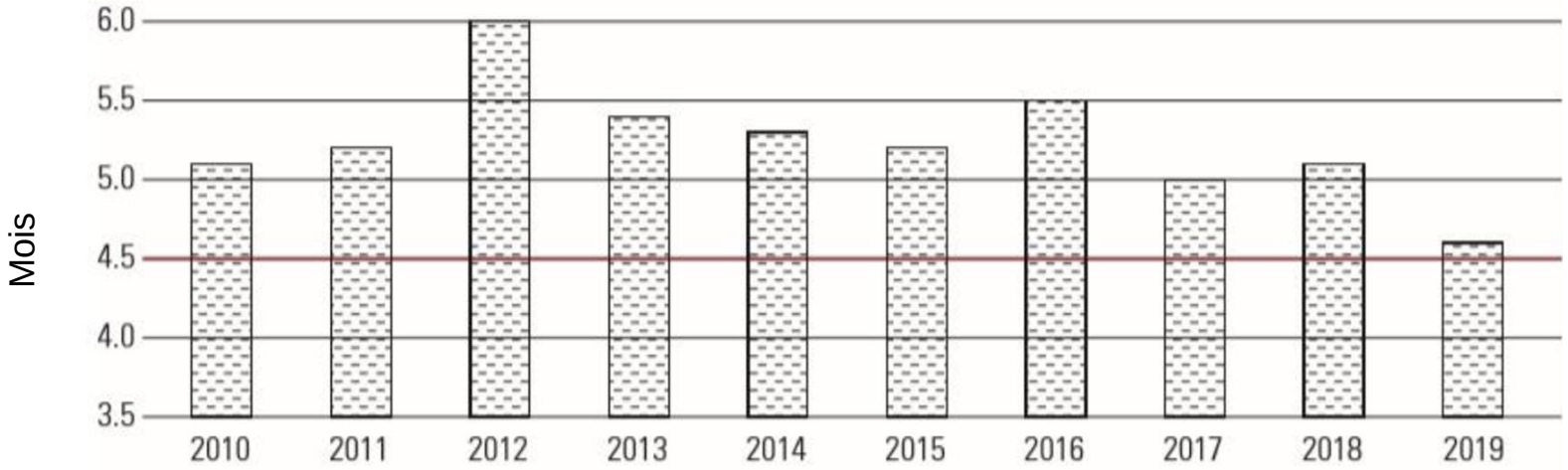
- Asie Sud-Est - 112.9 Mrd.t
- Amérique du Sud – 50.9 Mrd.t
- Amérique du Nord – 36.3 Mrd.t
- Russie – 19.8 Mrd.t
- Afrique – 16.6 Mrd.t
- Asie / Pacific – 6.1 Mrd.t
- Europe – 1.9 Mrd.t

Source: BP Statistical Review 2020

CHAUFFER AU MAZOUT
L'énergie raffinée

Réserves de mazout en Suisse

Stocks obligatoires CARBURA



— Couverture nominale des besoins selon les instructions du DEFR

Source: Carbura - Rapport annuel 2018

CHAUFFER AU MAZOUT
L'énergie raffinée

Réserves de mazout en Suisse

Stocks dans les maisons: 7.8 mois

CHAUFFER AU MAZOUT
L'énergie raffinée

20 minutes
Lausanne
LUNDI
18 OCTOBRE 2021
8 °C / 15 °C

La Suisse menacée d'un black-out total

BERNE Une facture de 3 à 4 milliards par jour. C'est ce que pourrait coûter au pays une panne générale d'électricité. Un scénario catastrophe? Même pas: l'échec de l'accord-cadre avec Bruxelles met en péril notre approvisionnement de courant et la pénurie pourrait mener à un black-out général en 2025. La Confédération a élaboré des pistes pour y faire face. Le public serait appelé à réduire sa consommation. Les entreprises aussi. Berne a envoyé une brochure à des milliers de sociétés, les avertissant que des quotas pourraient leur être imposés. **PAGE 3**

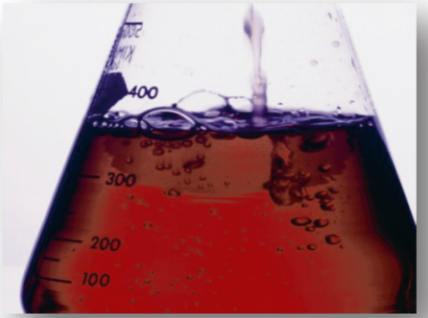
CHAUFFER AU MAZOUT
L'énergie raffinée

Mazout qualité Euro –› Eco;
Passage obligatoire au 1er juin 2023

Aujourd'hui: deux qualités normalisées en Suisse

Caractéristiques		Qualité de mazout	
		Mazout pauvre en soufre	Qualité Euro (qualité standard)
Densité à 15 °C	kg/m³	820–860	820–860
Point de trouble (CFPP)	°C	1–3	1–3
Limite de filtrabilité			
– à CFPP = 3 °C	max. °C	–12	–12
– à CFPP = 2 °C	max. °C	–11	–11
– à CFPP ≤ 1 °C	max. °C	–10	–10
Résidu de coke	degré max.	0,05	0,05
Teneur en soufre	max. mg/kg	50	1000
	degré max. %	0,005	0,1
Teneur en azote	max. mg/kg	100	**
Pouvoir calorifique supérieur	min. MJ/kg	45,7	45,7

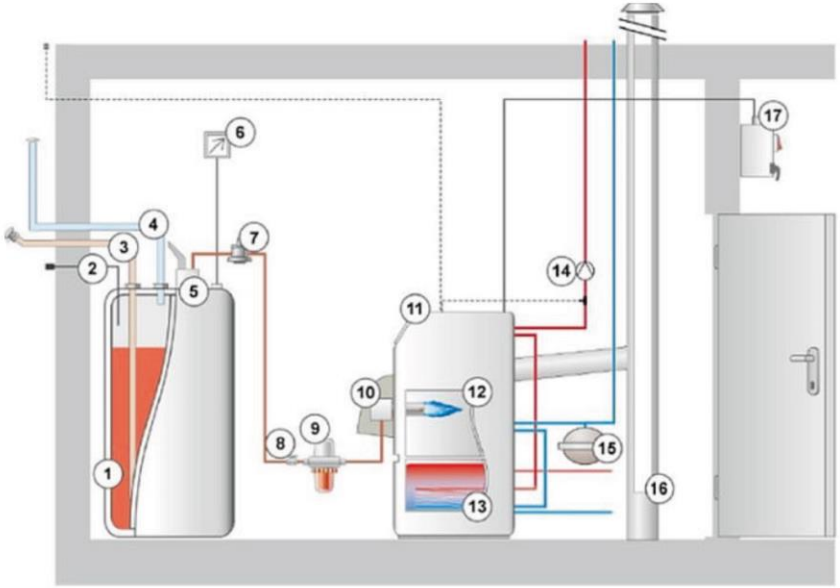
Extrait de la feuille standard SN 181 160-2/2013
** Pas de teneur maximale en azote en qualité Euro



Le cadre légal: l'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair) 2018:

Dès le 1er juin 2023, l'huile de chauffage extra-légère Eco (= mazout pauvre en soufre) deviendra la qualité standard pour toutes les installations ayant une puissance inférieure à 5 MW.

Passage de l'Euro à l'Eco
Comment? Recommandations



A) Mandater une entreprise spécialisée
B) Reprise du solde mazout Euro
Attention: Evitez de mélanger!

C) «Nettoyage» de la citerne (No 1)
D) Rinçage / changement de la conduite d'alimentation
E) Changer filtre devant brûleur (No 9)
F) Changer la canne d'aspiration dans la citerne

CHAUFFER AU MAZOUT
L'énergie raffinée

Passage de l'Euro à l'Eco

Dans la réalité de tous les jours…

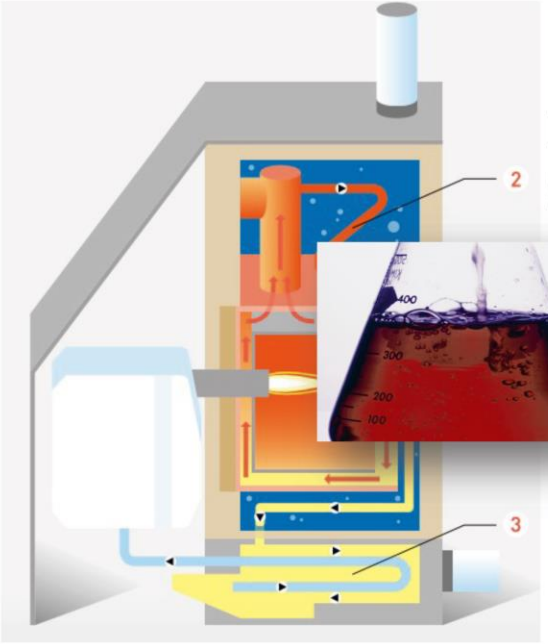
08h00	10h00	15h00	18h00
Pompage du solde	Nettoyage (révision) de la citerne	Livraison du Mazout Eco, pauvre en soufre	Mise en service de la chaudière

CHAUFFER AU MAZOUT
L'énergie raffinée

Conclusion;
Au 1er juin 2023, le 100% des citernes en Suisse contiennent 100% de mazout qualité Eco!

