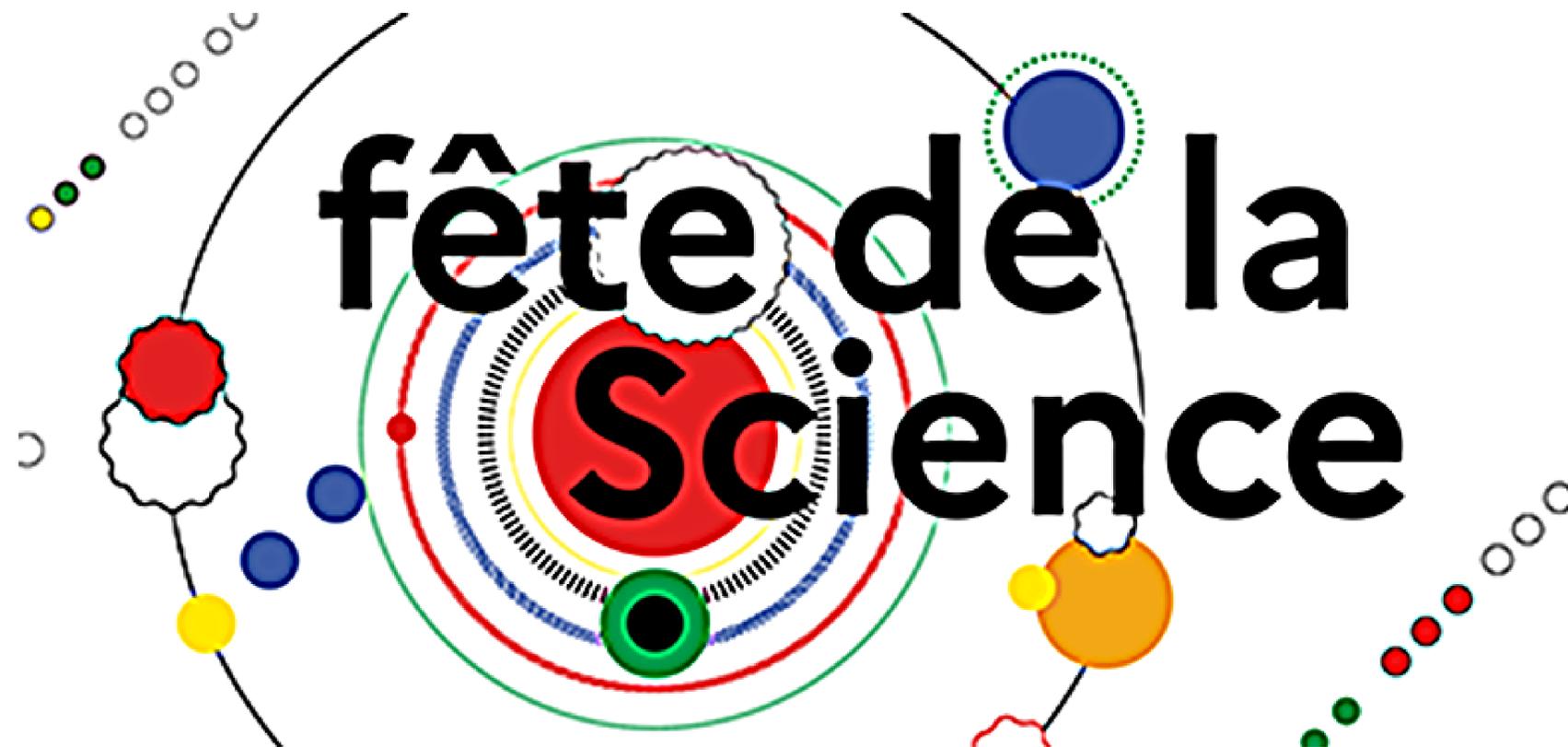




2022



La Culture Scientifique et le Plaisir du Savoir



l' **A**ssociation
pour le **D**éveloppement
de l' **A**nimation
Scientifique
et **T**echnique
en **A**uvergne

Association Loi 1901 - Fondée en 1986
Reconnue d'intérêt général



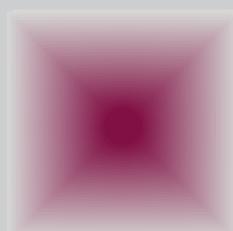
Partenariat avec
planétarium,
microscopes,
binoculaires,
barnums

astu'
sciences
CULTURE • SCIENTIFIQUE EN AUVERGNE

Où il est beaucoup question d'énergie



Roger Penrose, deuxième partie
Des murs de paille pour un lycée
Coup d'œil sur la filière hydrogène
Utilitaires, le retour à l'électrique
Les fouilles récentes de Gergovie
Le chantier de Notre-Dame de Paris
Sigma Clermont présente Strongarm
et toujours des récompenses



Revue de l'ADASTA
Association pour le Développement
de l'Animation Scientifique
et Technique en Auvergne



Roger Penrose, les trous noirs et le côté obscur de l'univers (2ème partie)
Murs de paille pour un lycée
StrongArm par Sigma Clermont
Gergovie, les fouilles récentes
Véhicules utilitaires, le retour à l'électrique
Coup d'œil sur la filière hydrogène
La traction électrique
Le chantier de Notre-Dame de Paris
Le prix du Jeune Chercheur 2022
« A voir, à lire »
« Histoire de plantes et autres... »

L'hydrogène, oui mais...

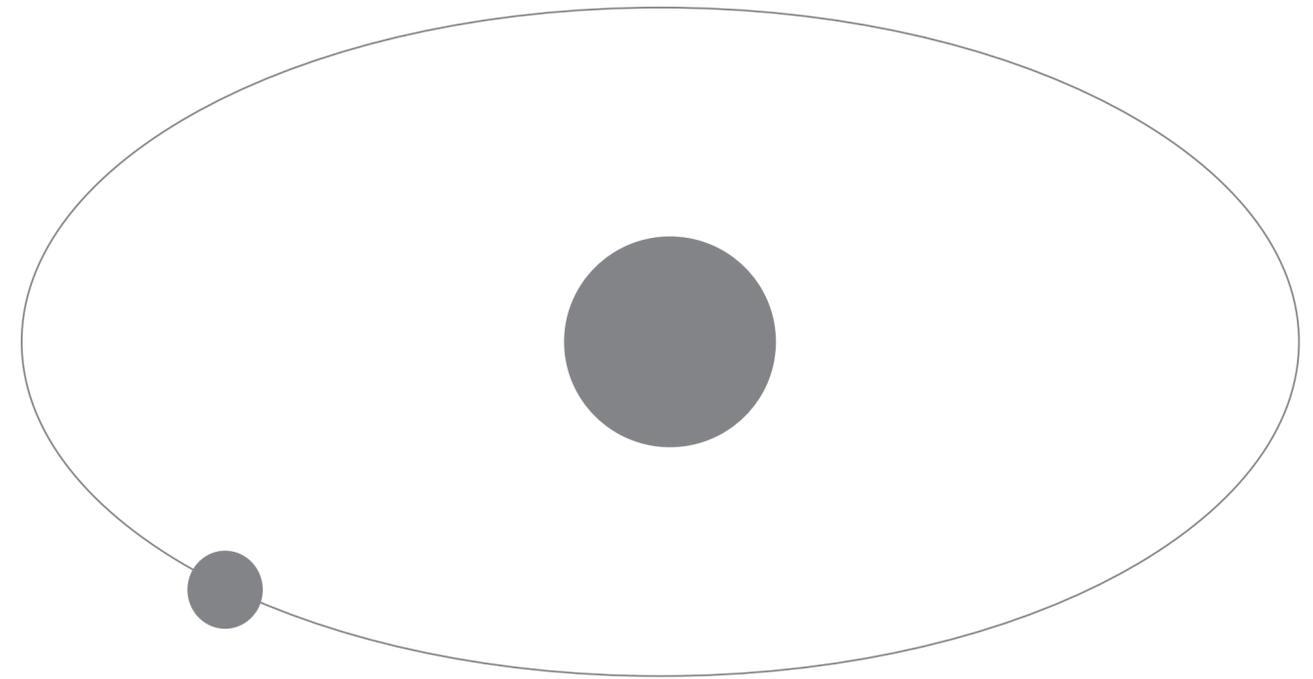
**Il y a 2250 ans :
une idée des grecs
Empédocle, Démocrite,
Leucippe, puis Épicure :**

**« Un élément chimique
c'est un édifice plein de vide
constitué de particules »**

1803 John Dalton

1908 Jean Perrin

1911 Ernest Rutherford



Un atome
(átomos : insécable, non coupé)
**c'est un noyau
et des électrons
qui lui tournent autour**

***Mais on sait aujourd'hui
que c'est bien plus compliqué !***

Un noyau bien plus complexe

Nucléons, baryons

Proton (charge e)
3 quarks = 2 up et 1 down

Neutron (charge nulle)
3 quarks = 2 down et 1 up

page non détaillée, présentée pour montrer qu'un noyau c'est beaucoup plus complexe qu'on le pense !

Standard Model of Elementary Particles

	three generations of matter (fermions)			interactions / force carriers (bosons)	
	I	II	III		
mass	2.2 MeV/c ²	1.28 GeV/c ²	173.1 GeV/c ²	0	124.97 GeV/c ²
charge	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0	0
spin	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	0
	u up	c charm	t top	g gluon	H higgs
	d down	s strange	b bottom	γ photon	
	e electron	μ muon	τ tau	Z Z boson	
	ν_e electron neutrino	ν_μ muon neutrino	ν_τ tau neutrino	W W boson	
					G graviton

QUARKS

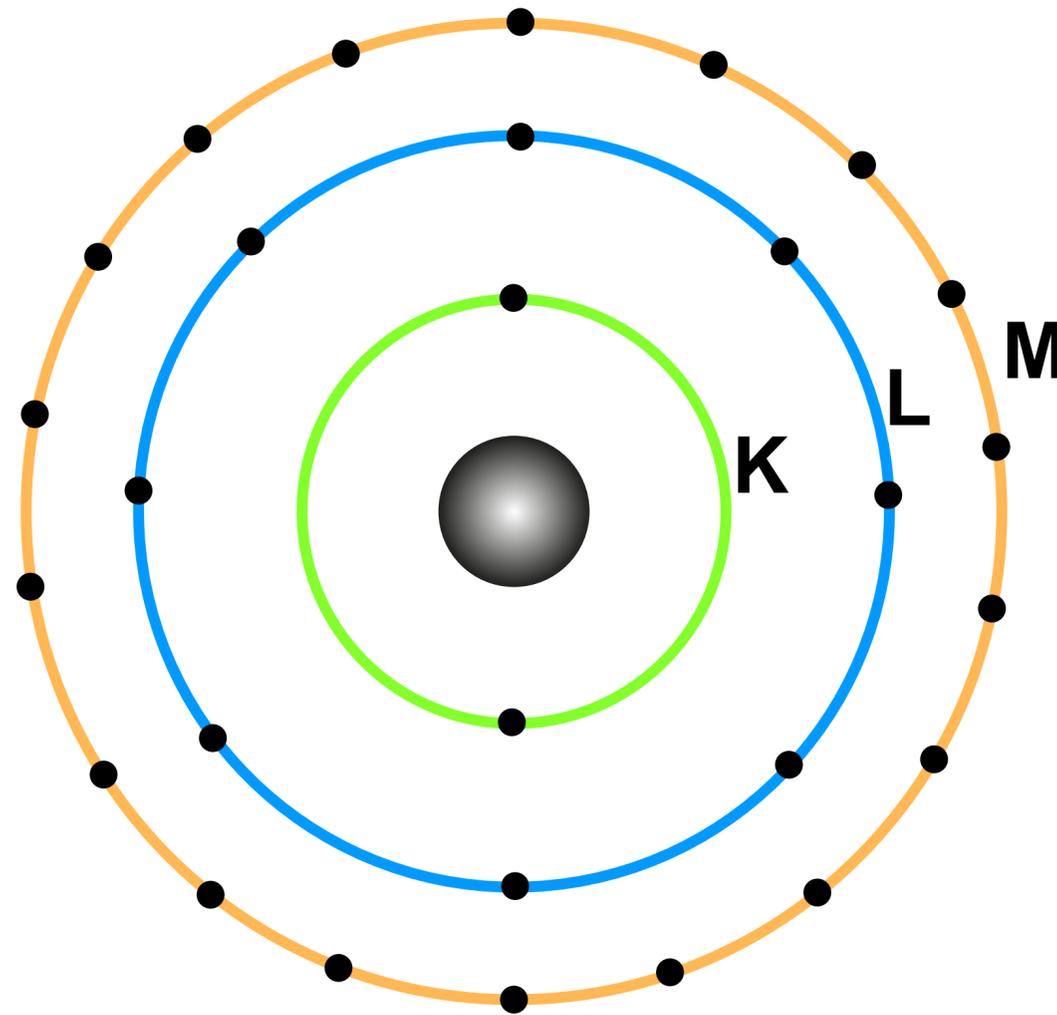
LEPTONS

GAUGE BOSONS
VECTOR BOSONS

SCALAR BOSONS

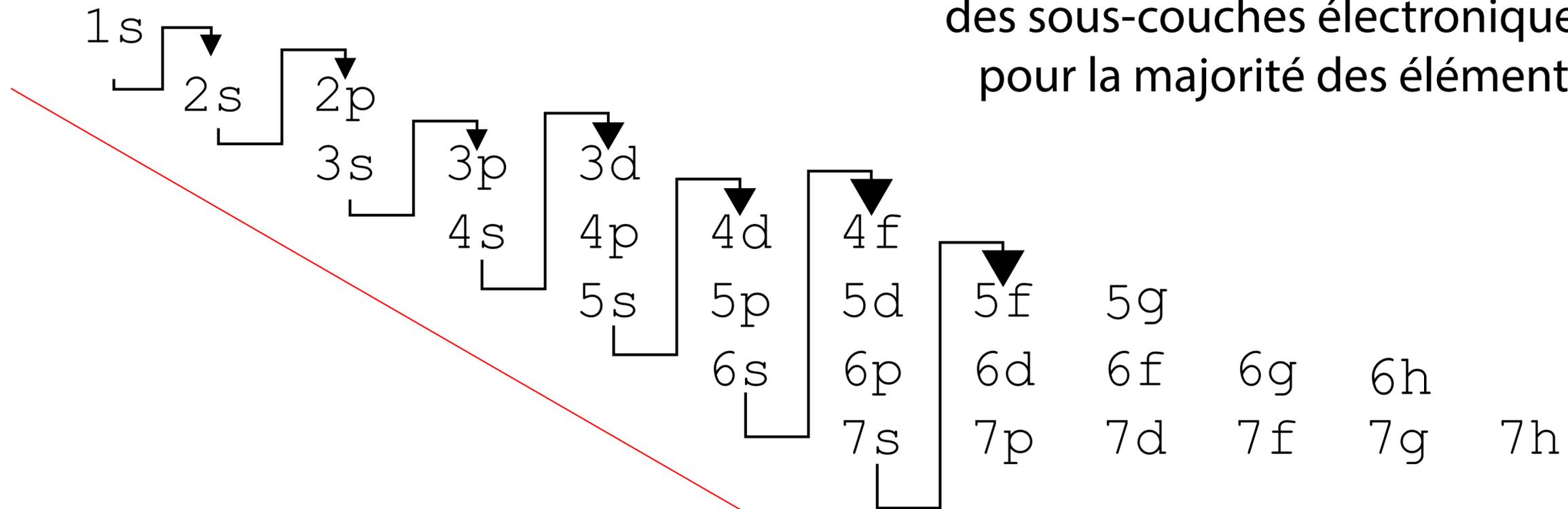
HYPOTHETICAL
TENSOR BOSONS

En 1913, Niels Bohr, physicien danois, propose que les électrons ne peuvent occuper que des orbites bien précises.



Couche	nb e
n	$2n^2$
1 K	2
2 L	8
3 M	18
4 N	32
5 O	50
6 P	72

**Tableau de Charles Janet (1927),
Règle de Erwin Madelung (1936)
Règle de V. Klechkowski (1962),
donnent l'ordre de remplissage
des sous-couches électroniques
pour la majorité des éléments.**



page présentée rapidement
pour montrer que les couches ne sont
pas toutes remplies avant de passer à la
suivante

TABLE DES DIFFERENTS RAPPORTS
observés entre différentes substances.

