

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	i
RESUME.....	ii
LISTE DES TABLEAUX	v
LISTE DES FIGURES.....	vi
LISTE DES ABREVIATIONS	viii
INTRODUCTION	1
Chapitre 1. Vers la source d'énergie du futur	3
1.1 L'énergie du soleil – énergie de l'atome	3
1.2 Effet Casimir - efficacité énergétique de quelques combustibles.....	3
1.3 Propriétés de l'eau	5
1.4 HHO, la nouvelle forme gazeuse de l'eau avec une structure magnéculaire	7
1.4. 1 Introduction	7
1.4. 2 Mesures expérimentales sur le nouveau gaz HHO.....	9
1.4. 3 Interprétation magnéculaire des mesures	10
1.4. 4 La nouvelle forme gazeuse et combustible de l'eau.....	13
1.5 Conclusion.....	17
Chapitre 2. Procédé de Stanley Meyer.....	18
2. 1 La dissociation de la molécule d'eau.....	18
2. 1.1 Phénomène de polarisation.....	19
2. 1.2 L'elongation de la molécule d'eau.....	21
2. 1.3 Libération de l'atome	21
2. 2 Principe de fonctionnement du circuit d'intensification de tension (VIC)	22
2.2.1« Pure Voltage Potential » (le potentiel d'une tension pure) d'après Peter Lindemann	22
a.La tension aux bornes de LC	
b.L'énergie potentielle	
c.La tension effectue un travail (Voltage performs work)	

d.ExPLICATION proprement dite	
2.2.2 Explication de NAOHIRO SHIMIZU	24
2.3 Conclusion.....	27
Chapitre 3. Conception d'une variante d'un circuit en amont du circuit VIC	29
3.1 Cahier des charges	29
3.2 Analyse du circuit	31
3.2. 1 Circuit de l'astable lent	31
3.2. 2 Circuit de l'astable rapide	32
3.2 3 Circuit de commande du primaire du transformateur.....	33
3.3 Conception du transformateur	36
3.3. 1 Propriétés des matériaux ferromagnétiques	36
3.3. 2 Principaux types de matériaux ferromagnétiques.....	36
a.Les pertes par courants de Foucault	
b.Pertes par hystérésis	
3.4 Conclusion.....	40
CONCLUSION.....	42
Annexe 1. Calcul sur la conception du circuit	43
Annexe 2. Electromagnétisme dans les milieux diélectriques d'après Olivier GRANIER.....	49
Références	65

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Comparatif de quelques vecteurs énergétiques [6] [7] [8].....	5
Tableau II : Etape du procédé pour produire du gaz combustible [16].....	18
Tableau III : Table de vérité (output table) du circuit logique 74LS00 équivalent au 74LS37 [34]	44
Tableau IV : Obtention d'un inverseur à partir d'une porte NAND du 74LS37	44
Tableau V : Continuités ou discontinuités spatiales du champ EM [38]	56

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 :	Exemple de densité des principaux vecteurs énergétiques utilisés aujourd'hui.....	4
Figure 1.2:	Représentation de la molécule d'eau	6
Figure 1.3	Structure électronique : (a) de l'atome hydrogène et (b) de l'atome d'oxygène	6
Figure 1.4:	Polarisation O-H et charges électriques	7
Figure 1.5:	Une vue de l'un des scans GC/Gas Chromatographer du gaz	9
Figure 1.6:	Modèle de Santilli-Shillady de la molécule d'eau	11
Figure 1.7:	Une vue schématique de la plus simple magnécule biatomique	11
Figure 1.8:	Echantillon des scans supplémentaires effectués par SunLabs sur le gaz HHO	12
Figure 1.9 :	Une vue schématique du mécanisme principal sous-jacent de la création de magnécules illustré ici dans le cas de la molécule d'hydrogène	13
Figure 1.10:	Un rendu conceptuel de la molécule d'eau classique sans polarisation électrique	14
Figure 1.11:	Un rendu conceptuel de la molécule d'eau classique, cette fois avec polarisation électrique	14
Figure 1.12:	La molécule H - O - H dans laquelle toutes les polarisations électriques ont été enlevées, conséquemment le rabattage des deux atomes H polarisés l'un contre l'autre en raison de leur charge neutre et de leurs polarités magnétiques opposées fortement attractives	15
Figure 1.13:	Un rendu conceptuel d'une vue en perspective de l'hypothèse centrale présentée pour la première fois dans cette section	16
Figure 2. 1 :	Structure d'un condensateur	19
Figure 2.2:	Symbole d'une capacité	19
Figure 2.3:	Illustration de la polarisation par orientation de la molécule d'eau	21
Figure 2.4:	L'elongation de la molécule d'eau	21
Figure 2.5:	Libération des atomes	21
Figure 2.6:	Circuit d'intensification de tension	23
Figure 2.7:	Circuit d'alimentation à impulsions ultra-courtes pour l'électrolyse de l'eau basé sur le circuit IES avec le commutateur SIThy	25