CHAUFFER AU MAZOUT
L'énergie raffinée

Le système est TOP!
Le combustible évolue...



Du mazout Euro
Mazout Eco

Bio-Mazout
Mazout synthétique

Gardez votre chauffage au mazout!

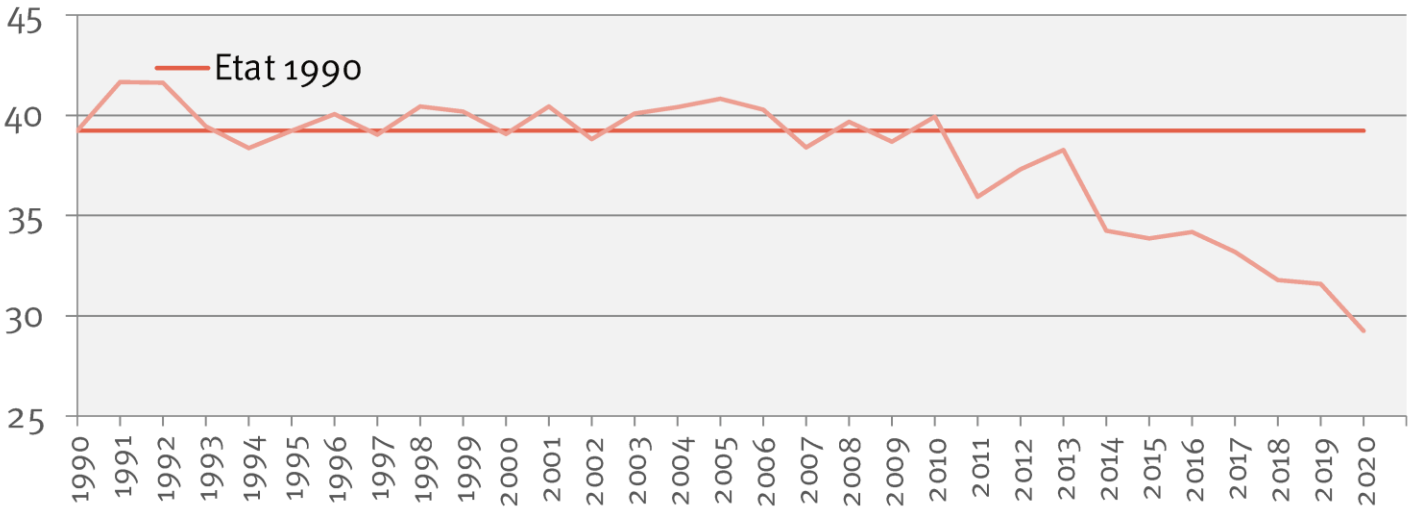
CHAUFFER AU MAZOUT
L'énergie raffinée

La protection de l'air, un souci permanent
Le CO_2: les vrais chiffres

CHAUFFER AU MAZOUT
L'énergie raffinée

Evolution des émissions de CO_2 pour carburants & combustibles en Suisse

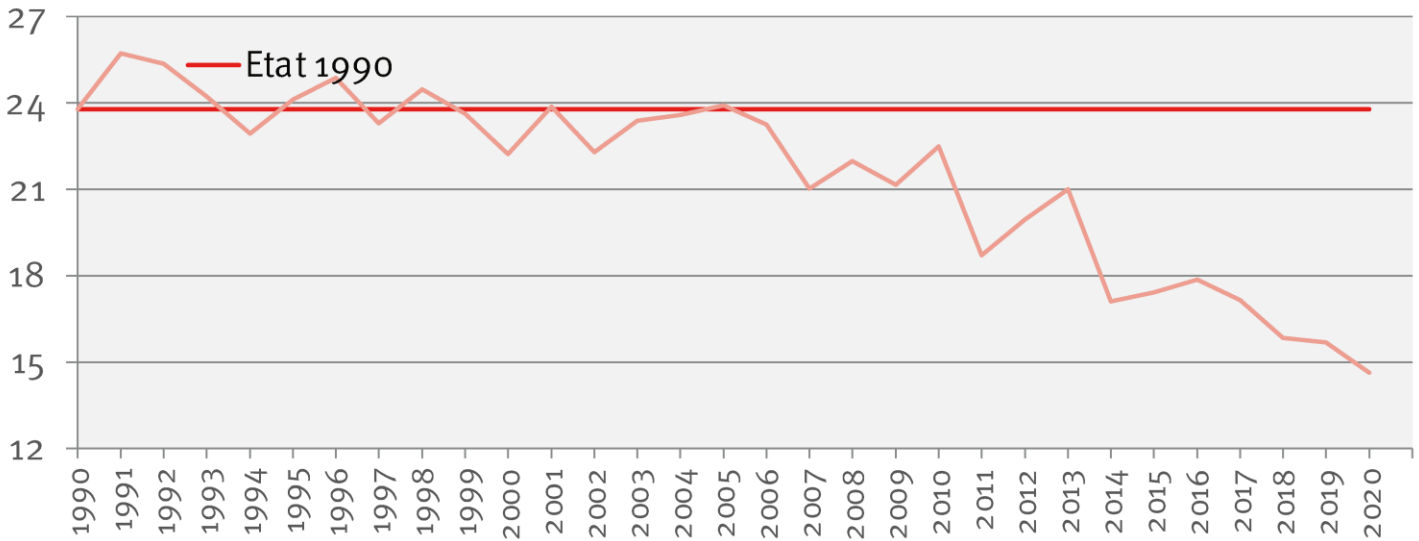
En mio. de Tonnes



Source: OFS (Emissions selon la Loi sur le CO_2)

Evolution Emissions CO_2 Combustibles

en Mio. Tonnes



Source: OFS (Emissions selon la loi sur le CO_2

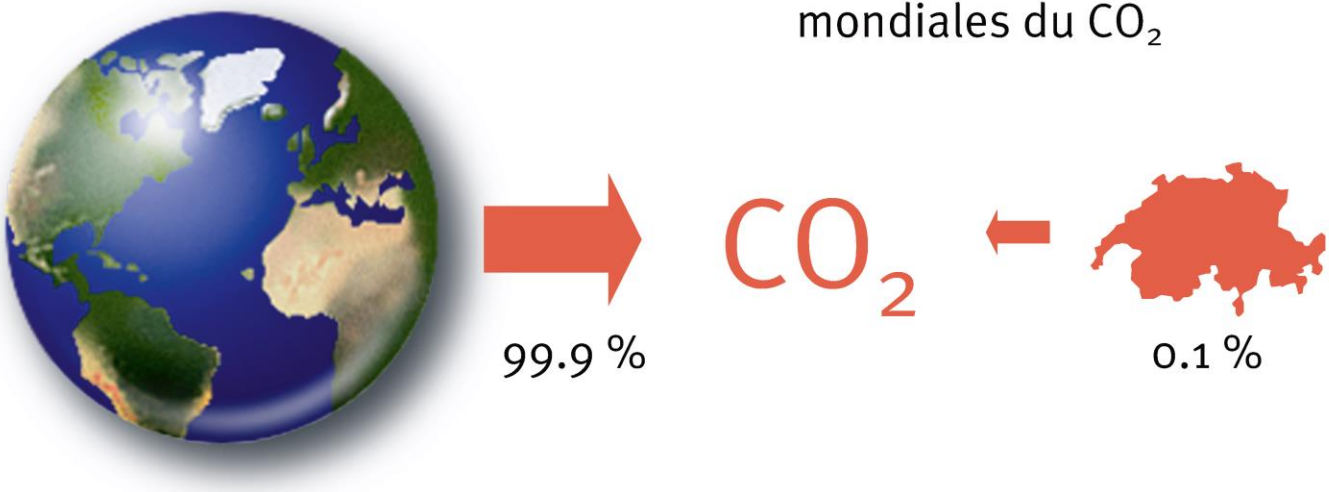
CHAUFFER AU MAZOUT

L'énergie raffinée

Grace à la nouvelle génération des chaudières à mazout moderne la chaudière à condensation on économise jusqu'à 30% de mazout = moins 30% de CO_2

CHAUFFER AU MAZOUT
L'énergie raffinée

Emissions du CO_2 de la Suisse



CHAUFFER AU MAZOUT
L'énergie raffinée

MoPEC:
Modèle de Prescriptions Energétiques des Cantons

CHAUFFER AU MAZOUT
L'énergie raffinée

Remplacement ancienne installation par un chauffage au mazout nouvelle génération: Situation en Romandie:

Pas de CECB à ce jour!
Remplacement sans frais supplémentaires

CECB obligatoire: Sans frais supplémentaires

Résultat CECB: A, B, C: remplacement sans frais supplémentaires
Résultat CEBD: D, E, F, G: 20% Renouvelable

Résultat CECB: A, B, C, D: remplacement sans frais supplémentaires
Résultat CEBD: E, F, G: 10% Renouvelable

CHAUFFER AU MAZOUT

L'énergie raffinée

Le chauffage au mazout nouvelle génération & énergies renouvelables;

LA combinaison gagnante pour économiser de l'argent et pour protéger l'environnement selon les Solutions Standard (MoPEC)!