↪	⊖	⊙	⊕	▽	⊖ _v	⊖ [^]	SM	△ ₊	♀	♁	♀	☾	♂	♁	▽
⊖ _v	♁	♂	△ ₊	⊕	⊕	⊕	⊕	⊖ _v	⊙	☾	♀	♁	♁	♂	▽ ^s
⊖ [^]	♁	♀	⊖ _v	⊕	⊕	⊕	⊕	♂	☾	♀	PC	♀	♁ ⁺	♁ ⁺	⊖
▽	♀	♁	⊖ [^]	⊕	⊕	⊕	⊕	♀	♁						
SM	☾	♀	▽		♁		♁	♁	♀						
	♀	☾	♂		△ ₊			☾	♁						
			♀					♁	♁						
	⊙		☾					♀							

- ↪ Esprits acides
- ⊖ Acide du sel marin
- ⊙ Acide nitreux
- ⊕ Acide vitriolique
- ⊖_v Sel alcali fixe
- ⊖[^] Sel alcali volatil
- ▽ Terre absorbante
- SM Substances metalliques
- ♀ Mercure
- ♁ Regule d'Antimoine
- ⊙ Or
- ☾ Argent
- ♀ Cuivre
- ♂ Fer
- ♁ Plomb
- ♁ Etain
- ♁ Zinc
- PC Pierre Calaminaire
- △ Soufre mineral
- △ Principe huileux ou Soufre Principe
- ♁ Esprit de vinaigre
- ▽ Eau
- ⊖ Sel
- ▽^s Esprit de vin et Esprits ardents

Table des affinités

Étienne-François Geoffroy en 1718

Esprit de vinaigre
acide acétique

Pierre Calaminaire
oxyde de zinc

Acide vitriolique
acide sulfurique

Regule d'Antimoine
Antimoine pur
etc.



	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	H							
2	Li 7	Be 9	B 11	C 12	N 14	O 16	F 19	
3	23 Na	24 Mg	27 Al	28 Si	31 P	32 S	35,5 Cl	
4	K 39	Ca 40	44	Ti 48	V 51	Cr 52	Mn 55	Fe 56, Co 59, Ni 59, Cu 63
5	[63 Cu]	65 Zn	68 Ga	72	75 As	78 Se	80 Br	
6	Rb 85	Sr 87	Yt 89	Zr 90	Nb 94	Mo 96	—	Ru 104, Rh 104, Pt 106, Ag 108
7	[108 Ag]	112 Cd	113 In	118 Sn	122 Sb	125 Te	127 I	
8	Cs 133	Ba 137	Di, La	Ce 138	—	—	—	— — — —
9	—	—	—	—	—	—	—	
10	—	—	Er 171	La, Di	Ta 182	W 184	—	Os 195, Ir 197, Pt 198, Au 199
11	[199 Au]	200 Hg	204 Tl	207 Pb	208 Bi	—	—	
12	—	—	—	Th 231	—	U 240	—	— — — —

Tableau de Mendeleïev de 1870 - Saint-Petersbourg

TABLE PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

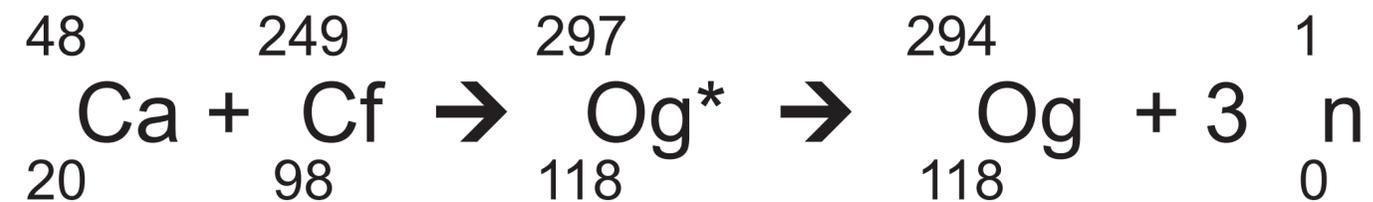
1 1 H Hydrogène 2,2																	2 4 He Hélium						
3 7 Li Lithium 0,98	4 9 Be Beryllium 1,57																	5 11 B Bore 2,04	6 12 C Carbone 2,55	7 14 N Azote 3,04	8 16 O Oxygène 3,44	9 19 F Fluor 3,98	10 20 Ne Néon
11 23 Na Sodium 0,93	12 24 Mg Magnésium 1,31																	13 27 Al Aluminium 1,61	14 28 Si Silicium 1,9	15 31 P Phosphore 2,19	16 32 S Soufre 2,58	17 35 Cl Chlore 3,16	18 40 Ar Argon
19 39 K Potassium 0,82	20 40 Ca Calcium 1,0	21 45 Sc Scandium 1,36	22 48 Ti Titane 1,54	23 51 V Vanadium 1,63	24 52 Cr Chrome 1,66	25 55 Mn Manganèse 1,55	26 56 Fe Fer 1,83	27 59 Co Cobalt 1,88	28 59 Ni Nickel 1,91	29 63 Cu Cuivre 1,9	30 65 Zn Zinc 1,65	31 70 Ga Gallium 1,81	32 73 Ge Germanium 2,01	33 75 As Arsenic 2,18	34 79 Se Sélénium 2,55	35 80 Br Brome 2,96	36 84 Kr Krypton						
37 85 Rb Rubidium 0,82	38 88 Sr Strontium 0,95	39 89 Y Yttrium 1,22	40 91 Zr Zirconium 1,33	41 93 Nb Niobium 1,6	42 96 Mo Molybdène 2,16	43 (98) Tc Technétium 2,1	44 101 Ru Ruthénium 2,2	45 103 Rh Rhodium 2,1	46 106 Pd Palladium 2,1	47 108 Ag Argent 2,1	48 112 Cd Cadmium 2,1	49 115 In Indium 1,78	50 119 Sn Etain 1,96	51 122 Sb Antimoine 2,05	52 128 Te Tellure 2,1	53 126 I Iode 2,66	54 131 Xe Xénon						
55 133 Cs Césium 0,79	56 137 Ba Baryum 0,89	*	72 179 Hf Hafnium 1,3	73 181 Ta Tantale 1,5	74 184 W Tungstène 1,7	75 186 Re Rhénium 1,9	76 190 Os Osmium 2,2	77 192 Ir Iridium 2,2	78 195 Pt Platine 2,2	79 197 Au Or 2,4	80 200 Hg Mercure 1,9	81 204 Tl Thallium 1,8	82 207 Pb Plomb 1,8	83 209 Bi Bismuth 1,9	84 (209) Po Polonium 2,0	85 126 At Astate 2,2	86 (222) Rn Radon						
87 (223) Fr Francium 0,7	88 (226) Ra Radium 0,9	**	104 (266) Rf Rutherfordium	105 (268) Db Dubnium	106 (269) Sg Seaborgium	107 (270) Bh Bohrium	108 (269) Hs Hassium	109 (279) Mt Meitnérium	110 (279) Ds Darmstadtium	111 (281) Rg Roentgénium	112 (285) Cn Copernicium	113 (284) Nh Nihonium	114 (289) Fl Flerovium	115 (288) Mc Moscovium	116 (293) Lv Livermorium	117 (294) Ts Tennessee	118 (294) Og Oganesson						
		*	57 (139) La Lanthane 1,1	58 139 Ce Cerium	59 141 Pr Praséodyme	60 144 Nd Néodyme	61 145 Pm Prométhium	62 150 Sm Samarium	63 152 Eu Europium	64 157 Gd Gadolinium	66 159 Tb Terbium	66 163 Dy Dysprosium	67 165 Ho Hobnium	68 167 Er Erbium	69 169 Tm Thalium	70 173 Yb Ytterbium	71 175 Lu Lutécium						
		**	89 (227) Ac Actinium 1,1	90 232 Th Thorium	91 231 Pa Protactinium	92 238 U Uranium	93 (237) Np Neptunium	94 (244) Pu Plutonium	95 (243) Am Américium	96 (247) Cm Curium	97 (247) Bk Berkélium	98 (251) Cf Californium	99 (252) Es Einsteinium	100 (257) Fm Fermium	101 (258) Md Mendéléniun	102 (259) No Nobelium	103 (262) Lr Thorium						

Le plus lourd des éléments

ex-Uuo (un-un-octium)

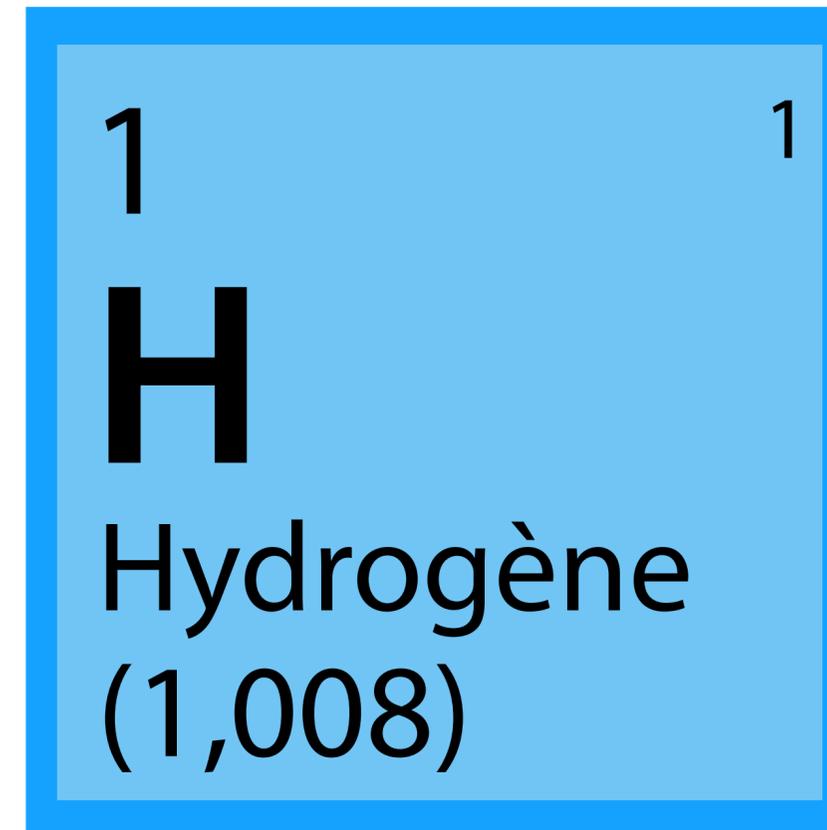
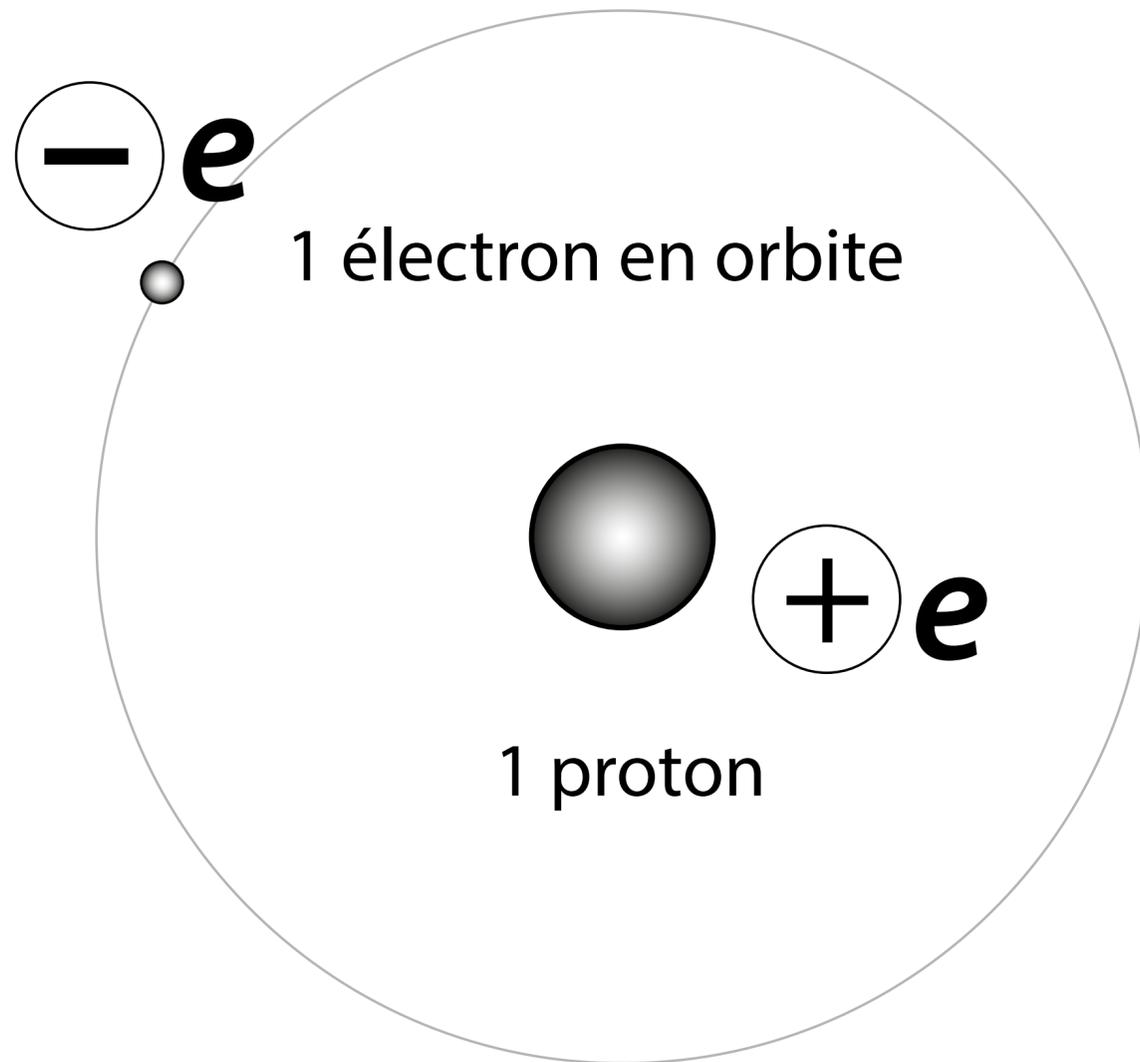
synthétisé en 2002 dans le laboratoire
du russe *louri Oganessian*

3 noyaux de ^{294}Og obtenus
par fusion d'ions de Calcium
sur des atomes de Californium



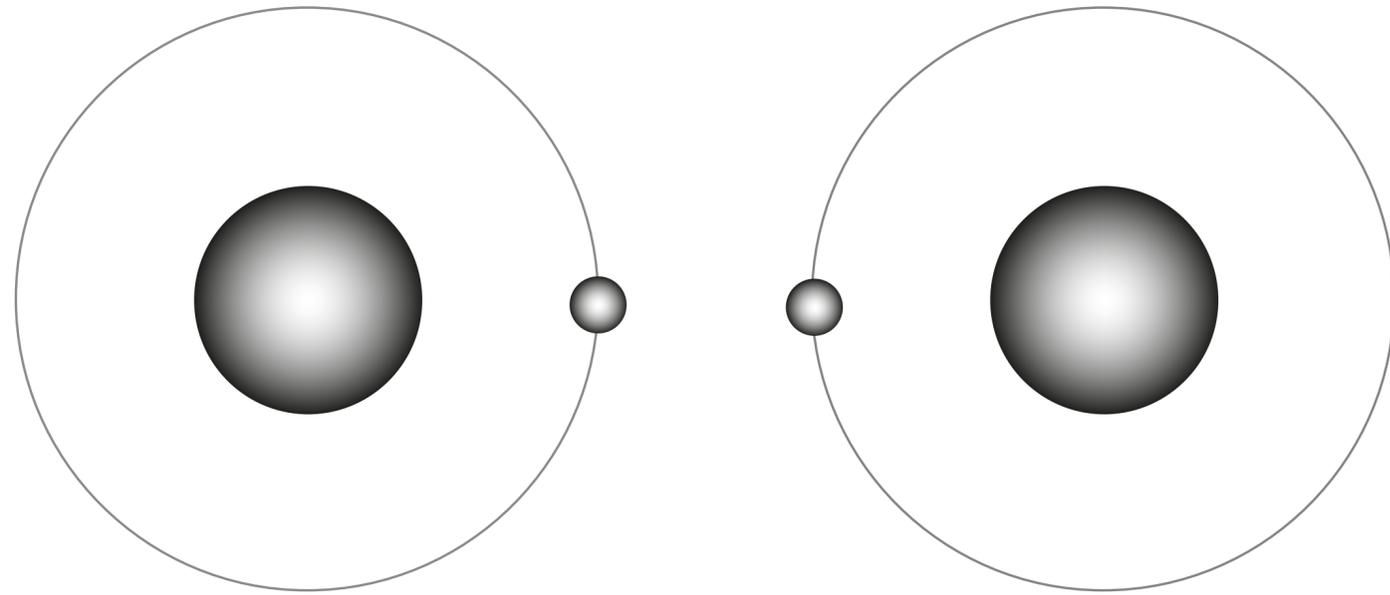
118	2	K
	8	L
Og	18	M
	32	N
Oganesson	32	O
(294)	18	P
	8	Q

$294 - 118 = 176$ neutrons
durée de vie de **1 ms** !