MoPEC: les *S*olutions *S*tandard

Isolé	Non isolé	Isolé	Non isolé		
				CECB Classe D* env. CHF 500.–	
				Remplacement de la chaudière sans autres exigences	

Solutions standards simples et peu coûteuses (SS) selon MoPEC:

SS 1	Collecteurs solaires pour la production d'eau chaude	env. CHF 15'000.–
SS 7	Pompe à chaleur de production d'eau chaude avec photovoltaïque	env. CHF 15'000.–

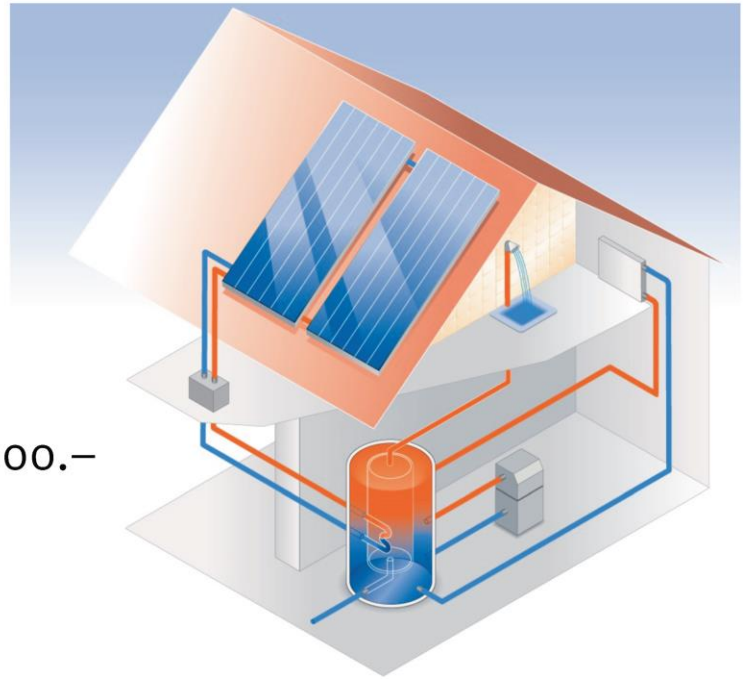
Si SS 1 et SS 7 ne sont pas possibles, demandez conseil:

SS 6	Couplage chaleur-force	env. CHF 40'000.–
SS 8	Remplacement des fenêtres	env. CHF 20'000.–
SS 9	Isolation thermique des façades et /ou du toit/des combles	≥ env. CHF 40'000.–
SS 10	Chauffage bivalent (formule hybride)	env. CHF 15'000.–
SS 11	Ventilation domestique contrôlée	env. CHF 20'000.–

*Le certificat énergétique cantonal des bâtiments (CECB, www.cecb.ch) est une étiquette énergie standardisée. Il permet une comparaison avec d'autres bâtiments et fournit des informations sur les mesures d'amélioration énergétique. Les bâtiments construits en 1990 ou plus récemment, de même que les bâtiments anciens complètement isolés, atteignent la classe D lors d'une expertise CECB. Cela signifie que les chaudières à mazout peuvent être remplacées sans autres exigences. Le coût d'une expertise CECB s'élève à env. 500 CHF pour une maison individuelle.

Solution Standard 1

Collecteur solaire pour l'eau chaude



- Chaudière environ 18'000.–
- Solaire thermique environ 15'000.–

Total environ 33'000.–

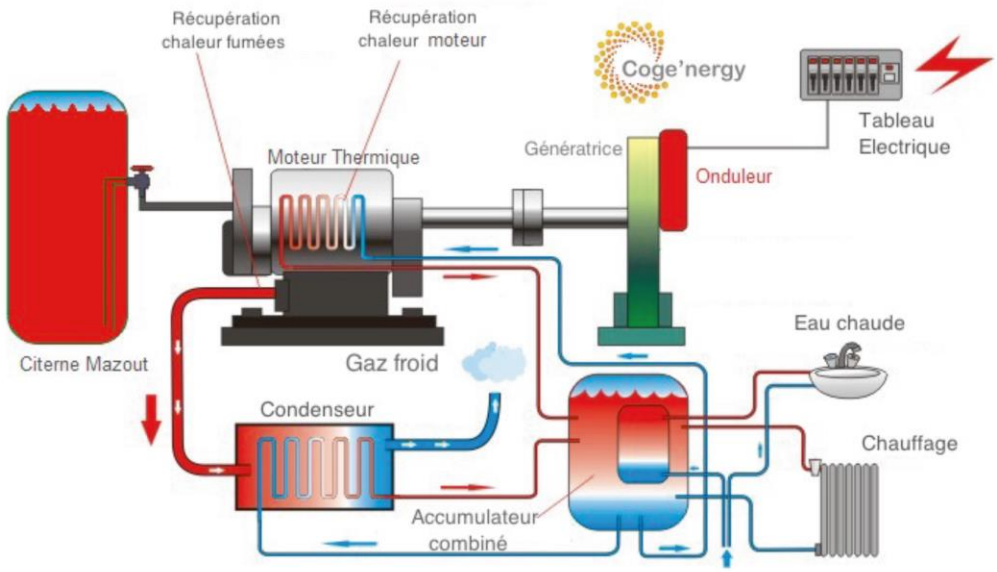
Solution Standard 6

Couplage chaleur-force

3 en 1 – Production pour

- Eau chaude
- Chauffage (9–12 kW)
- Electricité (3–5 kW)

Total environ 40'000.–



Solution Standard 7

Pompe à chaleur de production d'eau chaude avec photovoltaïque

- Chaudière environ 18'000.–
- Boiler PAC environ 5'000.–
- Installation solaire photovoltaïques environ 15'000.–

Total environ 38'000.–

Solution Standard 8

Remplacement de toutes les fenêtres

- Chaudière environ 18'000.–
- Fenêtres environ 20'000.–

Total environ 38'000.–

Solution Standard 10

Solution bivalente (hybride)

Total environ 38'000.–

Recours aux combustibles renouvelables sous forme de liquides

- Une autre solution qui se développe actuellement
- Laissons la technique évoluer
- Gardons un œil sur les possibilités futures!

Obligation de compensation des importateurs de produits pétroliers

Sur le plan mondial

- 1997 : Protocole de Kyoto (entré en vigueur en 2005)
- 2015 : Accord de Paris, objectif réchauffement global < 2°

En Suisse

- 2011 : Loi sur le CO_2
- Obligation de compensation pour les importateurs de produits pétroliers

- Fondation KliK
- Programme biocarburants Suisse
- Programme combustibles liquides renouvelables Suisse

Programme combustible KliK
de quoi s'agit-il ?

Utilisation de Biomazout (EMAG, HEFA)

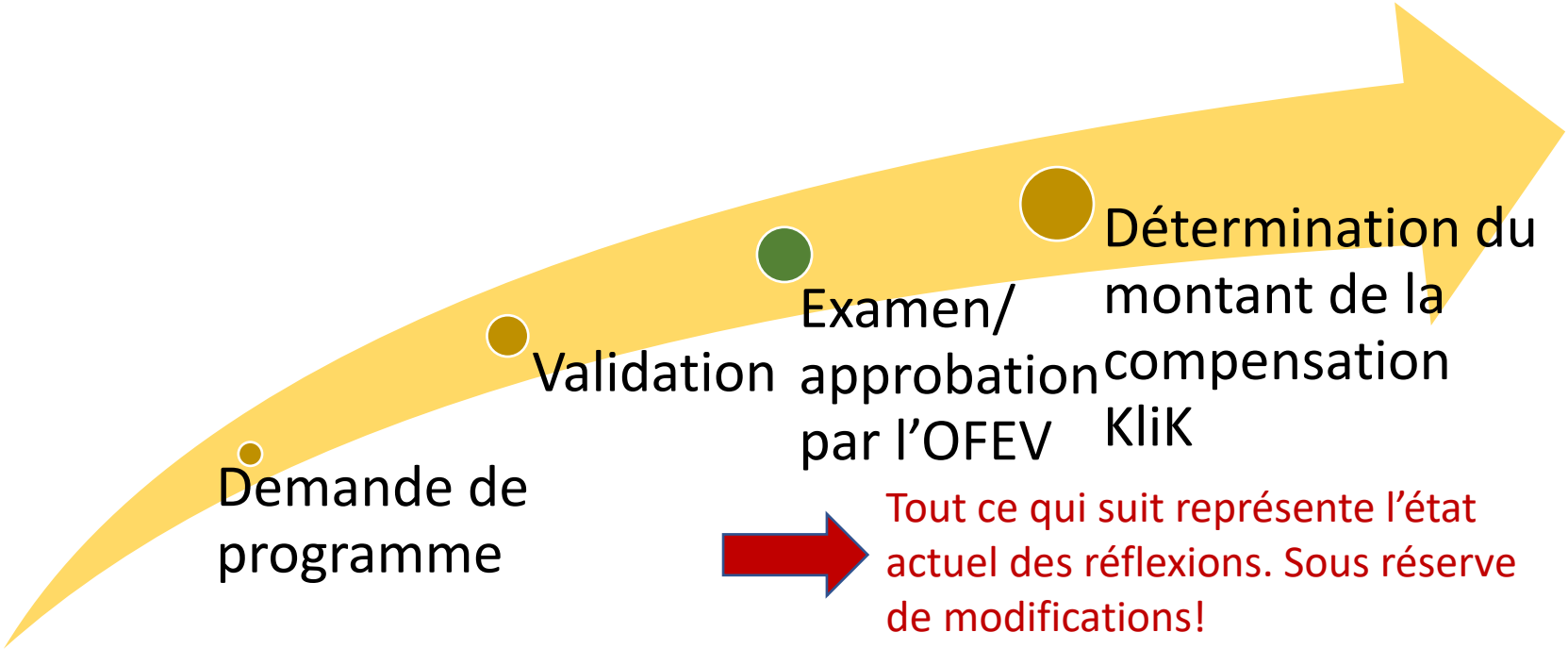
↓

Réduction des émissions de CO_2

↓

La fondation KliK rémunère la réduction de CO_2

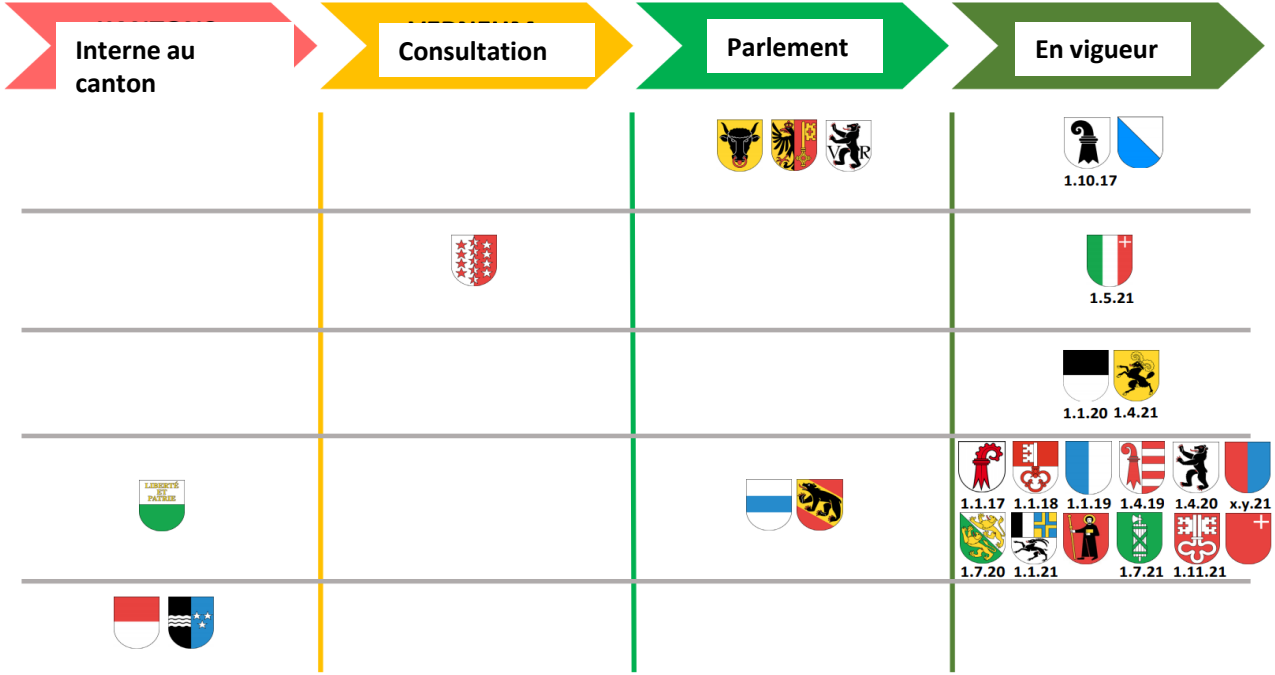
Programme combustible KliK
Où en sommes-nous ?



Tout ce qui suit représente l'état actuel des réflexions. Sous réserve de modifications!

Aperçu MoPEC

Exigences lors du remplacement de la chaudière



Obligation d'énergies renouvelables pour tous les bâtiments Exception : 20 %

Obligation d'énergies renouvelables pour les bâtiments d'habitation Exception : 20 %

20 % de chaleur renouvelable uniquement pour les bâtiments d'habitation

10 % de chaleur renouvelable uniquement pour les bâtiments d'habitation

Aucune réglementation

Aperçu MoPEC

- Canton FR

Loi sur l'énergie (LEn)

du 09.06.2000 (version entrée en vigueur le 01.01.2020)

Le Grand Conseil du canton de Fribourg

Art. 11b Apport minimal d'énergie renouvelable pour les besoins en chaleur et en électricité des bâtiments

[1] Les bâtiments à construire et les extensions (surélévations, annexes, etc.) doivent être érigés et équipés de sorte que les énergies non renouvelables ne couvrent pas plus de 70 % des besoins de chaleur admissibles pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire.

[2] Lors du renouvellement d'une installation de chauffage, les énergies non renouvelables ne doivent pas couvrir plus de 80 % des besoins de chaleur admissibles pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire.

[3] Les bâtiments à construire sont équipés de sorte que les besoins d'électricité soient couverts en partie par une source renouvelable.

Aperçu MoPEC

- Canton FR

Règlement sur l'énergie (REn)

du 05.11.2019 (version entrée en vigueur le 01.01.2020)

biofuels

Le Conseil d'Etat du canton de Fribourg

Art. A4-3

[1] Si le recours à des combustibles renouvelables sous forme de gaz ou de liquides est souhaité, les conditions suivantes doivent être remplies:

a) le recours à ces combustibles entraîne une réduction des émissions dans l'inventaire suisse des gaz à effet de serre pour l'année en cours ou l'une des deux années précédentes, en tenant compte des facteurs de pondération nationaux;

b) les combustibles ne sont pas issus de cultures alimentaires ou énergétiques;

c) les certificats sont réalisés par des organismes reconnus;

d) le bilan est établi par un organisme central reconnu nationalement, dont les données peuvent être consultées publiquement;

e) les certificats, correspondant à une durée de vie de vingt ans de la chaudière, sont remis en une seule fois dans le cadre de la demande de permis de construire liée au renouvellement du producteur de chaleur;

f) le calcul des certificats à obtenir en kWh correspond à la surface de référence énergétique (m²) × 100 kWh (par m² et par an) × 20 ans × 0,4*.

* Les 100 kWh correspondent au besoin d'énergie annuel estimé pour le chauffage et l'eau chaude. Le facteur de 0,4 correspond au taux d'énergie renouvelable requis (20 %) divisé par le facteur de pondération (0,5).

Aperçu MoPEC

- Canton JU

Ordonnance
portant application de la loi sur l'énergie
(Ordonnance sur l'énergie, OEn)

du 13 décembre 2016

Le Gouvernement de la République et Canton du Jura,

Annexe 6[8)]

Formule de calcul des besoins en énergie annuels pondérés pour le chauffage, la préparation de l'eau chaude sanitaire, la ventilation et le rafraîchissement
(art. 35)

Les facteurs de pondération utilisés sont les facteurs de pondération nationaux pour l'évaluation des bâtiments définis par la Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie et l'Office fédéral de l'énergie ci-après :

Agent énergétique	Facteur de pondération national
Electricité	2,0
Mazout, gaz, charbon	1,0
Biomasse (bois, boigaz, gaz d'épuration)	0,5
Chaleur à distance (y. c. rejets de chaleur de UIOM, STEP, industrie) : part de chaleur fossile ≤ 25 % ≤ 50 % ≤ 75 % > 75 %	 0,4 0,6 0,8 1,0
Soleil, chaleur ambiante, géothermie	0

Aperçu MoPEC

- Canton NE

Règlement
d'exécution de la loi cantonale sur l'énergie (RELCEn)

Le Conseil d'État de la République et Canton de Neuchâtel,

Remplacement d'une installation de production de chaleur

Art. 37 [1]Lors du remplacement d'une installation de production de chaleur d'un bâtiment, dont plus de 50% de la surface de référence énergétique est dédiée à l'habitation, celui-ci doit être équipé de manière à ce que :

a) la part d'énergie renouvelable représente plus de 20% des besoins thermiques, et

b) dans les cas où cela est techniquement possible et n'engendre pas de surcoût, les besoins thermiques soient couverts uniquement par des énergies renouvelables.

Aucune·mention·dans·la·loi·et·/·ou·dans·le·Règlement·sur·la·possibilité·du·recours·à·des·combustibles·renouvelables·sous·forme·de·gaz·ou·de·liquides¶

CHAUFFER AU MAZOUT
L'énergie raffinée

Avenue édition d'automne 2021:

Avant-première!

Publication le 2 décembre 2021

Carburants alternatifs

CCU
Carbon Capture and Utilization
Captage et utilisation du CO_2
→ DAC (Direct-Air-Capture)
→ Cimenterie
→ Installation de traitement des déchets

P. 16–17 ZHAW nouveau catalyseur

Sources de carbone

Biomasse

→ Algues
On regroupe sous le nom d'algues des organismes qui vivent dans l'eau et réalisent la photosynthèse. Elles peuvent être utilisées comme biocarburant par différents procédés.