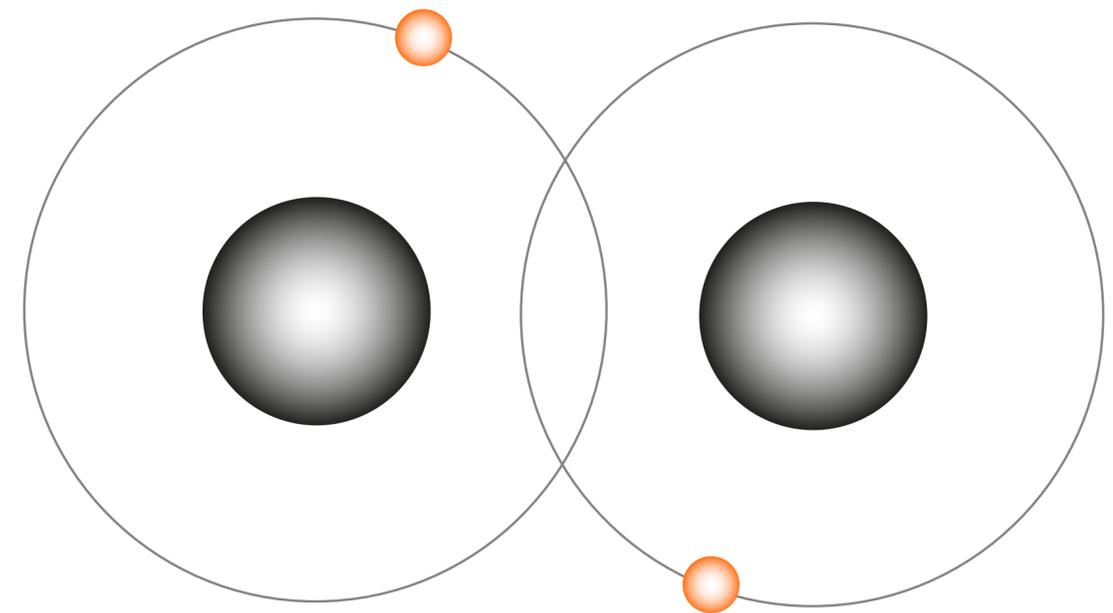
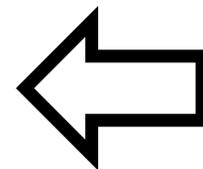
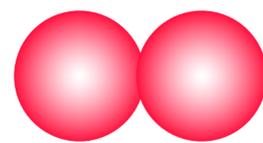


**En 1897, Joseph Thomson, trouve la charge négative et la masse de l'électron
masse du proton = 1836 fois masse de l'électron**

Atome d'hydrogène



Molécule dihydrogène, H_2 , « hydrogène »



Le corps simple H₂ (H₂) est mis en évidence à l'état gazeux par Cavendish en 1766, qui l'appelle « air inflammable » parce qu'il brûle, ou explose, en présence d'oxygène, produisant de la vapeur d'eau.

Lavoisier (1743-1794) désigne ce gaz sous le nom d'hydrogène, composé du préfixe «hydro», du grec *hudôr* (eau), et du suffixe «gène», du grec *gennaô* (engendrer)

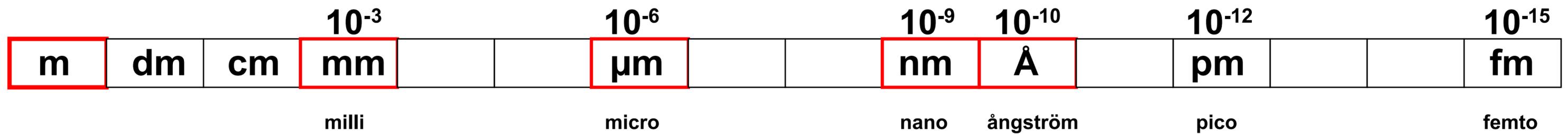
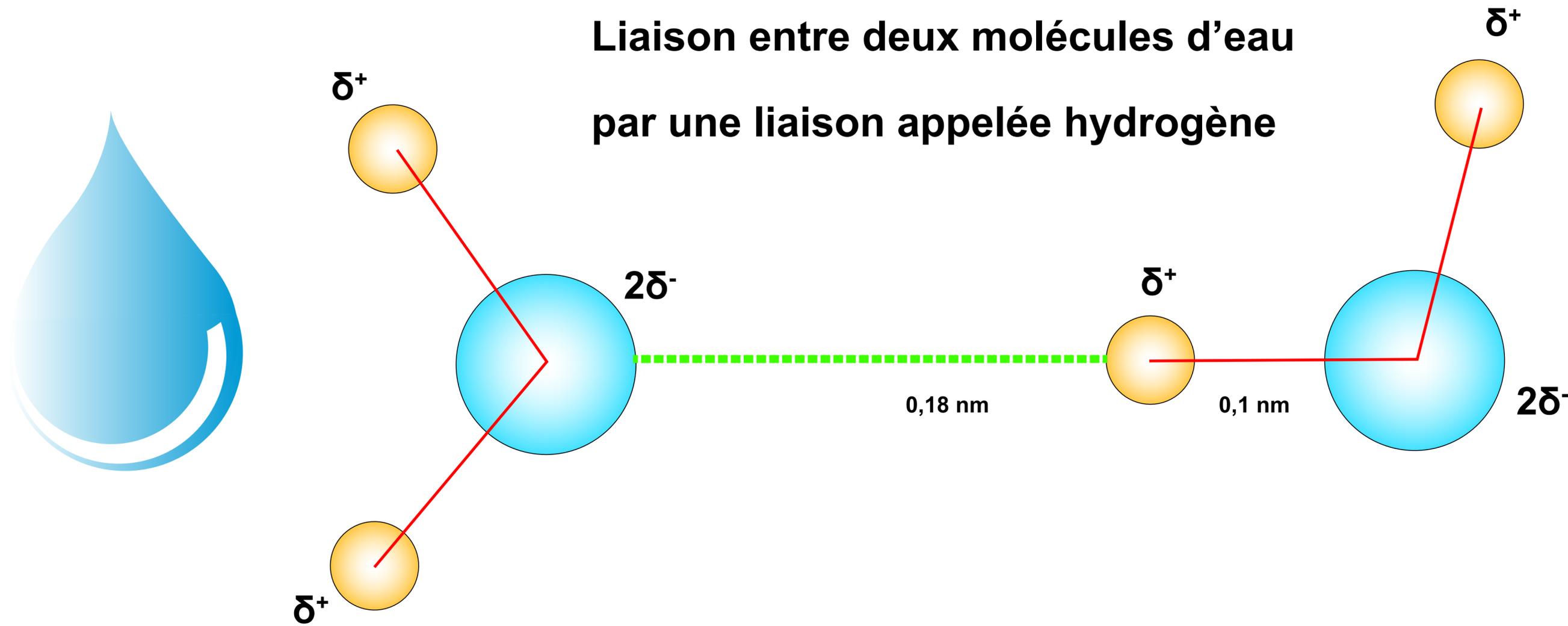
Élément le plus abondant de l'univers

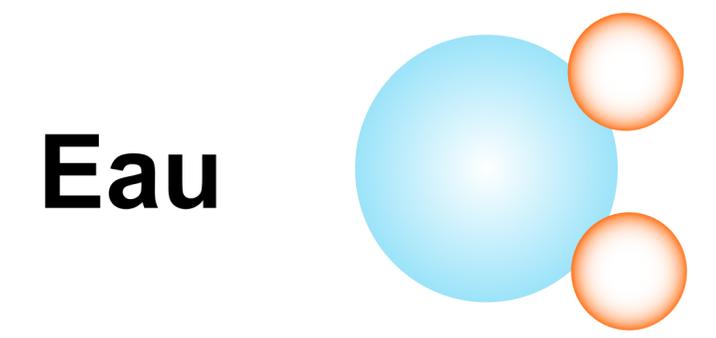
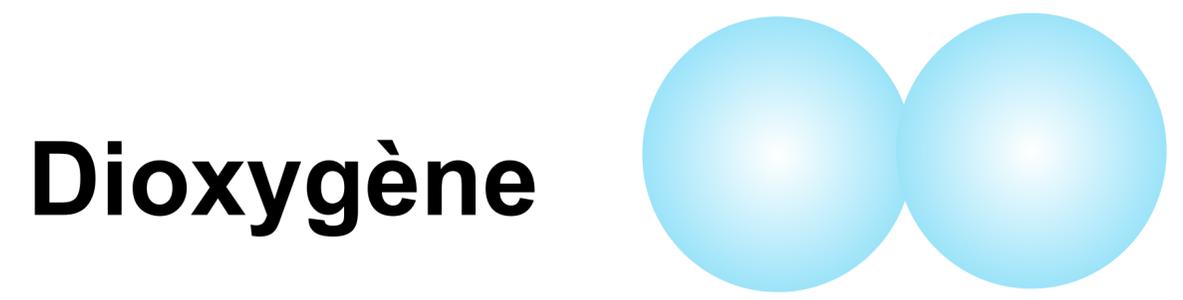
75% en masse - 95 % en nombre d'atomes
mais peu présent à l'état libre [rares (?) exceptions]

Les isotopes sont ²H (D) [0,015%], ³H (T), ⁴H (Q), ⁷H [jamais vu !]

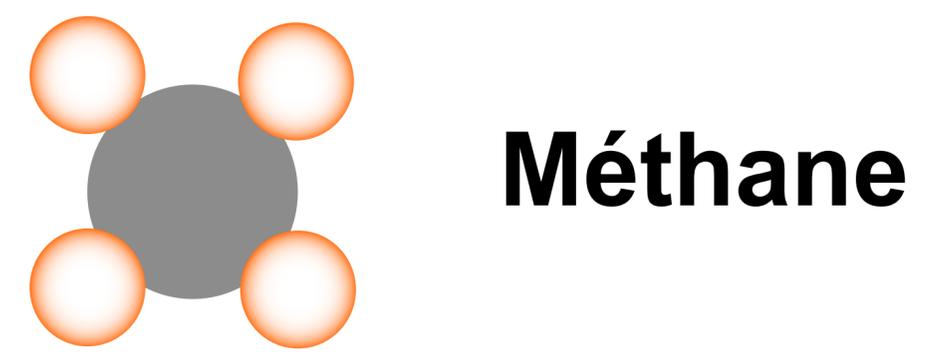
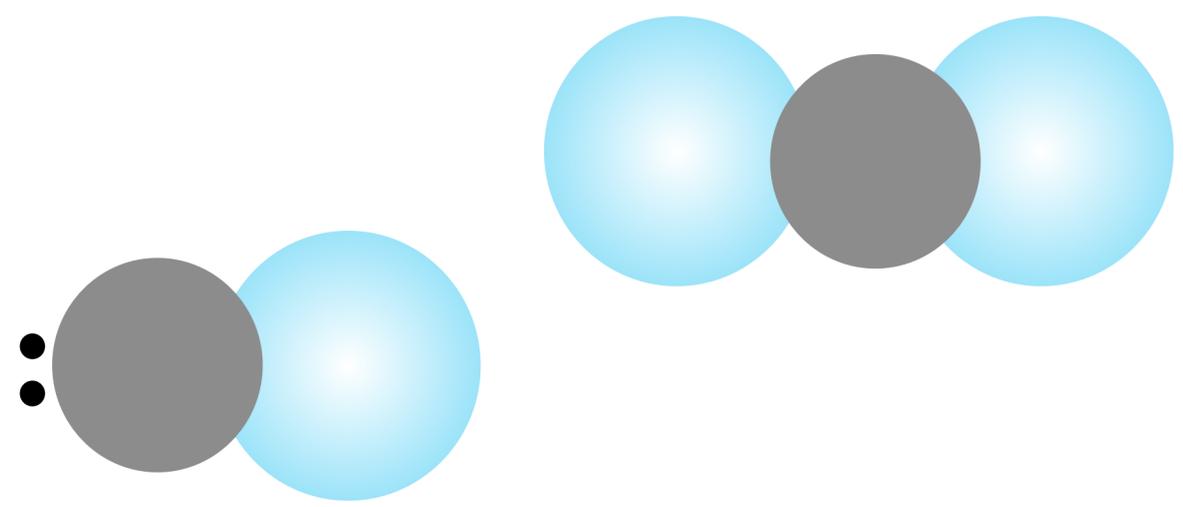
Eau semi-lourde, eau lourde, eau super lourde - Energie atomique - Bombes A et H

Liaison entre deux molécules d'eau par une liaison appelée hydrogène

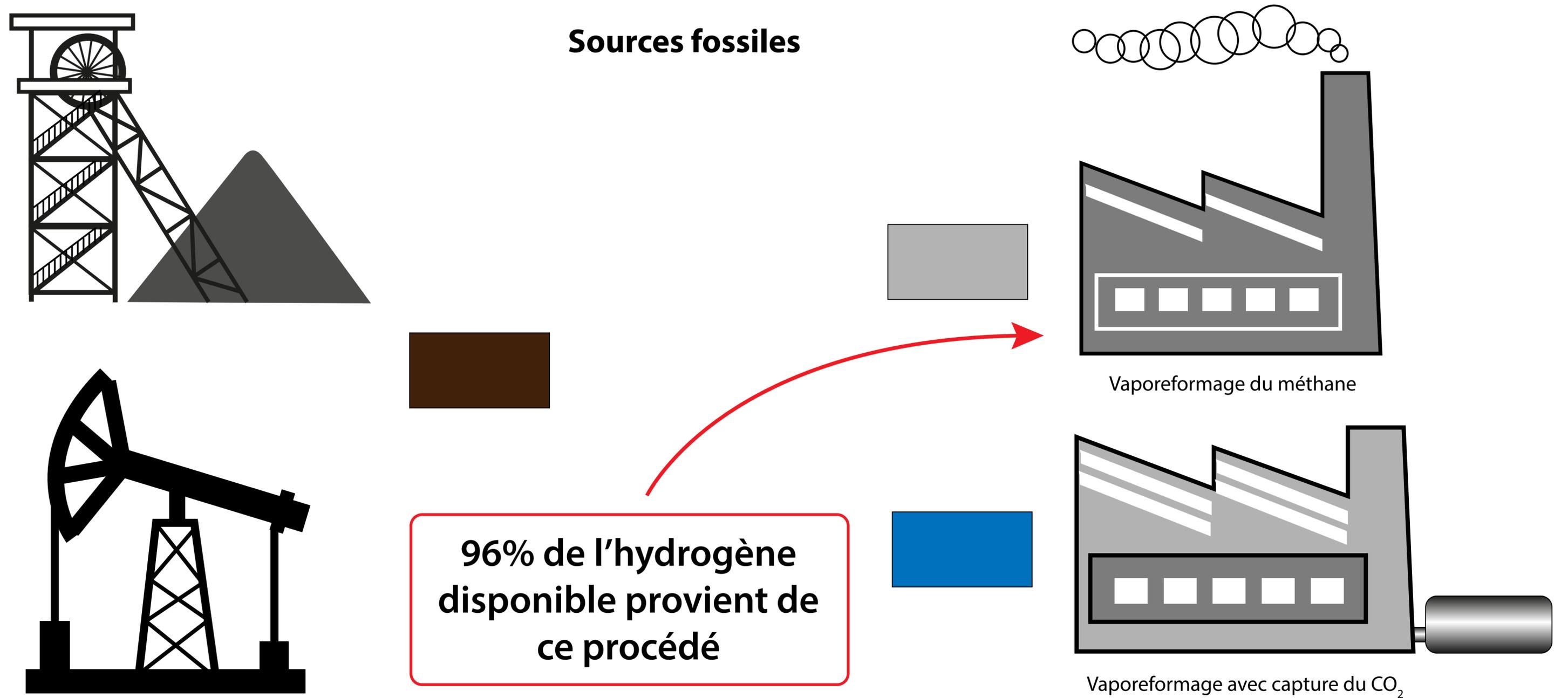




Mono et Dioxyde de carbone



Les «couleurs» de l'hydrogène (1)



Aujourd'hui 96% de l'hydrogène disponible est produit par thermolyse à partir d'une source fossile

Gazéification : H Brun/Noir

Première unité de fabrication : du **charbon** est chauffé à **800-1000°C** (sans combustion) en présence d'**oxygène et de vapeur d'eau**.