P. 14–15 Micro-algues comme matière première

→ Déchets de bois
Environ 5 à 10 kg de bois sont nécessaires pour produire 1 kg de BtL.

→ Déchets verts
Une voiture au gaz naturel/biogaz peut parcourir 1 kilomètre avec le rendement en biogaz de 20 peaux de bananes fermentées.

→ Huiles alimentaires usagées
Les huiles usagées peuvent être retraitées et utilisées comme matière première secondaire grâce à différents procédés de raffinage. Un litre d'huile usagée permet d'obtenir environ 0,9 litre de carburant.

→ Déchets d'abattoir
Qu'il s'agisse d'huile végétale liquide ou de graisse animale solide ou semi-solide, les deux ont une structure chimique identique et ne diffèrent que par la nature de leurs acides gras. Les graisses animales permettent également de produire assez facilement du biodiesel.

→ Lisier et fumier
Pour être utilisé comme carburant, le lisier requiert des installations qui convertissent son potentiel gazeux, le transformant en gaz naturel de qualité.

→ Boues d'épuration
Les boues produites dans les stations d'épuration des eaux usées peuvent être recueillies dans des digesteurs et utilisées pour la production de biogaz.

CO_2

CO_2
Dioxyde de carbone
Composé chimique de carbone (→ C) et d'oxygène (symbole O). Le dioxyde de carbone est un gaz incombustible, acide, incolore et soluble dans l'eau. Composant important du cycle mondial du carbone et composant naturel de l'air, le CO_2 joue un rôle essentiel comme gaz à effet de serre dans l'atmosphère terrestre.

C
Carbone (carbonium)
Le carbone est présent dans la nature sous forme pure (par exemple graphite, diamant) ou sous forme chimiquement liée (par exemple dioxyde de carbone, biomasse). Grâce à leur propriété particulière – pouvoir former diverses molécules complexes –, le carbone et ses composés sont considérés comme une condition préalable à la vie sur notre planète.

Production d'électricité renouvelable

N_2 Azote

H_2O Eau

PtX
Power-to-X
électricité en X (X = gaz, liquide, partiellement solide)
L'hydrogène (→ H_2) est produit à partir de l'eau par électrolyse à l'aide d'électricité (excédentaire et renouvelable). L'hydrogène peut ensuite être utilisé avec le dioxyde de carbone (→ CO_2) pour produire de l'e-méthane ou des carburants synthétiques liquides. Ce processus s'appelle «Power-to-X». Parmi les domaines d'utilisation importants, on compte les applications du secteur des transports difficiles à électrifier, notamment l'aviation et la navigation, où des carburants à haute densité énergétique continueront d'être nécessaires.

P. 18–23 Conteneurs PtX KIT

BtX
Biomass-to-X
Biomasse en X (X = gaz, liquide, partiellement solide)
Le biogaz (BtG) est principalement produit à partir de la fermentation de la biomasse des déchets, des boues d'épuration et du purin. Toute la biomasse peut être convertie en gaz de synthèse puis transformée en carburants synthétiques tels que le biodiesel (BtL) grâce au procédé dit de Fischer-Tropsch.

Carburants gazeux

P. 6–9 Carburants gazeux

H_2
Hydrogène
(hydrogenium)
L'hydrogène est un gaz incolore, inodore et combustible. C'est l'élément chimique dont la masse atomique est la plus faible. Utilisé dans une pile à combustible, il produit de l'énergie électrique qui sert à entraîner un moteur électrique. Le seul «déchet» produit est de l'eau pure.

NH_3
Ammoniaque
L'ammoniaque est un composé chimique d'azote et d'hydrogène. C'est un gaz à l'odeur âcre, incolore, soluble à l'eau et toxique. L'ammoniaque peut également servir de moyen de stockage et de transport pour l'hydrogène (→ P. 24).

P. 24–25 NH_3 comme carburant

$B\text{-}CH_4$
Bio-méthane/biogaz

$E\text{-}CH_4$
Gaz naturel synthétique/e-méthane

Gaz liquéfiés

LH_2
Liquid Hydrogen
Hydrogène liquide

BGL
Liquefied Biogas
Biogaz liquéfié

EDM
Éther de diméthyle
L'éther de diméthyle est un gaz incolore, extrêmement inflammable et narcotique. L'EDM, sous-produit de la synthèse du méthanol, est généralement produit directement à partir du gaz de synthèse (CO/H_2).

GNL
Liquefied Natural Gas
Gaz naturel liquéfié
L'appellation GNL est surtout utilisée pour le gaz naturel d'origine fossile, mais aussi pour l'e-méthane ou le bio-méthane et leurs mélanges.

Carburants liquides

Bio-éthanol
En Suisse, l'alcool produit par la fermentation de biomasse peut être mélangé à l'essence jusqu'à un maximum de 5%.

Méthanol
Un liquide produit synthétiquement, utilisé aussi bien comme carburant que comme base pour d'autres carburants synthétiques.

HVO (HVH)
Hydrotreated Vegetable Oils
Huiles végétales hydrogénées
Un carburant pratiquement identique au diesel synthétique peut être produit à partir d'huiles végétales usagées et de graisses animales par hydrogénation chimique avec de l'hydrogène.

EMC
Ester méthylique de colza, également ester méthylique d'huile de colza ou diesel de colza
L'ester méthylique de colza est obtenu par la transformation chimique de l'huile de colza raffinée avec du méthanol. En Europe, l'EMC représente la plus grande part du biodiesel.

FAME (EMAG)
Fatty Acid Methyl Ester
Ester méthylique d'acide gras
L'EMAG est actuellement le biocarburant le plus répandu en Europe. L'EMAG de deuxième génération est par exemple produit à partir d'huiles végétales non comestibles ou de graisses animales.

SAF
Sustainable Aviation Fuels
Carburant aviation durable
Le SAF/CAD peut être utilisé sans problème dans les avions jusqu'à une teneur maximale de 50% en bio-carburant et constitue une véritable alternative au kérosène fossile. La production de SAF/CAD correspond actuellement à env. 0,01% de la demande mondiale en kérosène et son prix est à peu près trois fois plus élevé.

P. 10–13 SAF Aéroport de Zurich

Vers le carburant en quatre étapes

De l'air au carburant: le premier couplage au monde de quatre étapes de processus a été rendu possible grâce à une coopération initiée par l'Institut de technologie de Karlsruhe (KIT) sous la direction du professeur Roland Dittmeyer et avec l'implication de trois entreprises du secteur privé: les entreprises Ineratec (spin-off de l'institut KIT), Sunfire et Climeworks (spin-off de l'EPF de Zurich) participent au projet.

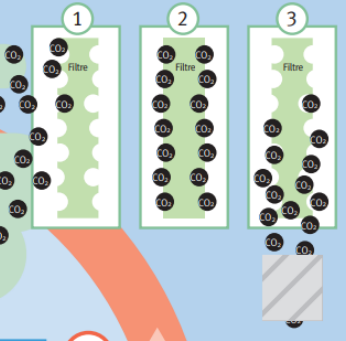
Le procédé est prometteur car il est de conception modulaire et peut être installé de manière décentralisée. Le risque de mise à l'échelle est faible par rapport à une grande usine chimique centralisée. Le processus peut être utilisé là où les énergies solaire, éolienne ou hydraulique sont disponibles.

1 Technologie «Direct-Air-Capture»

Le système filtre le dioxyde de carbone (CO_2) directement à partir de l'air ambiant. La technologie «Direct-Air-Capture» de **Climeworks** utilise un matériau filtrant spécialement traité à cet effet.

Le procédé DAC

Les filtres (2) à air absorbent les molécules de dioxyde de carbone comme une éponge (1). Sous vide et à 95 degrés Celsius, le dioxyde de carbone se dégage à nouveau de la surface (3), est pompé et peut ainsi être récupéré sous forme pure pour l'étape suivante du processus.



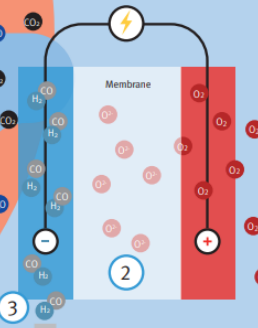
climeworks

2 Co-électrolyse

Le CO_2 est converti par procédé électrochimique en gaz de synthèse avec de la vapeur d'eau, pour la première fois en une seule étape de processus, dans une sorte de co-électrolyse réalisée par la société technologique Sunfire. Cette co-électrolyse séduit par son taux de rendement élevé. À l'échelle industrielle, elle peut lier chimiquement 80% de l'électricité verte utilisée dans le gaz de synthèse. Le gaz de synthèse, un mélange de monoxyde de carbone (CO) et d'hydrogène (H_2), est à la base des carburants synthétiques et d'un large éventail de procédés dans l'industrie chimique.

La co-électrolyse

Le CO_2 est introduit dans le système d'électrolyse (1) en même temps que la vapeur d'eau. Chaque cellule d'électrolyse se compose d'une cathode (–), d'une anode (+) et de la membrane située entre les deux. La membrane céramique particulière ne laisse passer que les ions d'oxygène (2). La vapeur d'eau et le CO_2 sont séparés à la cathode en hydrogène (H_2) et en monoxyde de carbone (CO), qu'on appelle gaz de synthèse. Les ions d'oxygène (O^-) formés au cours de ce processus migrent à travers la membrane vers le côté anode, où ils sont convertis en molécules d'oxygène (O_2) – reste alors (3) le gaz de synthèse souhaité.



sunfire

3 Synthèse de Fischer-Tropsch

De longues chaînes d'hydrocarbures sont formées à partir d'hydrogène et de monoxyde de carbone par la synthèse dite de Fischer-Tropsch.

La synthèse

Le gaz de synthèse issu de l'électrolyse est introduit dans le réacteur microstructuré. Des hydrocarbures de différentes longueurs de chaîne sont formés à la surface du catalyseur. Cette réaction libère une chaleur qui, parfaitement dissipée grâce à la grande surface des parois du réacteur, peut être utilisée ailleurs dans le processus. Les hydrocarbures atteignent la quatrième et dernière étape du processus.

1925

INERATEC 2021

Pour la synthèse de Fischer-Tropsch dans ce procédé, la société **Ineratec** fournit un réacteur microstructuré qui offre une vaste surface dans un espace extrêmement réduit pour évacuer en toute sécurité la chaleur du procédé et l'utiliser pour d'autres étapes du processus. Les molécules obtenues par la synthèse sont les composants essentiels des carburants synthétiques. Chimiquement, ces molécules correspondent déjà aux molécules contenues dans les combustibles fossiles.

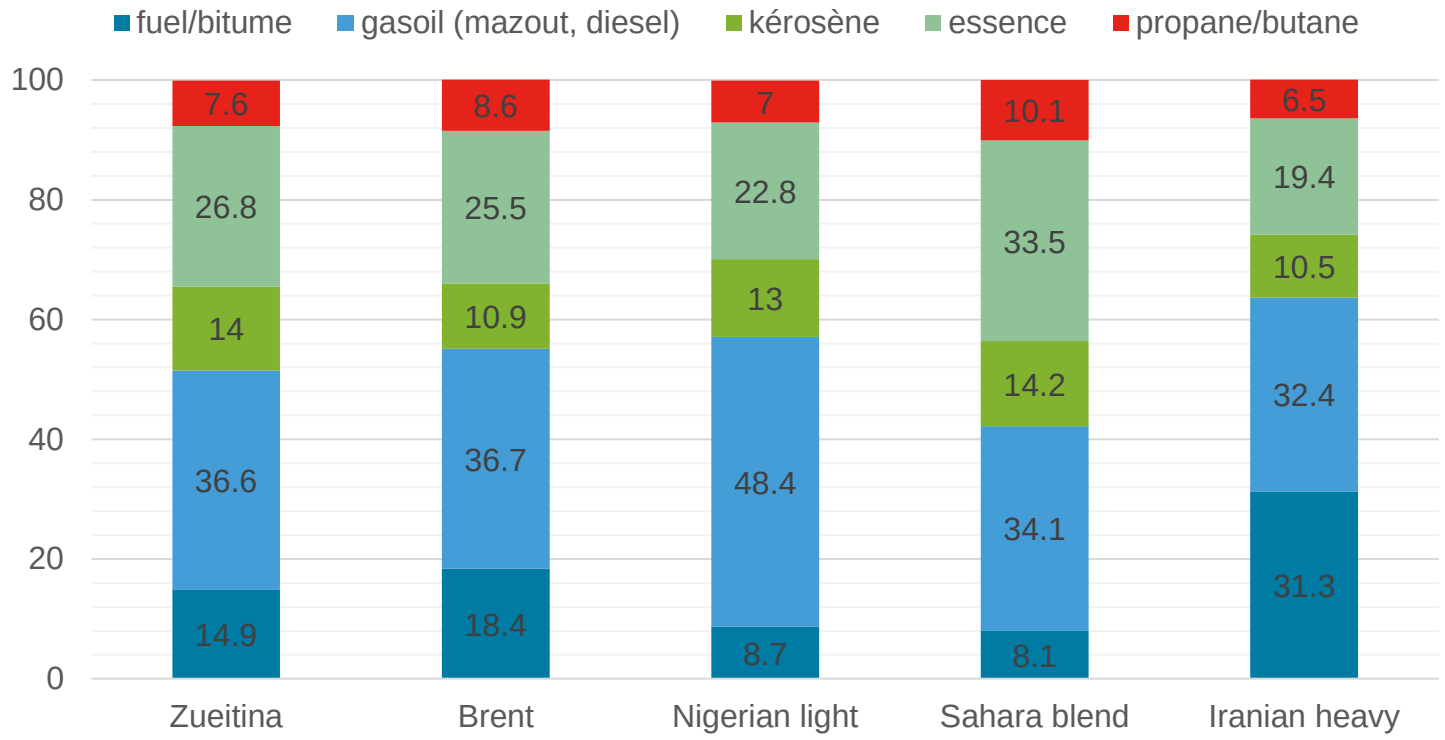
4 Hydrocraquage

Sans ce traitement supplémentaire, que le **KIT**, l'Institut de technologie de Karlsruhe, a intégré à la chaîne du processus, le mélange de produits issu de la synthèse de Fischer-Tropsch ne peut pas encore être utilisé comme carburant. Directement après le réacteur Fischer-Tropsch, les chaînes d'hydrocarbures trop longues sont scindées en chaînes plus courtes dans une dernière étape à l'aide d'hydrogène et d'un catalyseur. En même temps, des molécules ramifiées avec le même nombre d'atomes de carbone sont formées, ce qu'on appelle les isomères. Le kérosène, l'essence et le diesel sont obtenus par une distillation ultérieure.

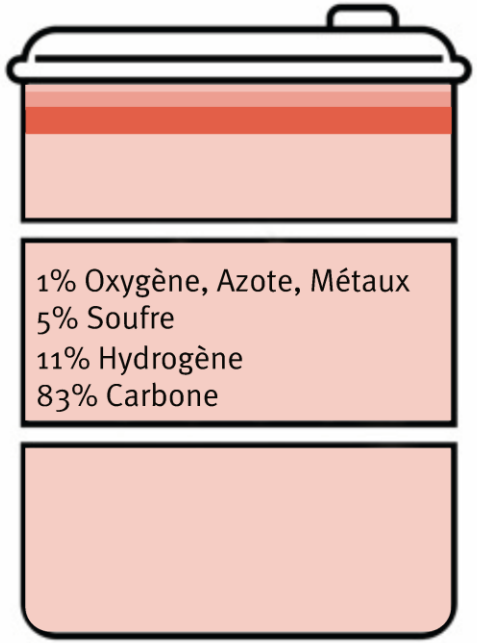
! Le gaz de synthèse qui n'a pas réagi et les sous-produits gazeux sont renvoyés dans le processus d'électrolyse. Concrètement, plus de 90% du carbone extrait de l'air lors de la première étape se retrouvent dans le produit liquide.

KIT Karlsruher Institut für Technologie

Selon la qualité du brut le pourcentage du 'sous-produit' diffère



Le pétrole; sa composition chimique

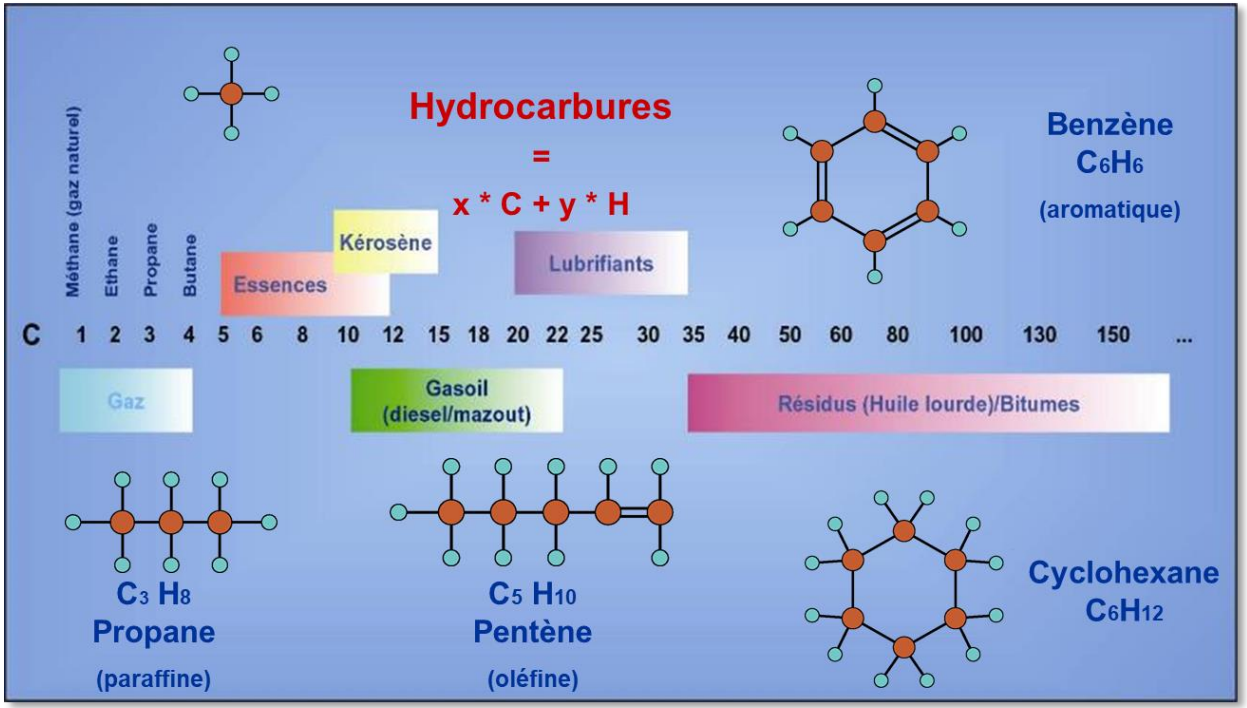


Le pétrole se compose quasi exclusivement de molécules de carbone et d'hydrogène.