Deuxième unité de fabrication : le mélange de monoxyde de carbone et de vapeur d'eau obtenu est transformé vers **400°C** puis vers **200°C** en dioxyde de carbone (CO₂) et en hydrogène par *conversion catalytique (palladium, du rhodium, platine...)*:



Le CO₂ produit doit être capturé et stocké.

Pyrolyse : H Turquoise

Le méthane (CH₄) est séparé à **très haute température** par un procédé appelé pyrolyse. L'hydrogène est libéré sous forme de gaz et le carbone sous forme solide. Le

carbone solide est réutilisé comme matière première. Ce processus est dit «bas-carbone» parce que le CO₂ n'est pas relâché dans l'atmosphère. Encore faut-il que l'énergie fournie pour la pyrolyse soit renouvelable !

Vaporeformage : H Gris

Un **gaz naturel** (CH₄) réagit avec de la vapeur d'eau dans un mélange à **500-1000 °C** à **haute pression (17-33 bars)**.

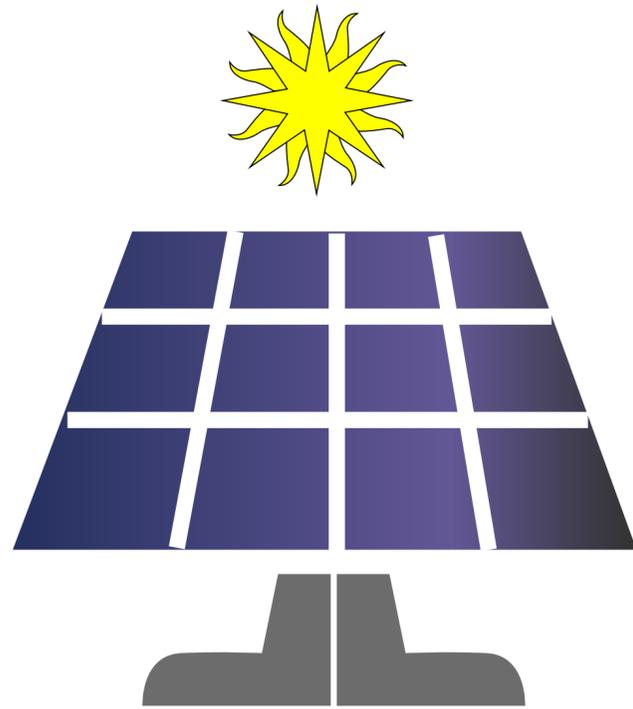
Il faut aussi des catalyseurs métalliques (Ni, NiO). Cela produit du dioxyde de carbone et de l'hydrogène.

$\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3 \text{H}_2$ puis $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$
mais aussi des **NOx**

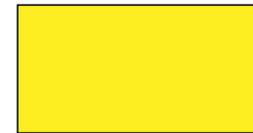
Bleu

L'hydrogène est dit bleu si le CO₂ formé est capturé pour ne pas être envoyé dans l'atmosphère.

Les «couleurs» de l'hydrogène (2)



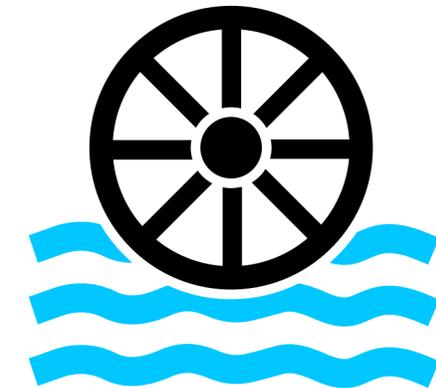
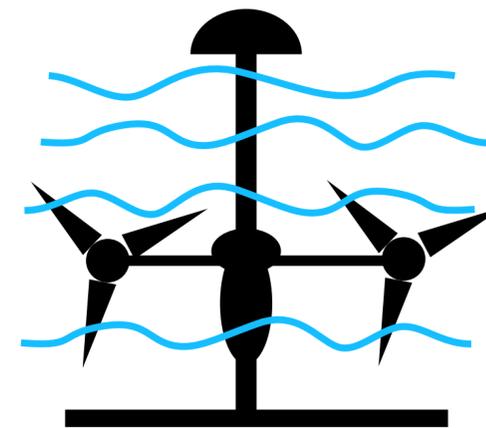
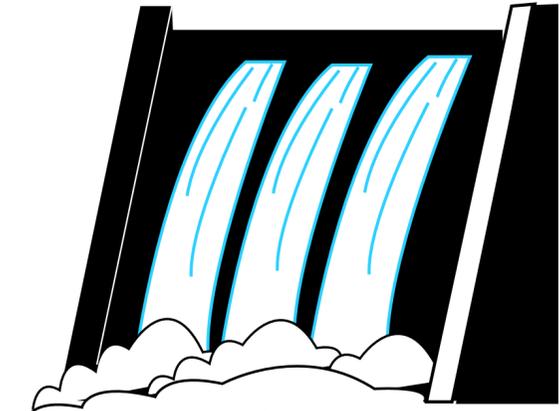
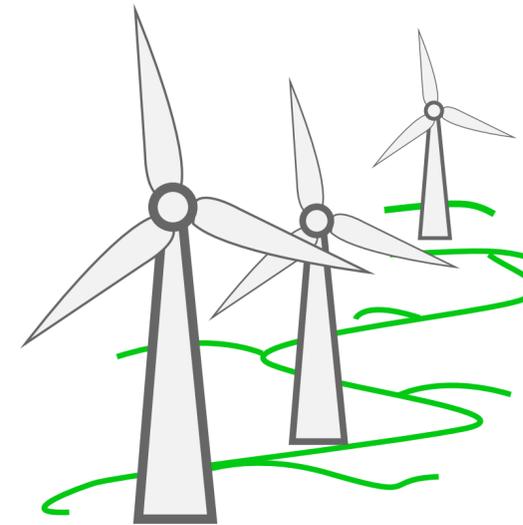
Hydrolyse de l'eau
à partir de
Sources renouvelables
mais ± alternatives



4 fois plus cher que le gris!



mais un moyen de stocker
l'énergie alternative ?



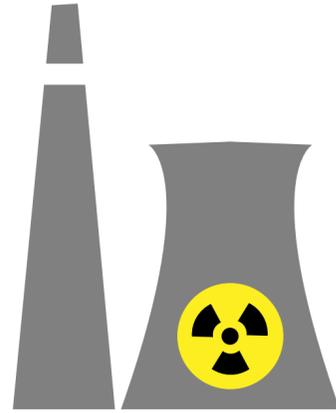
Autre procédé :

Craquage de l'eau par photocatalyse

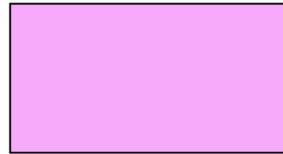


Expérimental et demande beaucoup d'énergie

Les «couleurs» de l'hydrogène (3)



pour électrolyse de l'eau



**L'uranium est une source fossile
et dépendante !**

On a découvert

**des nappes de dihydrogène
dans des puits naturels :**

**Mali (1990), Russie (2008), Nouvelle-Calédonie,
Pyrénées, Drôme, Cotentin,...**

**Capture, purification (azote, hélium,...)
puis compression (infrastructures)
puis transport**



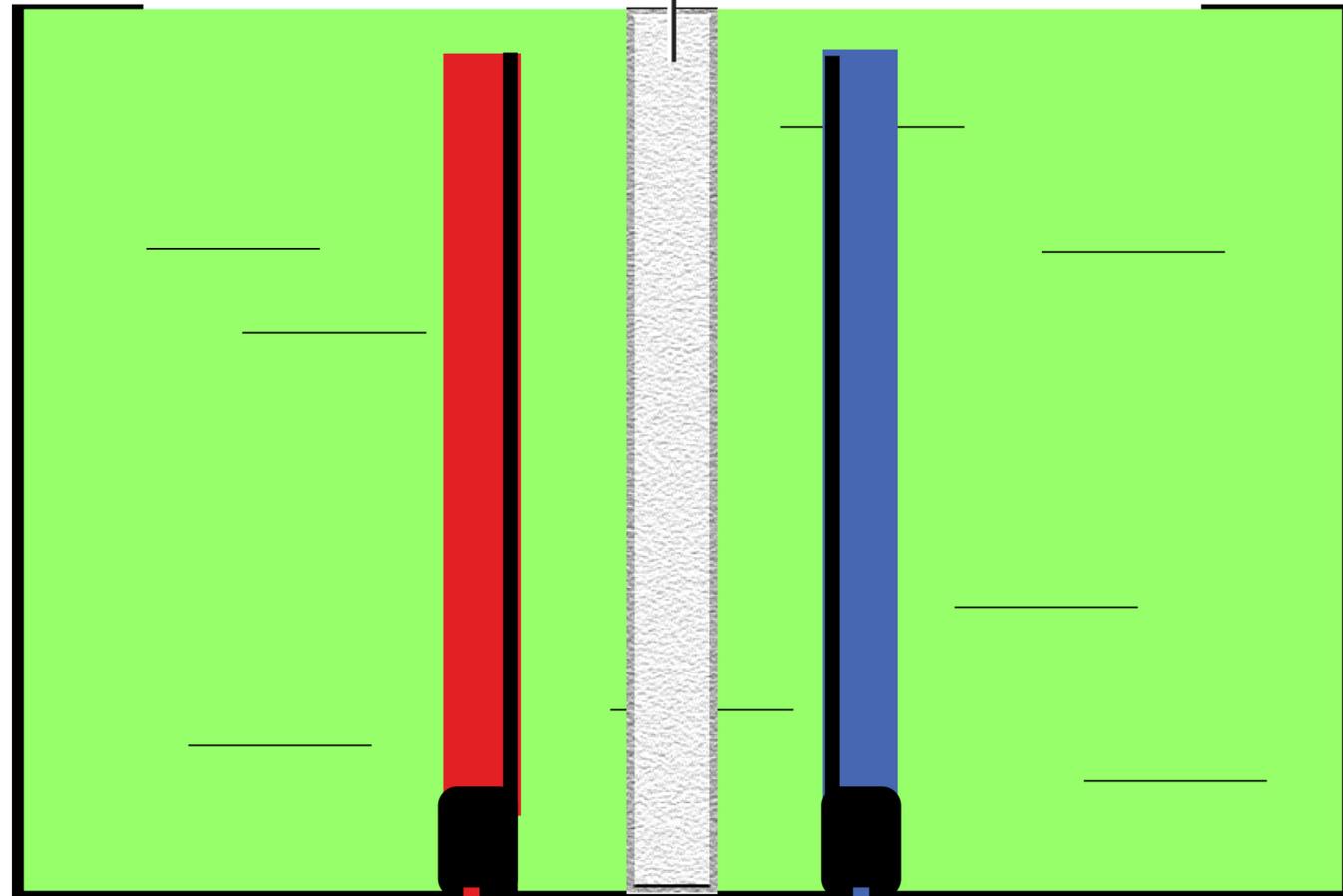
Oui, mais...