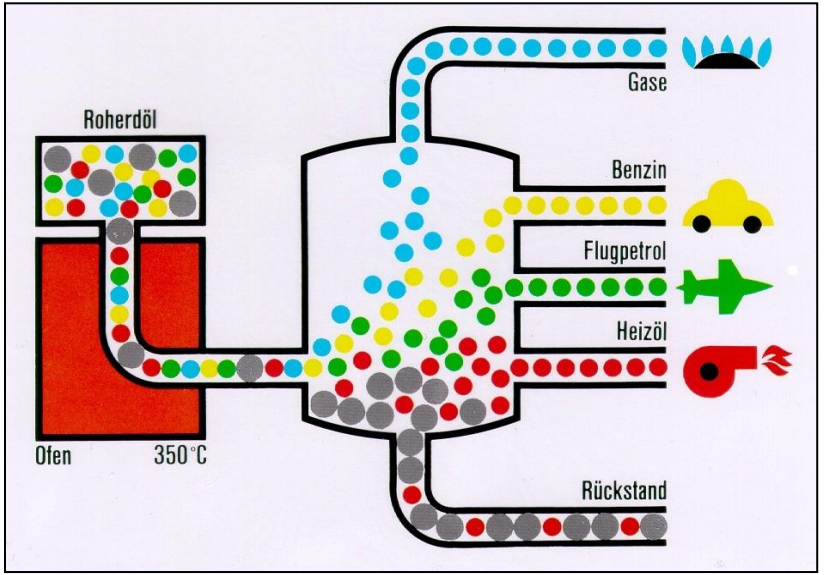
Tous les pétroles bruts contiennent des traces de soufre et de métaux (vanadium, nickel, fer, cuivre), azote et oxygène.

Le pétrole contient plus de 17'000 composants. Il fait partie des substances organiques les plus complexes sur terre.

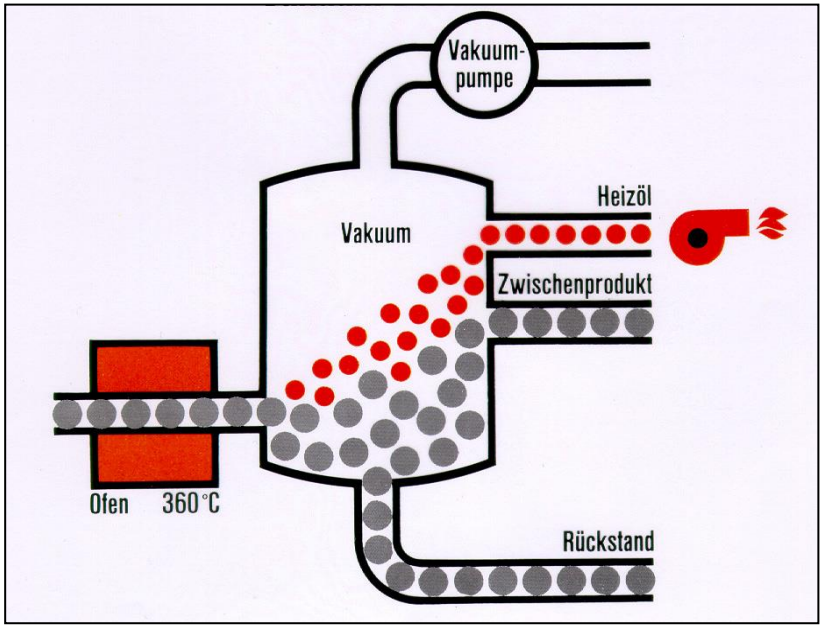
Composition chimique des produits



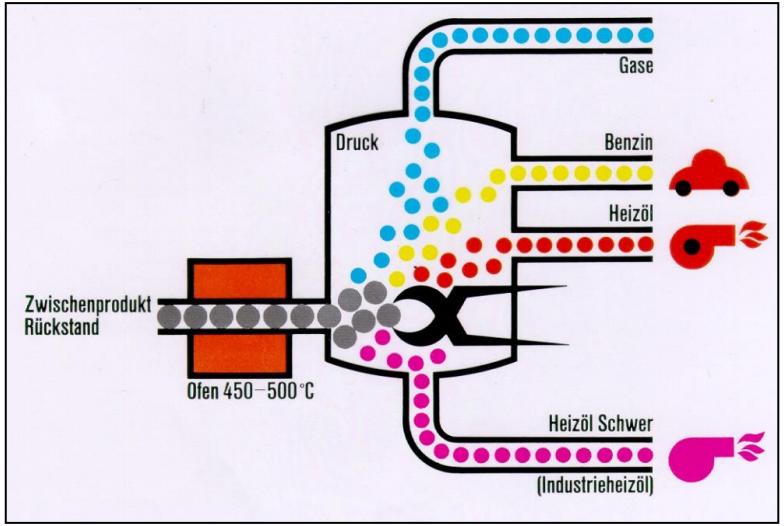
1. La distillation atmosphérique



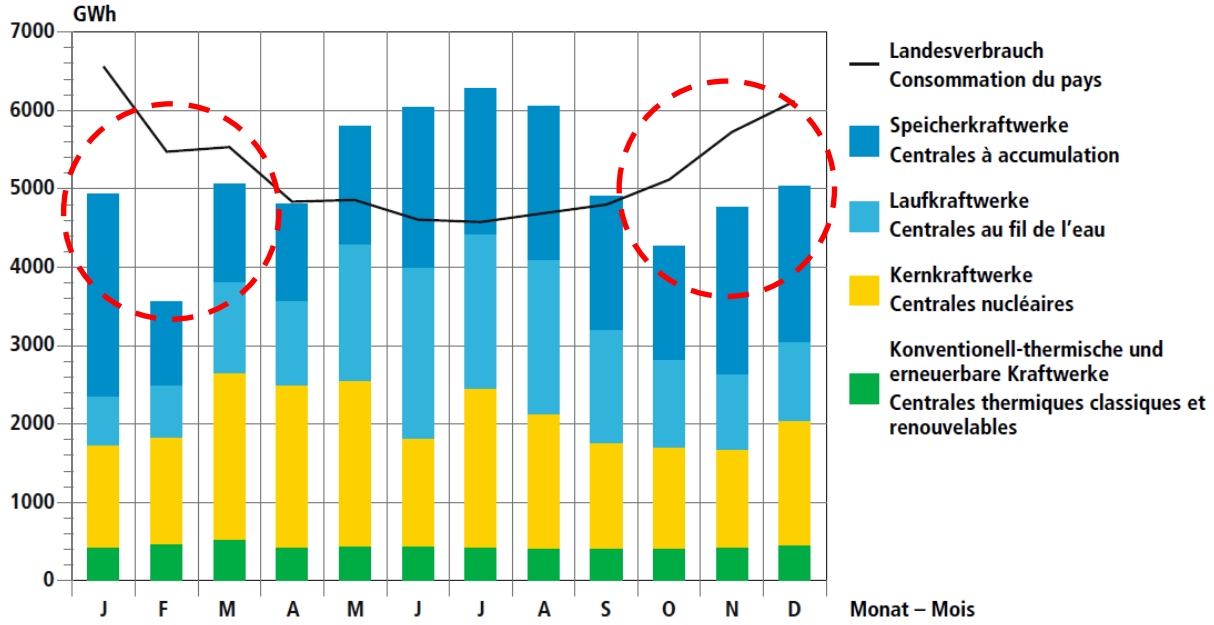
2. La distillation à vide (vaccum)



3. La distillation à pression



Déficit de production d'électricité en hiver



BFE, Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2017 (Fig. 10)
OFEN, Statistique suisse de l'électricité 2017 (fig. 10)

En hiver, la consommation du pays **est bien supérieure** à la production totale d'électricité !...

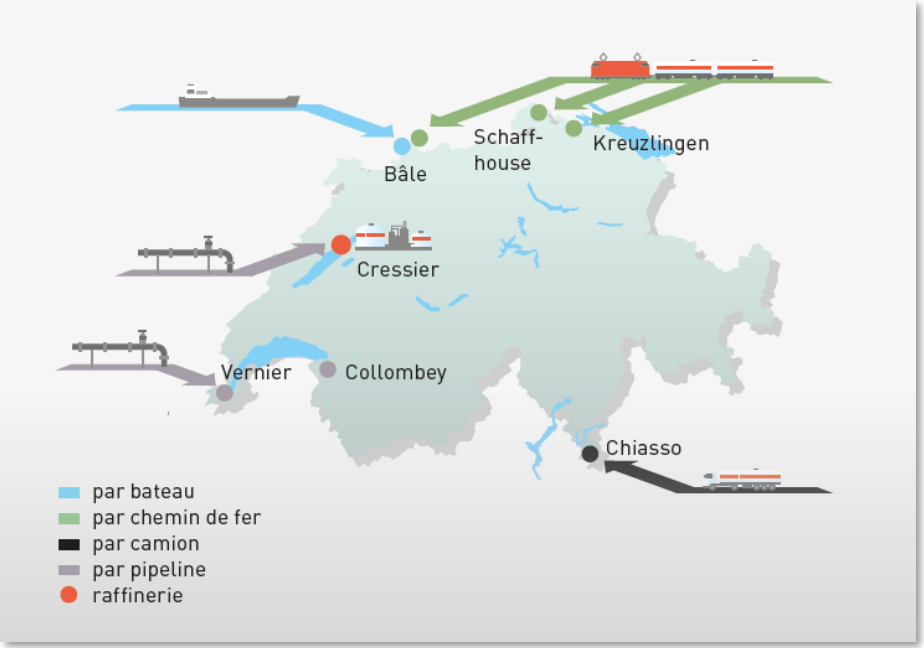
CHAUFFER AU MAZOUT
L'énergie raffinée

20 minutes
Lausanne
LUNDI
18 OCTOBRE 2021
8 °C / 15 °C

La Suisse menacée d'un black-out total

BERNE Une facture de 3 à 4 milliards par jour. C'est ce que pourrait coûter au pays une panne générale d'électricité. Un scénario catastrophe? Même pas: l'échec de l'accord-cadre avec Bruxelles met en péril notre approvisionnement de courant et la pénurie pourrait mener à un black-out général en 2025. La Confédération a élaboré des pistes pour y faire face. Le public serait appelé à réduire sa consommation. Les entreprises aussi. Berne a envoyé une brochure à des milliers de sociétés, les avertissant que des quotas pourraient leur être imposés. **PAGE 3**

Les principales voies d'importation du brut et des produits raffinés en CH



Transport par barges sur le Rhin

Par train vers les dépôts régionaux

Par camion vers les consommateurs

Une raffinerie en Suisse

VARO ENERGY MARKETING AG

Cressier (NE)

CHAUFFER AU MAZOUT
L'énergie raffinée

Le mazout, une énergie durablement avantageuse

Une rénovation de l'installation de chauffage au mazout garantit:

un meilleur rendement de l'installation

une économie financière

une meilleure fiabilité et

une meilleure protection de l'environnement

Le mazout, une énergie durablement avantageuse

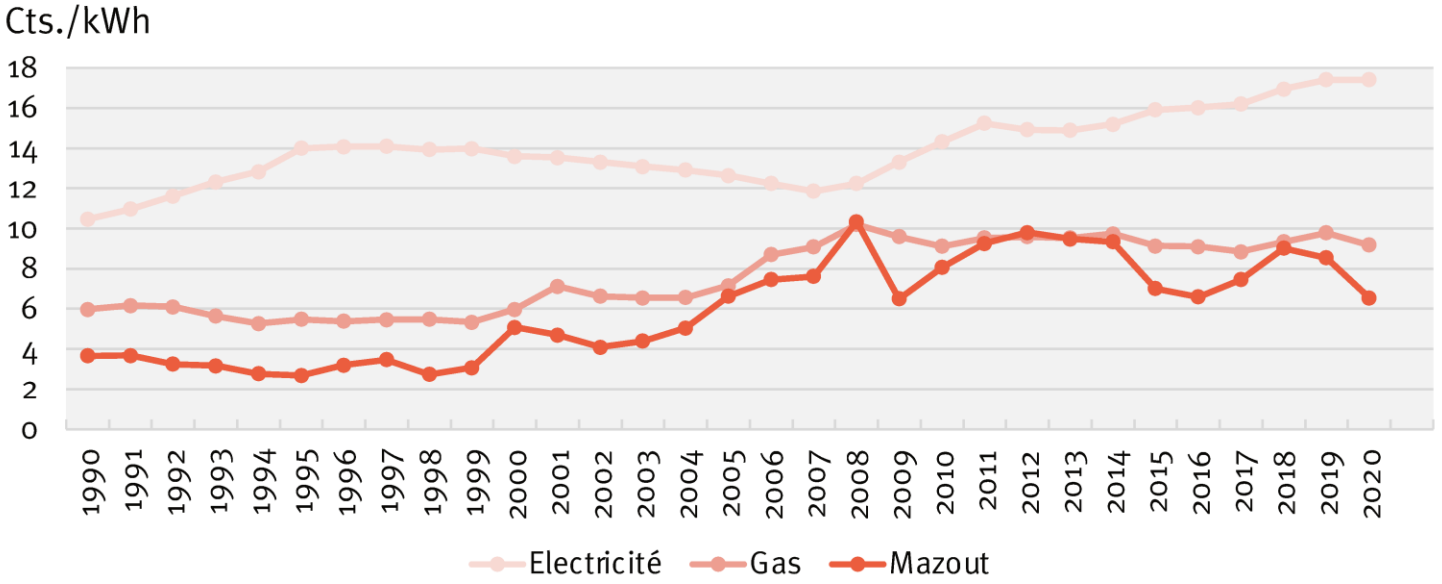
Une rénovation de l'installation de chauffage au mazout garantit:

- un meilleur rendement de l'installation
- une économie financière
- une meilleure fiabilité et
- une meilleure protection de l'environnement

CHAUFFER AU MAZOUT
L'énergie raffinée

Comparaison du prix de l'énergie

1990 – 2020



Prix moyens selon Office Fédéral de la Sttistique. Graphisme: Avenergy Suisse
Mazout: Consommation entre 3001–6000l **Méthane (gaz naturel):** Consommation Type II pour maisons individuelles **Électricité:** Consommation Type VI pour maisons individuelles avec chauffage électrique

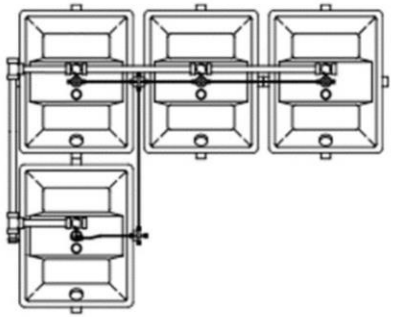
CHAUFFER AU MAZOUT
L'énergie raffinée

Comment se chauffer tout en préservant le climat? Economiser l'énergie!

CHAUFFER AU MAZOUT
L'énergie raffinée

Maximum d'énergie sur un minimum de place!

1000 litres de
mazout = 1 m³



4000 litres
de mazout sur 3m²

Type d'énergie	Valeur calorifique
1 m³ gaz naturel (méthane)	env. 11 kWh/m³
1 m³ eau à 60 degrés	env. 80 kWh/m³
1 m³ batterie lithium-ion	env. 600 kWh/m³
1 m³ plaquettes de bois	env. 650 kWh/m³
1 m³ pellets	env. 3'260 kWh/m³
1 m³ mazout	env. 10'560 kWh/m³

CHAUFFER AU MAZOUT

L'énergie raffinée

Nos 4 conseillers sont à disposition pour des conseils «gratuits»

Nos points forts
Conclusions
Requètes

L'industrie pétrolière...

- fait ses preuves dans le fonctionnement d'un marché libre
- fournit l'agent énergétique avec la densité énergétique la plus élevée
- met à disposition des dépôts d'énergie et des réserves, aussi en temps de crise
- dispose d'une solide logistique de transport
- garantit fiabilité et sécurité grâce à des standards techniques élevés
- fonctionne en tant que source de revenus importante de l'Etat

Prise de position d'Avenergy Suisse par rapport Stratégie énergétique 2050

Avenergy Suisse critique particulièrement:

- les objectifs contradictoires de la Stratégie énergétique;
- la marginalisation irresponsable des agents énergétiques fossiles;
- la confiance aveugle en des technologies non éprouvées ou pas mûres commercialement;
- les choix flous de modèles;
- la vision démesurée dans la planification;
- l'opinion erronée sur la durabilité économique et sociale de l'intervention de l'Etat;
- le manque de coordination internationale

En conclusion…

- Les techniques les plus modernes dans le domaine brûleur/chaudière sont disponibles aussi pour le mazout
- Plusieurs solutions modernes existent pour la rénovation du chauffage, en combinaison avec l'amélioration de l'isolation du bâtiment et un appoint solaire thermique
- Une rénovation de l'installation de chauffage au mazout garantit un meilleur rendement de l'installation, une économie financière, une meilleure fiabilité et une meilleure protection de l'environnement.

CHAUFFER AU MAZOUT
L'énergie raffinée

Merci pour votre attention!

Centre Information Mazout Suisse romande
Chemin du Centenaire 5 · 1008 Prilly · T 021 732 18 61 · F 021 732 18 71 · conseil@mazout.ch