**L'hydrogène blanc est en fait
une source fossile !**

Obtenir de l'hydrogène par électrolyse

Découverte de Michael Faraday en 1897

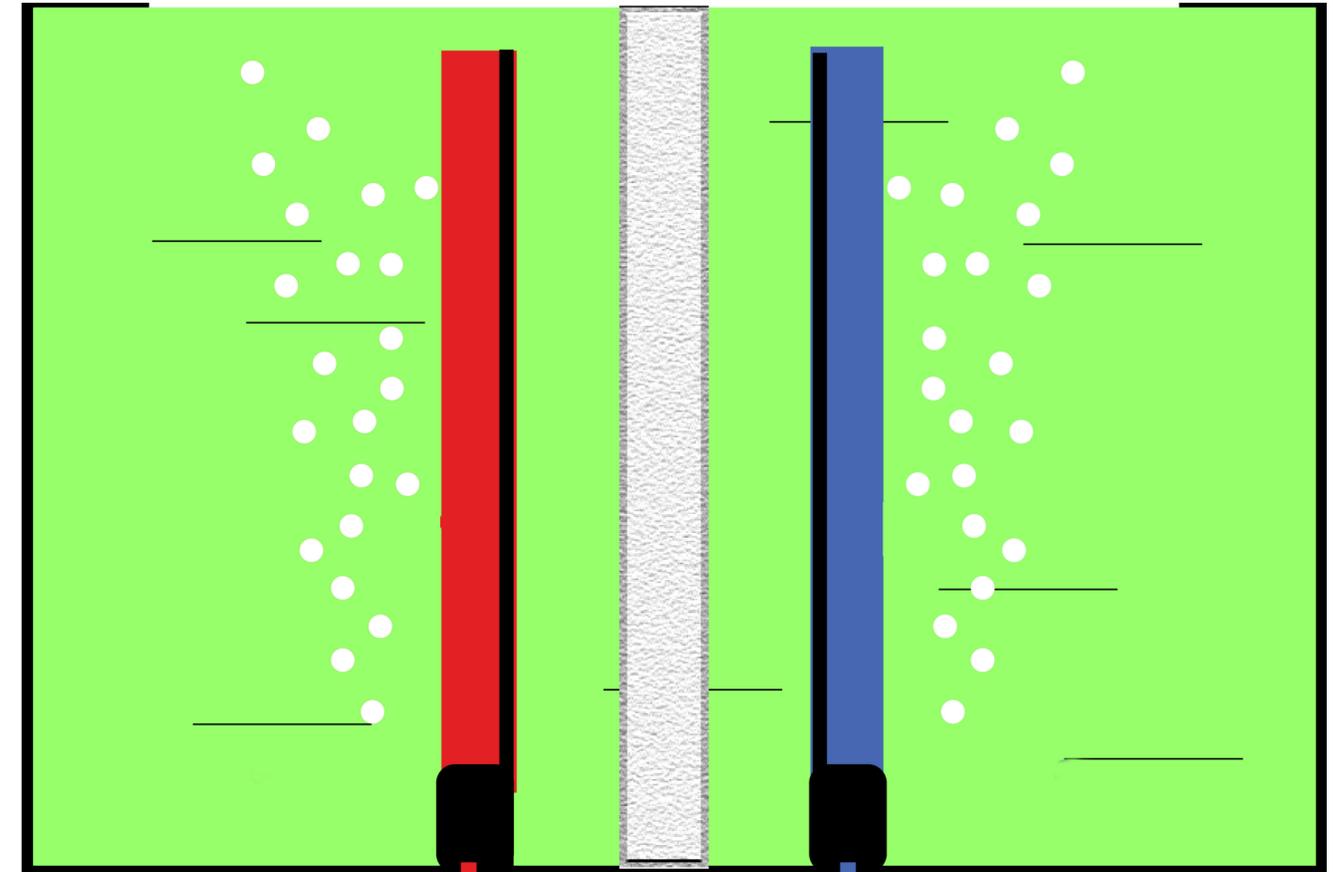
Membrane poreuse



Électrodes

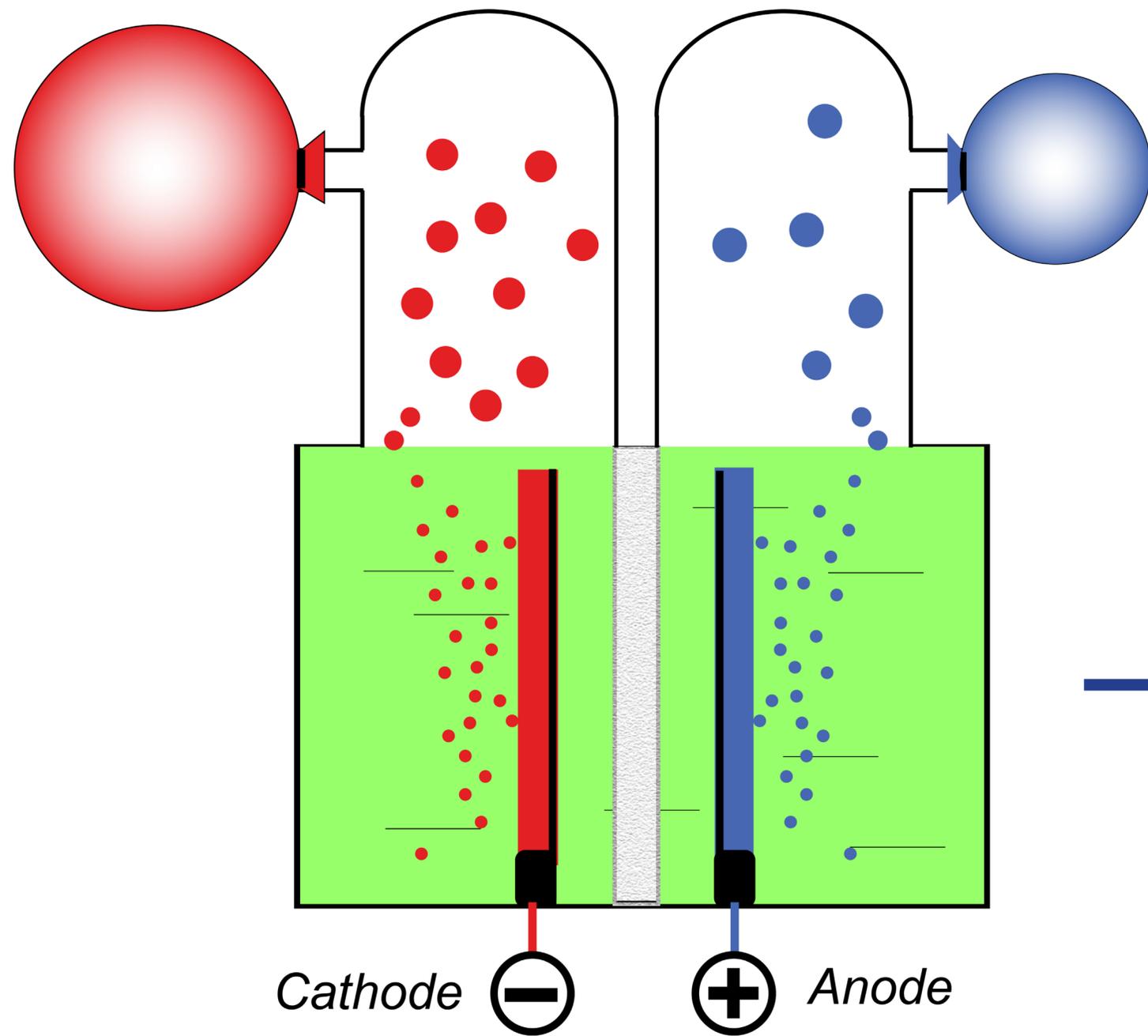
Eau distillée + sulfate de sodium + colorant

A plus, C'est moins qu'on puisse dire !

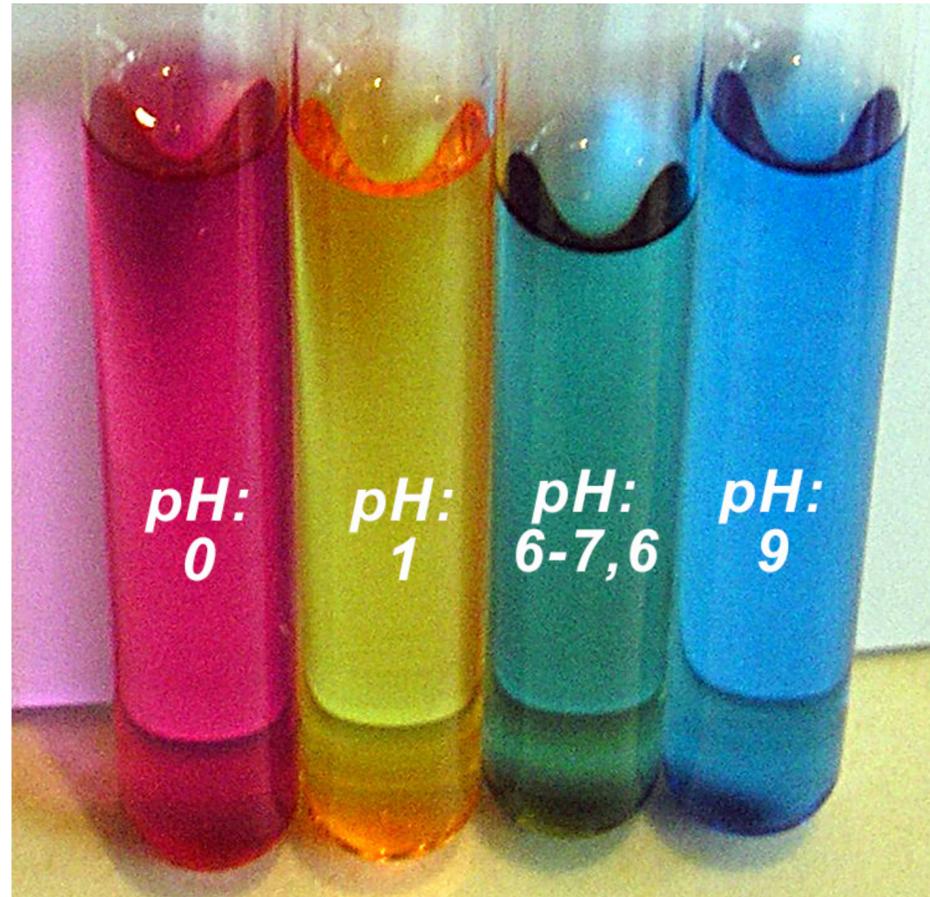


Cathode \ominus \oplus Anode

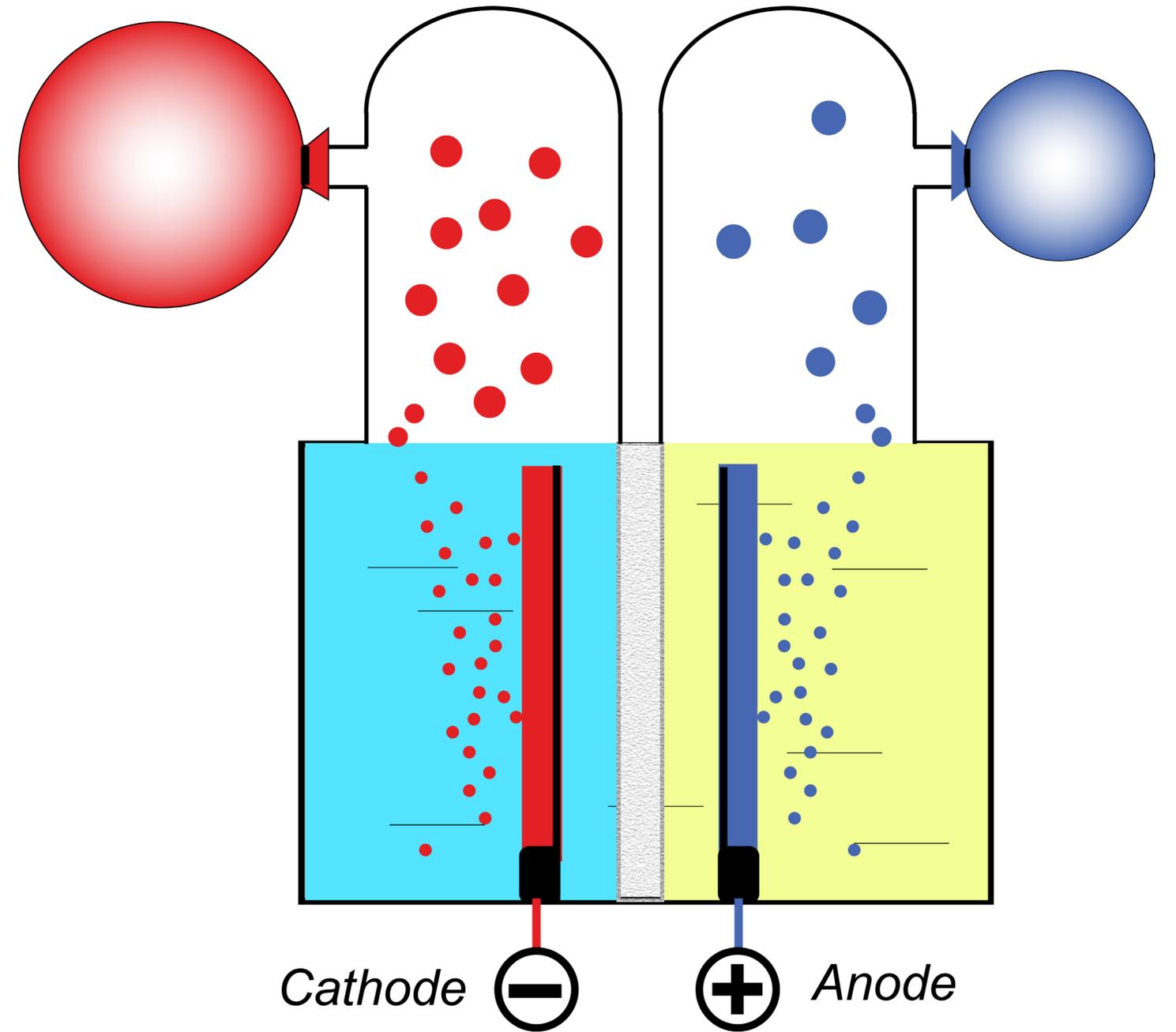
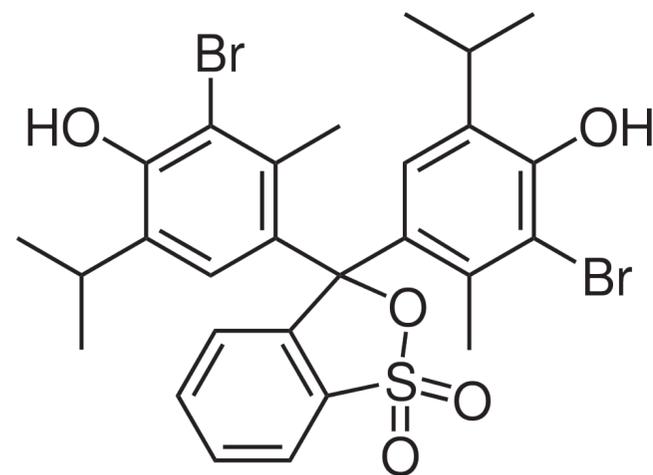


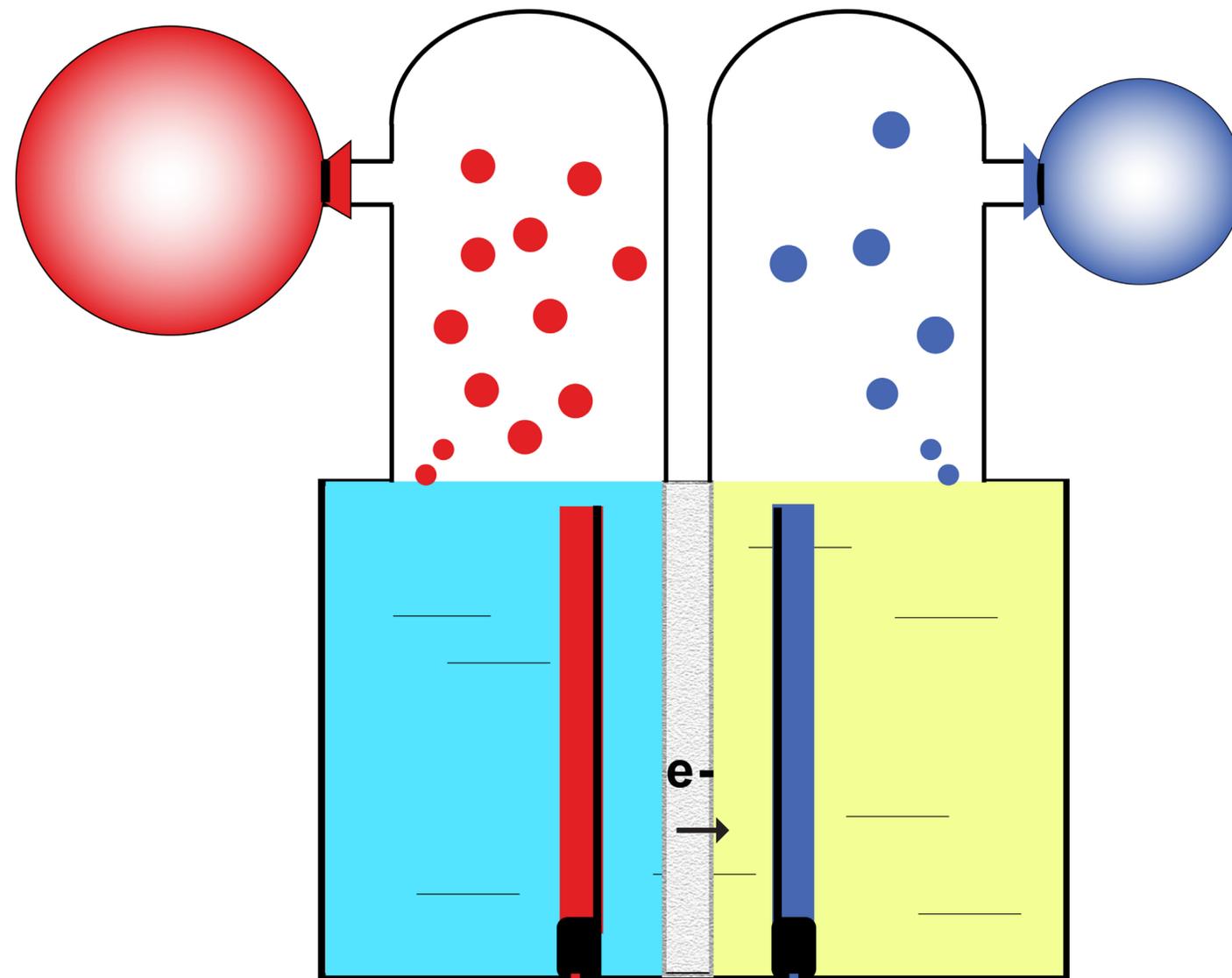


Le temps
passe



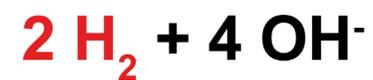
Le colorant est du Bleu de bromothymol
Bleu en milieu basique - Jaune en milieu acide





Cathode \ominus

\oplus Anode

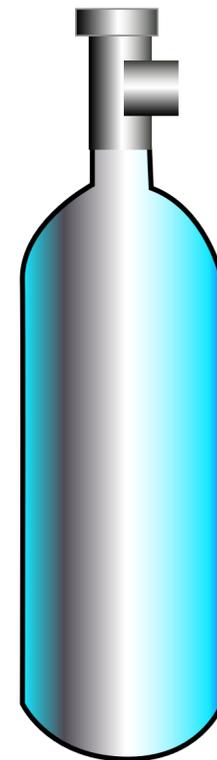


Le bilan gazeux montre
qu'il se dégage
2 fois plus d'hydrogène
que d'oxygène

Volume de stockage pour 1 kg d'hydrogène

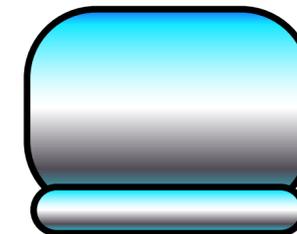


Compressé 700 bars



24 litres

liquéfié



14 litres

Pour 1 T d'hydrogène produit

	par Electrolyse	par Vaporeformage
Coût	5600 €* 	1680 €
Empreinte CO₂	5,1 T**	7,1 T

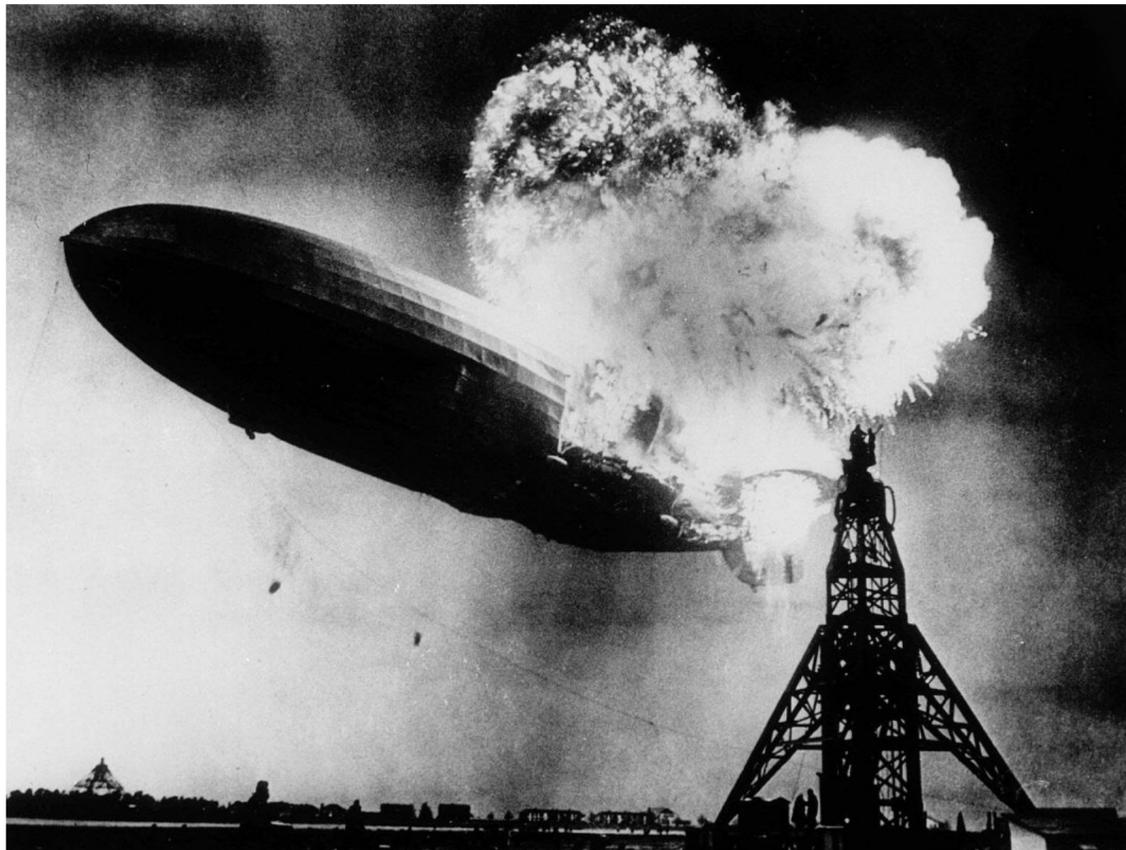
** le coût de l'électricité*

*** origine de l'électricité*

*En passant, Greta Thunberg a déclaré le 11/10/2022
qu'arrêter les centrales nucléaires allemandes « serait une faute »*

L'hydrogène gaz

plus léger que l'air mais...



L'hydrogène est inflammable mais présente un potentiel de sustentation de 7% supérieur à l'hélium (inflammable).

Avant guerre l'hélium, rare et cher, était essentiellement produit aux Etats-Unis dont la législation interdisait sa commercialisation

Le LZ 129 Hindenburg avait parcouru environ 337 000 km en 63 voyages

Le 6 mai 1937... pour une cause non connue (étincelle, décharge électrostatique,...)

190 000 m³ d'hydrogène se mélange à l'air et s'enflamment !

Pourtant, depuis 1997 ...
Reprise des vols de
Ballons semi-rigides



ZLT Zeppelin Luftschiftechnik

Oui mais, avec de l'hélium !



Lockheed Martin

Hydrogène utilisé comme
co-carburant pour les fusées



**L'hydrogène est un
des Ergols liquides
(Ariane V)**

LOX (-183°C) - LH2 (-253°C)

Masse Vol LOX : 1141 kg/m³

Masse Vol LH2 : 71 kg/m³

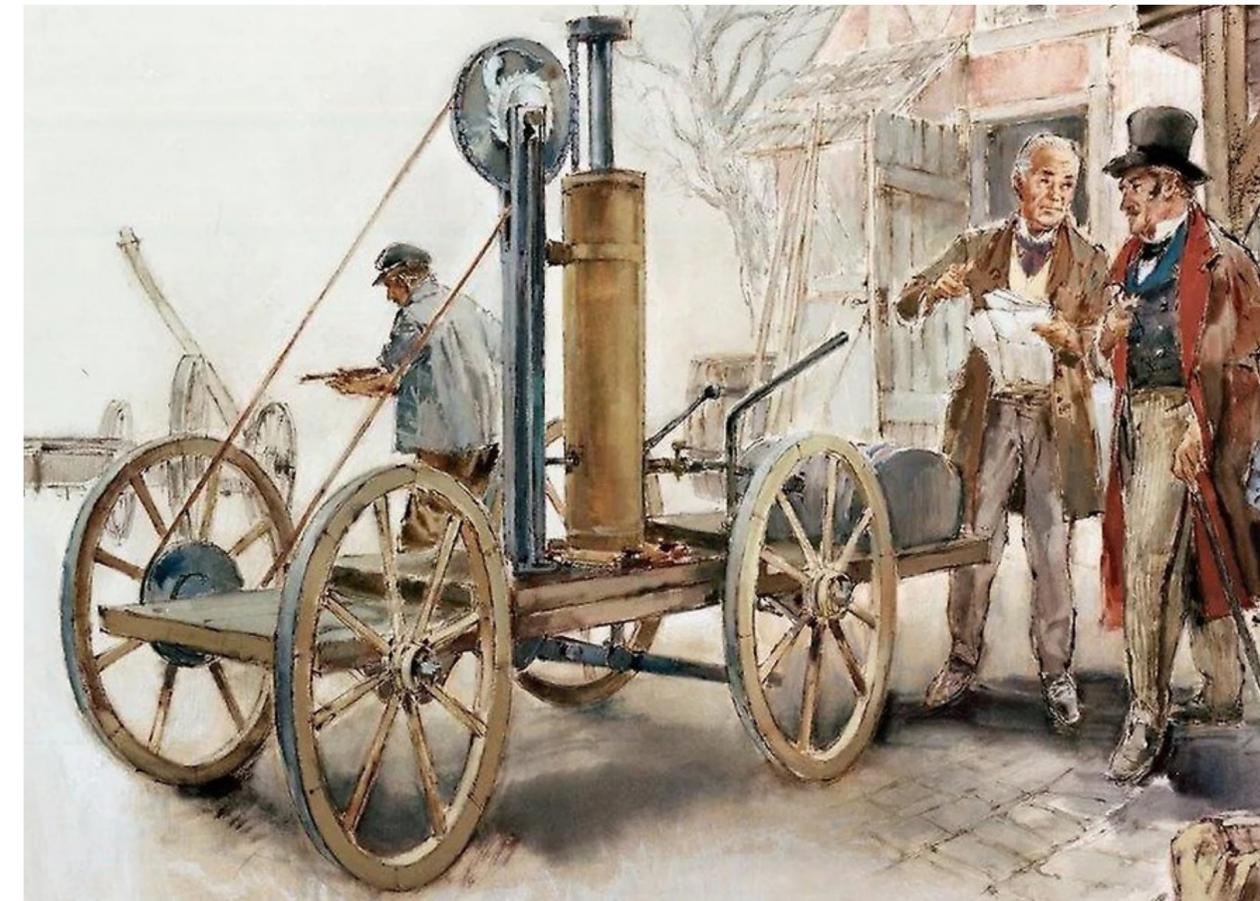
L'hydrogène et la voiture

Le Suisse François **Isaac de Rivaz** (1752-1828)
invente en 1804-1807 un moteur à piston alternatif :

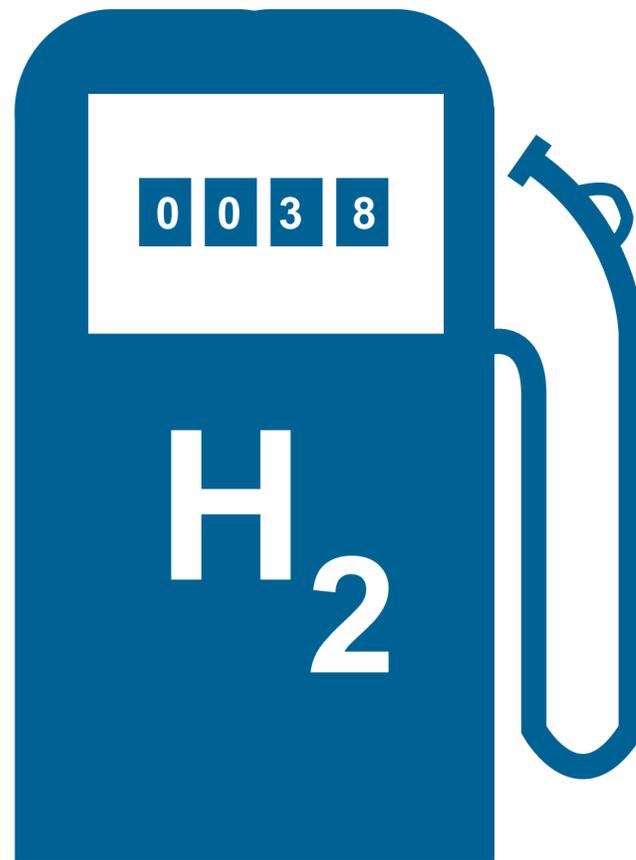
- Premier moteur à combustion interne dit "à explosion"
- Fonctionnant à l'hydrogène (mélange **sulfure d'hydrogène** et **oxygène**)

Systeme manuel pour admettre le mélange gazeux,
provoquer l'étincelle par une pile Volta
et évacuer les gaz

En 1813, il permet à un fardier de 1T d'avancer
sur des pentes fortes
> Charge de 350 kg, pente de 9%, 3 km/h



L'hydrogène et la voiture



**Mélanger de l'hydrogène liquide
à de l'essence ?**

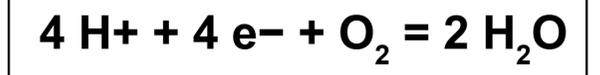
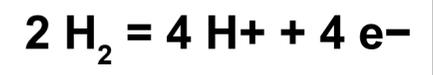
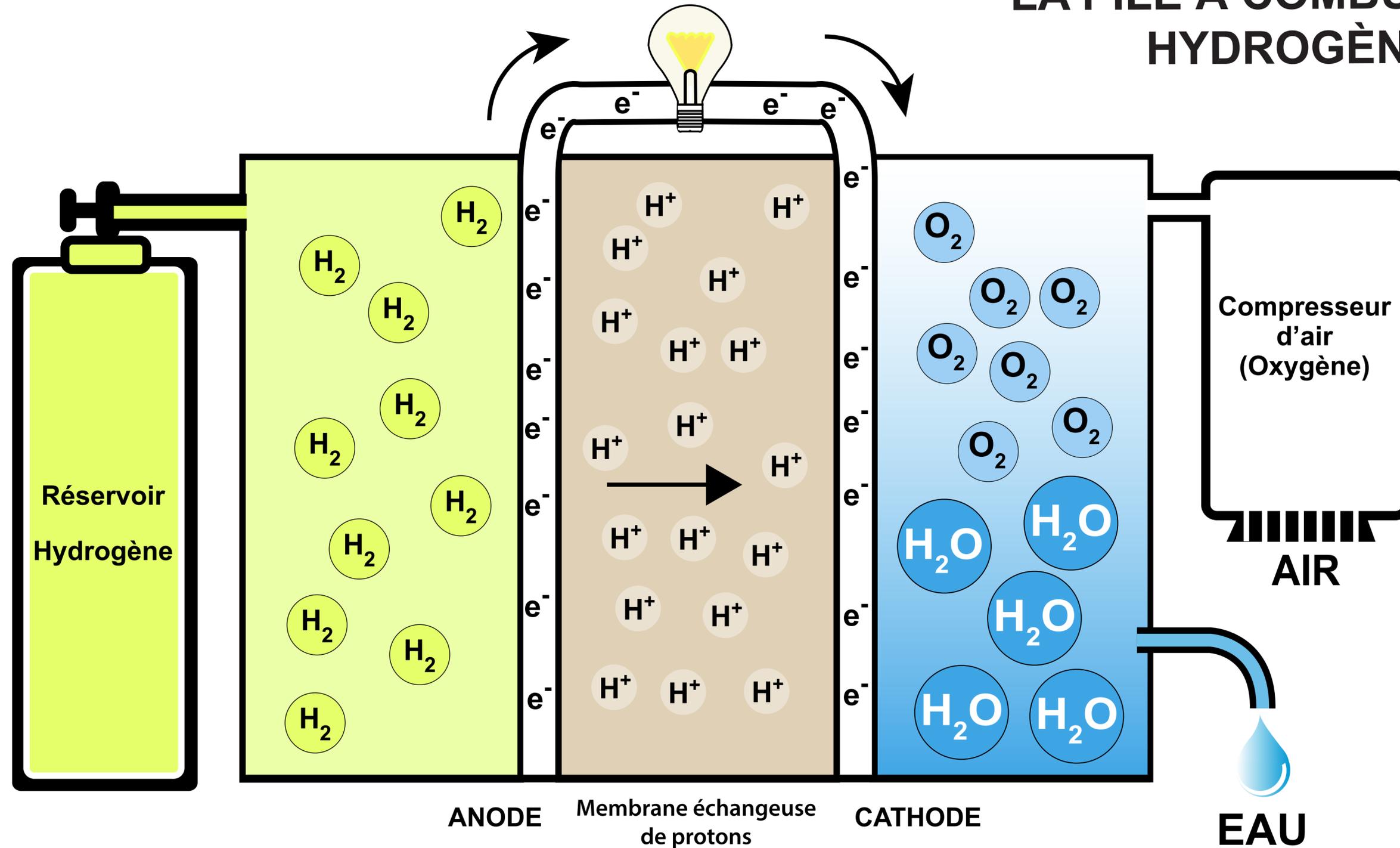
Pouvoir calorifique

H₂ : 141 000 kJ/kg - Essence : 48 000 kJ/kg

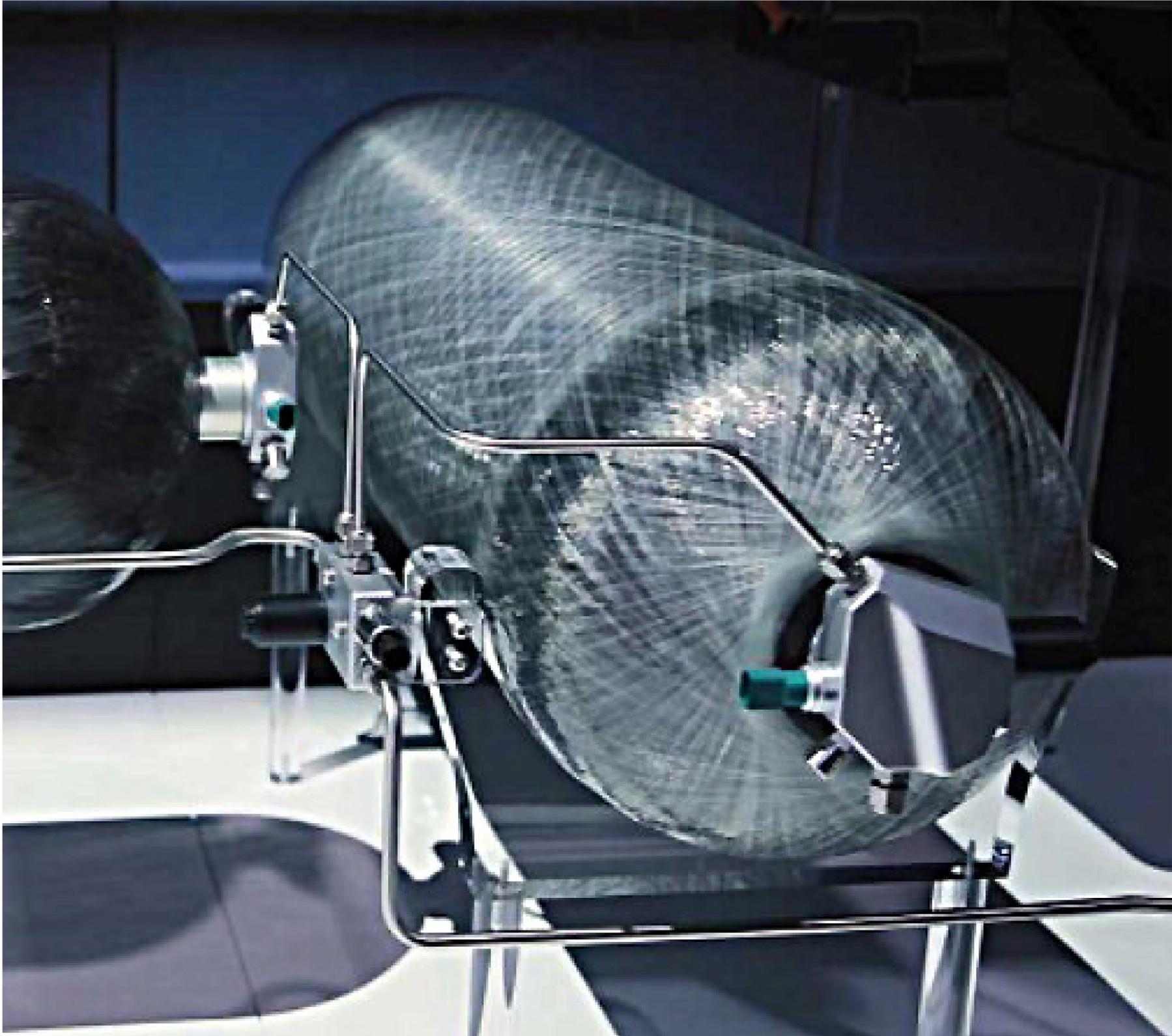
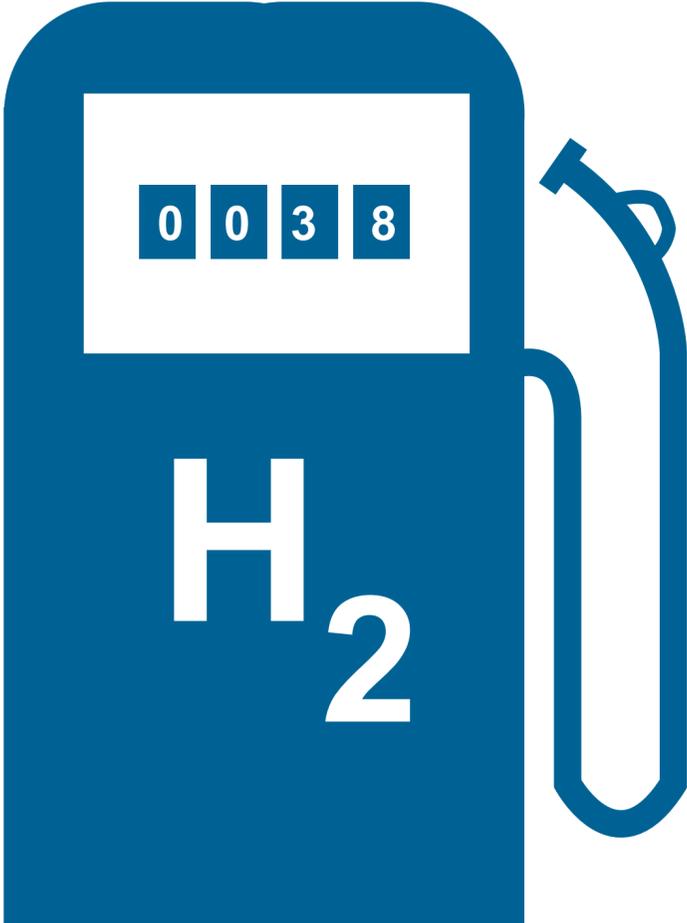
C'est possible avec des infrastructures et
des moteurs adaptés

Oui mais... **c'est hyper dangereux !**

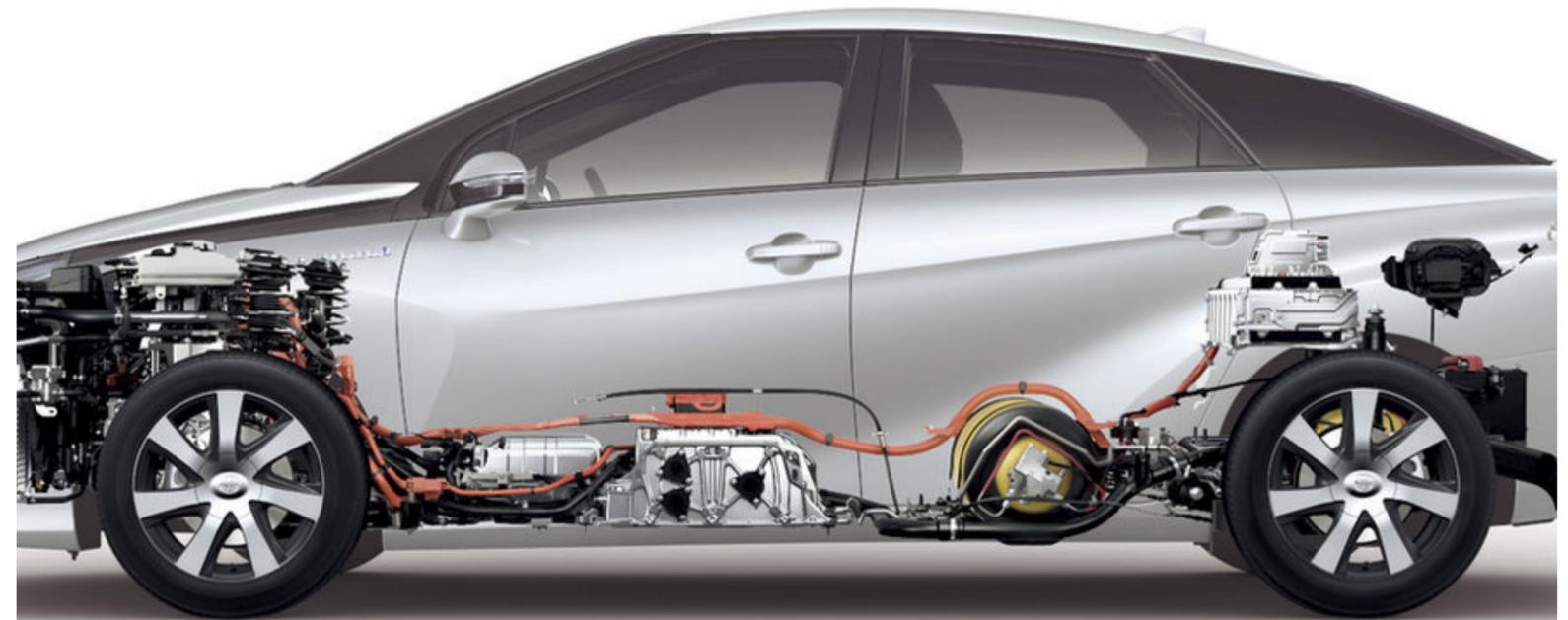
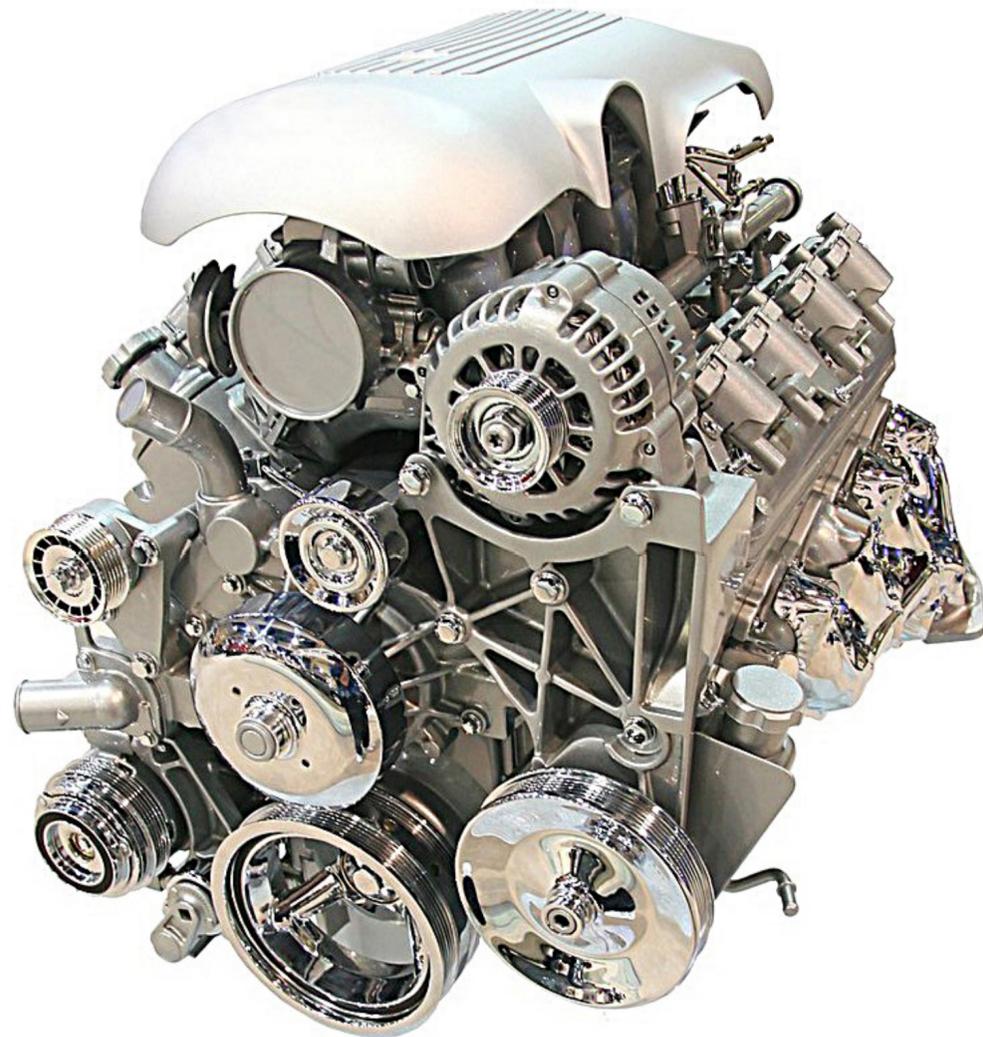
LA PILE À COMBUSTIBLE HYDROGÈNE



Des réservoirs testés à 1500 bars

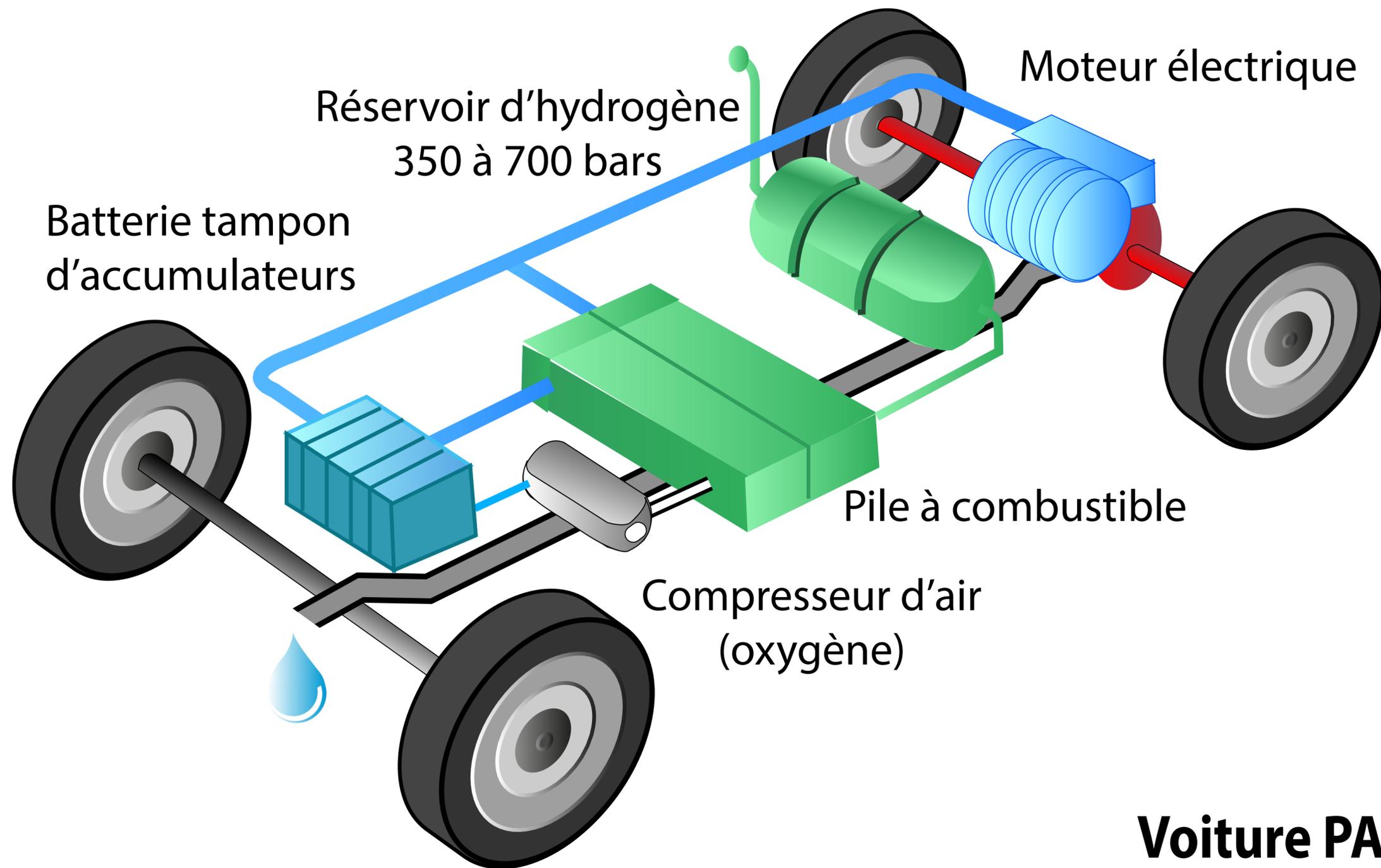


Voiture avec moteur électrique alimenté par une pile à combustible à hydrogène



Source Toyota Mirai Daniel BockWoldt -Belgalmage

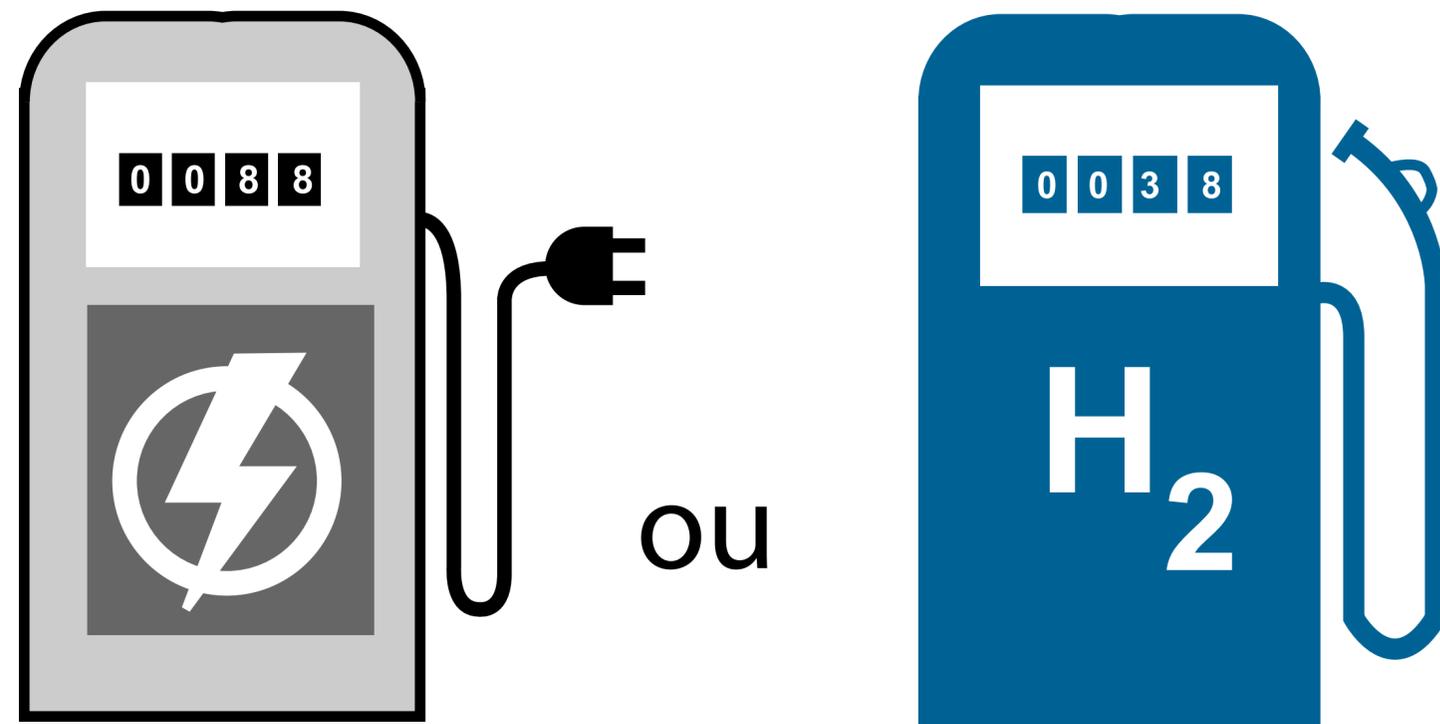




Voiture PACH

Il existe d'autres PAC (acide phosphorique, alcool,...) mais les effluents sont loins d'être verts !

L'hydrogène et le moteur électrique



Pile à combustible hydrogène
ou
Batterie ?

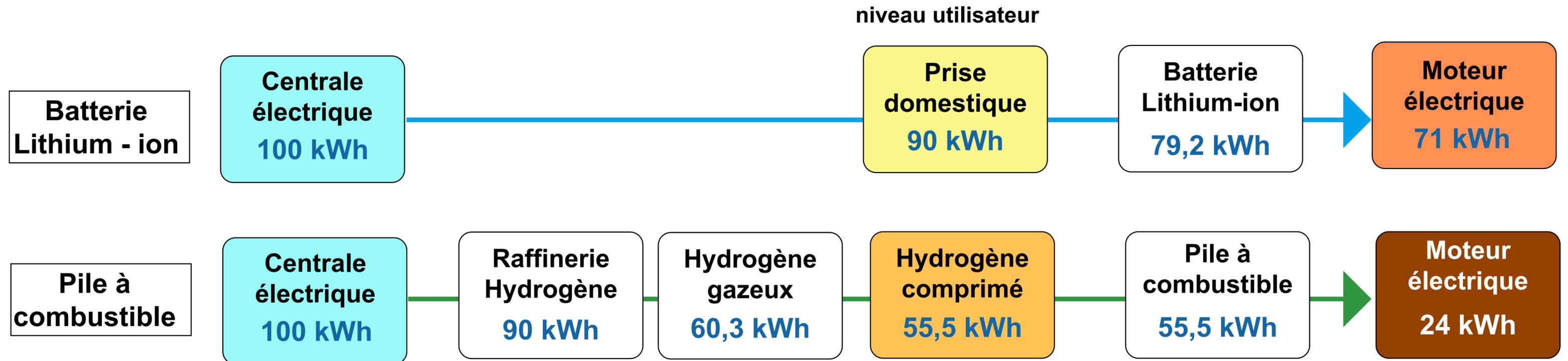
Côté pollution

Rendement et coût

Temps de faire le plein

VE vs PAC

Puissances disponibles aux différentes étapes de l'utilisation



Les véhicules à PAC-H n'ont pas une autonomie supérieure aux véhicules électriques

Oui, mais...

Un élément majeur est le gain de temps pour faire le plein d'hydrogène en regard du temps de charge d'une batterie.

Il suffit de quelques minutes pour faire un plein d'hydrogène alors que pour les utilitaires de livraison électrifiés le temps de recharge reste prohibitif.

Pour les parcs, un surplus de véhicules est nécessaire pour rouler tandis que les autres sont en charge : le bilan économique est très favorable pour les VPAC.

Il est probable que les véhicules concernés en nombre par la PAC-H soient des poids lourds, des bus, des trains, des bateaux, voire des avions.

Des solutions mixtes :

Full power PAC seule

Mid range PAC recharge une batterie

Range extender PAC recharge une batterie + assure le chauffage

Paradoxe actuel

**Les améliorations sur la production d'hydrogène
seront liées à l'augmentation des applications
permettant son utilisation !**

Madame Liliane Cloâtre, ancienne directrice business dev. d'EDF-Hynamics, présidente fondatrice de Hyzel Consulting, membre de Pôle Véhicule du Futur et du Club H2 (19 mars 2022, Journée de l'IESF, à Charade).

Un procédé économe et innovant pour la synthèse de la chimie verte

Par Loïc Chauveau le 29.09.2022 à 16h08, mis à jour le 30.09.2022 à 14h50

29 Sept 2022

Une technologie sobre

A Sempigny, ENERGO a obtenu une dérogation des pouvoirs publics car l'injection de gaz de synthèse dans le réseau de gaz naturel n'est pas autorisée par la réglementation. Ainsi, en association avec une équipe de GRTgaz et GRDF, ENERGO a pu injecter en juillet 2022 du gaz produit à titre expérimental, ce qui lui a permis de valider la robustesse de la technologie et ses performances. *"Il s'agit d'une technologie qui consiste à exciter les gaz par un champ électrique à basse température et à pression atmosphérique, explique Maria Mikhail, directrice technique à ENERGO. Etant donné que nous n'avons pas besoin de chauffer, le rendement global de notre procédé est toujours très élevé, avec une consommation d'énergie inférieure à 1 % comparée à celle produite".* Cette absence de chauffage offre un autre avantage : le démarrage à froid se fait en quelques secondes. Par ailleurs, le procédé est aussi insensible à la plupart des polluants, comme l'oxygène et les COVs (composés organiques volatils). Il n'y a donc pas besoin de purifier le gaz à l'entrée.

Exemple d'un article très récent qui demande pour chacun des recherches complémentaires et une critique forte

A Sempigny, l'innovation ne paie pas de mine. Cette technologie occupe la taille d'une petite armoire, soit très peu de place à côté des méthaniseurs qui la nourrissent.

Le plasma froid traite ici en effet le CO2 issu de la méthanisation. *"Ainsi, le procédé de méthanation d'ENERGO permet de valoriser aussi des déchets plastiques ou des déchets bois, en associant notre technologie à celle de la pyrogazéification, qui permet de produire du syngaz, un mélange de monoxyde de carbone et d'hydrogène, à partir duquel nous pouvons ensuite fabriquer du méthane",* poursuit Maria Mikhail. Laquelle imagine de nombreux débouchés. En plus du méthane, ENERGO travaille sur la synthèse d'autres molécules d'intérêts comme de l'hydrogène, du monoxyde de carbone, des molécules de base pour l'industrie chimique, du biométhanol, et d'autres biocarburants liquides. *"Nous envisageons également de produire de l'hydrogène à partir d'ammoniac synthétisé par l'énergie photovoltaïque dans des régions ensoleillées du monde comme le Sahara, puis transporté par bateau jusqu'en Europe et transformé ici grâce à notre procédé très économe",* poursuit Maria Mikhail.

Le plasma froid traite ici en effet le CO₂ issu de la méthanisation. "Ainsi, le procédé de méthanation d'ENERGO permet de valoriser aussi des déchets plastiques ou des déchets bois, en associant notre technologie à celle de la pyrogazéification, qui permet de produire du syngaz, un mélange de monoxyde de carbone et d'hydrogène, à partir duquel nous pouvons ensuite fabriquer du méthane", poursuit Maria Mikhail. Laquelle imagine de nombreux débouchés. En plus du méthane, ENERGO travaille sur la synthèse d'autres molécules d'intérêts comme de l'hydrogène, du monoxyde de carbone, des molécules de base pour l'industrie chimique, du biométhanol, et d'autres biocarburants liquides. "Nous envisageons également de produire de l'hydrogène à partir d'ammoniac synthétisé par l'énergie photovoltaïque dans des régions ensoleillées du monde comme le Sahara, puis transporté par bateau jusqu'en Europe et transformé ici grâce à notre procédé très économe", poursuit Maria Mikhail.

Critique d'un article

Des termes et procédés qui doivent bien compris avec des recherches personnelles

Plasma froid

Méthanisation
Méthanation

Pyrogazéification

- 1- Produire de l'hydrogène au milieu du Sahara
- 2- puis le transporter en Europe par bateau
- 3- afin de le transformer en méthane
- 4- et pouvoir l'injecter dans le gaz de ville

Wouahou !

Plasma

Dans les conditions usuelles, un gaz ne conduit pas l'électricité car il ne contient quasiment aucune particule chargée libre (électrons ou ions). Lorsque ce gaz est soumis à un champ électrique faible, il reste un isolant électrique car il n'y a pas d'augmentation du nombre de particules chargées. Mais si le gaz est soumis à un fort champ électrique (30 kV/cm³ pour l'air à la pression atmosphérique), des électrons libres et des ions positifs peuvent apparaître en quantité significative de telle sorte que le gaz devienne conducteur. Le fluide gazeux est alors appelé plasma et peut être froid ou chaud ().

Pyrogazéification

Les déchets sont portés à plus de 1000 degrés en présence d'une faible quantité d'oxygène. En dehors du résidu solide, l'ensemble du déchet est ainsi converti en gaz. La pyrogazéification correspond à la production de biométhane de 2e génération.

Méthanisation

C'est un processus naturel permettant de produire du biogaz à partir de déchets organiques. Le processus à l'œuvre est appelé digestion anaérobie. Les matières organiques sont chauffées dans un milieu pauvre en oxygène, ce qui favorise leur dégradation par les bactéries et produit du méthane. Ce biogaz, après traitement, peut être injecté dans le réseau de gaz naturel sous forme de biométhane et servir aux mêmes usages.

Méthanation

C'est un procédé qui vise à créer une réaction chimique ou biologique en combinant de l'hydrogène avec du dioxyde de carbone ou du monoxyde de carbone. Le résultat obtenu est un gaz appelé méthane de synthèse.

Pour conclure

**Soyez toujours curieux, critiques,
méfiants mais non bornés,...
rigoureux sur vos méthodes
et honnêtes sur vos résultats.**

Bref, de bons scientifiques à tous niveaux.

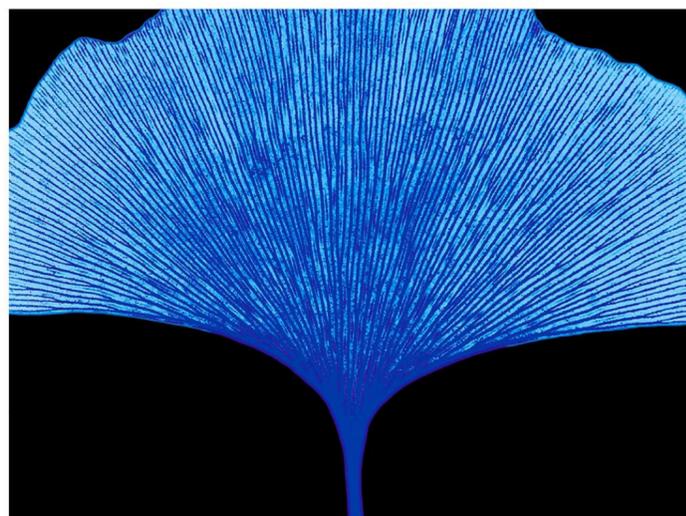
Merci de votre attention

Gérard Mouillaud
Président de l'ADASTA

A vous faire offrir pour Noël

OLIVIER HAMANT

LA TROISIÈME VOIE DU VIVANT



Odile
Jacob

Le culte de la performance conduit notre société à mettre en avant les valeurs de la réussite et de l'optimisation permanente dans tous les domaines. La lenteur, la redondance, l'aléatoire sont alors perçus négativement. Olivier Hamant, dans ce livre, tente de les réhabiliter en s'appuyant sur sa connaissance des processus du vivant.

Que nous apprennent les sciences de la vie ? S'il existe bien des mécanismes biologiques remarquablement efficaces, des progrès récents mettent surtout en avant le rôle fondamental des erreurs, des lenteurs, des incohérences dans la construction et la robustesse du monde naturel. Le vivant serait-il alors *sous-optimal* ? En quoi une sous-optimalité d'inspiration biologique peut-elle constituer un contre-modèle au credo de la performance et du contrôle dans l'Anthropocène ?

Face aux constats pessimistes et aux alarmes environnementales, l'auteur propose des pistes d'action pour éviter la catastrophe et esquisse des solutions pour un avenir viable et réconcilié avec la nature.

Olivier Hamant est chercheur à l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (Inrae) au sein de l'École normale supérieure de Lyon. Biologiste interdisciplinaire, il a publié une centaine d'articles scientifiques, notamment sur les mécanismes cellulaires guidant la forme des plantes. Il dirige également l'Institut Michel-Serres et assure des formations sur la nouvelle relation de l'humanité à la nature.

1 1 H Hydrogène 2,2																	2 4 He Hélium						
3 7 Li Lithium 0,98	4 9 Be Beryllium 1,57																	5 11 B Bore 10,81	6 12 C Carbone 12,01	7 14 N Azote 14,01	8 16 O Oxygène 3,44	9 19 F Fluor 3,98	10 20 Ne Néon
11 23 Na Sodium 0,93	12 24 Mg Magnésium 1,31																	13 27 Al Aluminium 1,61	14 28 Si Silicium 1,9	15 31 P Phosphore 2,19	16 32 S Soufre 2,58	17 35 Cl Chlore 3,16	18 40 Ar Argon
19 39 K Potassium 0,82	20 40 Ca Calcium 1,0	21 45 Sc Scandium 1,36	22 48 Ti Titane 1,54	23 51 V Vanadium 1,63	24 52 Cr Chrome 1,66	25 55 Mn Manganèse 1,55	26 56 Fe Fer 1,83	27 59 Co Cobalt 1,88	28 59 Ni Nickel 1,91	29 65 Cu Cuivre 1,9	30 65 Zn Zinc 1,65	31 70 Ga Gallium 1,81	32 73 Ge Germanium 2,01	33 75 As Arsenic 2,18	34 79 Se Sélénium 2,55	35 80 Br Brome 2,96	36 84 Kr Krypton						
37 85 Rb Rubidium 0,82	38 88 Sr Strontium 0,95	39 Y Yttrium 1,22	40 91 Zr Zirconium 1,33	41 93 Nb Niobium 1,6	42 95 Mo Molybdène 2,16	43 101 Tc Technétium 2,1	44 101 Ru Ruthénium 2,2	45 106 Rh Rhodium 2,1	46 106 Pd Palladium 2,1	47 107 Ag Argent 2,1	48 112 Cd Cadmium 2,1	49 115 In Indium 1,78	50 118 Sn Etain 1,96	51 122 Sb Antimoine 2,05	52 128 Te Tellure 2,1	53 126 I Iode 2,66	54 131 Xe Xénon						
55 133 Cs Césium 0,79	56 137 Ba Baryum 0,89	72 179 Hf Hafnium 1,31	73 181 Ta Tantale 1,66	74 184 W Wolfram 1,93	75 186 Re Rhenium 1,87	76 190 Os Osmium 2,22	77 192 Ir Iridium 2,22	78 195 Pt Platine 2,14	79 197 Au Or 1,93	80 200 Hg Mercure 2,00	81 204 Tl Thallium 1,88	82 207 Pb Plomb 1,88	83 209 Bi Bismuth 1,95	84 (209) Po Polonium 2,09	85 126 At Astate 2,2	86 (222) Rn Radon							
87 (223) Fr Francium 0,7	88 (226) Ra Radium 0,9	104 (266) Rf Rutherfordium	105 (268) Db Dubnium	106 (269) Sg Seaborgium	107 (270) Bh Bohrium	108 (269) Hs Hassium	109 (270) Mt Meitnérium	110 (270) Ds Darmstadtium	111 (281) Rg Roentgénium	112 (285) Cn Copernicium	113 (284) Nh Nihonium	114 (289) Fl Flerovium	115 (288) Mc Moscovium	116 (293) Lv Livermorium	117 (294) Ts Tennessee	118 (294) Og Oganesson							
57 (139) La Lanthane	58 139 Ce Cérium	59 141 Pr Praséodyme	60 144 Nd Néodyme	61 145 Pm Prométhée	62 150 Sm Samarium	63 152 Eu Europium	64 157 Gd Gadolinium	65 162 Tb Terbium	66 163 Dy Dysprosium	67 165 Ho Holmium	68 167 Er Erbium	69 169 Tm Thulium	70 173 Yb Ytterbium	71 175 Lu Lutécium									
89 (227) Ac Actinium	90 232 Th Thorium	91 231 Pa Protactinium	92 238 U Uranium	93 (237) Np Neptunium	94 (244) Pu Plutonium	95 (243) Am Américium	96 (247) Cm Curium	97 (247) Bk Berkélium	98 (251) Cf Californium	99 (252) Es Einsteinium	100 (257) Fm Fermium	101 (258) Md Mendélévium	102 (259) No Nobelium	103 (262) Lr Lawrencium									

TABLE PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

« Les composants des smartphones actuels

concentrent 60 à 80 %

du tableau périodique des éléments de Mendeleïev

En 2009, les américains jetaient 350 000 portables par jour

moins de 20% étant recyclés »

Olivier Hamant, « La troisième voie du vivant », Ed. Jan 2022, p.69