Figure 2.8:	(a) Le taux et (b) l'efficacité de production d'hydrogène en fonction de la puissance	26
Figure 3.1:	Le train d'ondes de Meyer mesuré au niveau de la cellule WFC	29
Figure 3.2:	Schéma électronique du circuit GIG	30
Figure 3.3:	Illustration du mode opératoire pour la génération du train d'onde de Meyer	31
Figure 3.4:	Portion du circuit GIG à base du multivibrateur NE555	31
Figure 3.5:	Portion du circuit GIG à base du circuit logique TTL 74LS37	32
Figure 3.6:	Phénomène d'induction dans une self	33
Figure 3.7:	Réponse en tension du primaire à une commande en courant	33
Figure 3.8 :	Portion du circuit de commande	34
Figure 3.9:	Illustration du fonctionnement théorique du transistor	34
Figure 3.10:	Le circuit électronique GIG	35
Figure 3.11:	Classification des principaux types de matériaux ferromagnétiques	37
Figure 3.12:	L'énergie dissipée est proportionnelle à la surface du cycle d'hystérésis du matériau magnétique	39
Figure 3.13:	Genre de noyau ferrite utilisé présentement	39
Figure A.1:	Capacité en fonction de la période d'oscillation du NE555 pour quelques valeurs de résistances	42
Figure A.2:	Le NE555 configuré en astable	43
Figure A. 3:	Fréquence d'oscillation obtenue avec un circuit logique basse puissance en fonction de la résistance et pour quelques valeurs de capacité	45
Figure A.4:	Caractéristique -ID = f(-VGS) du transistor IRFP9240	46
Figure A.5:	Illustration de l'expérience de l'introduction d'un diélectrique entre les armatures d'un condensateur	48
Figure A.6:	Polarisation du diélectrique par l'apparition de petits dipôles	49
Figure A.7:	La polarisation électronique ou atomique	51
Figure A.8:	La polarisation d'orientation [8]	51
Figure A.9:	Illustration schématique des différents mécanismes de polarisation	52
Figure A.10	Mouvement des charges liées Mi créant le courant de charges liées	53
Figure A.11:	χ_2 agissant comme filtre coupe-bande	61
Figure A.12 :	χ_2 agissant comme filtre passe-bande	61
Figure A.13:	Intervention des divers types de polarisation	63

LISTE DES ABREVIATIONS

ICE	: Internal Combustion Engine
°C	: Degré celcius
atm	: Atmosphere
f.c.e.m	: force contre électromotrice
IES	: Inductive Energy Storage
MOSFET	: Metal Oxide Semiconducteur Field Effect Transistor
SIThy	: Static Induction Thyristor
UV	: Ultraviolet
VIC	: Voltage Intensifier Circuit
WFC	: Water Fuel Cell
Ωm	: Ohmmètre
uma	: Unité de masse atomique
psi	: Pound per square inch
scf	: Standard cube feet

INTRODUCTION

La technologie du moteur à combustion interne (ICE : sigle de l'appellation anglophone : Internal Combustion Engine) utilisé dans les automobiles modernes a fait son apparition depuis plus de cent ans. Elle a précédé la radio, la télévision, les avions, la pénicilline, le vaccin contre la polio, l'énergie nucléaire, l'Internet et les téléphones cellulaires. Et pourtant si les moteurs d'automobiles modernes sont contrôlés par ordinateurs, leur rendement n'est encore en moyenne que d'environ 18 %.

Plus de 80 % de l'énergie totale contenue dans l'essence est perdue sous forme de chaleur dans les gaz d'échappement du moteur et à travers les parois des cylindres, et consommée en friction et travail pour faire fonctionner l'équipement de bord. A vitesse lente, ce rendement est encore plus faible, car un travail utile moindre est développé.

Le rendement d'un moteur à combustion interne, essence ou diesel, peut être considérablement amélioré par l'injection d'une très faible quantité d'un mélange d'hydrogène et de l'oxygène gazeux dans l'admission d'air du moteur. [1]

Aux Philippines, 1969 fut aussi l'année où un inventeur philippin affirme avoir commencé le bricolage d'un concept révolutionnaire pour l'industrie automobile. Son idée était d'utiliser de l'hydrogène issu de l'eau ordinaire pour alimenter les voitures.

Et, 30 ans plus tard, l'inventeur Daniel Dingel conduisant la seule voiture alimentée à l'eau au monde, se plaint toujours que les fonctionnaires et les scientifiques du gouvernement philippin refusent d'appuyer son invention [2].

Stanley MEYER est l'inventeur le plus connu dans le domaine : « Super-efficient Electrolysis » (littéralement : électrolyse super-efficace), et son travail aura inspiré beaucoup d'autres. Son concept d'origine de l'électrolyse était capable de produire bien plus de d'hydrogène gazeux que l'aurait permis la loi de Faraday sur l'électrolyse et la loi de la conservation de l'énergie. Avec cela il l'a porté à un niveau bien plus élevé, encore incompris qu'il appela « Thermal Explosive Energy ». On peut dire qu'il aura été au moins 50 ans en avance en son temps. La preuve est que son concept d'électrolyse puise dans une tout autre source d'énergie - encore méconnue en physique classique - qui doit être d'une autre dimension, en dehors de la nôtre. Et elle doit être non calorifique car la « cellule » de Stanley Meyer ne produit pas de chaleur pendant l'électrolyse [3].

Ce mémoire de fin d'étude est un effort de synthèse des hypothèses scientifiques que nous avons pu recueillir au cours des recherches sur l'électrolyse de l'eau telle que discutée plus haut. Nous

pensons que cette approche plus théorique permet une meilleure conception du dispositif électronique pour une utilisation innovante de l'eau. C'est pourquoi nous avons choisi de travailler sur le thème intitulé "**Conception d'un circuit générateur de HHO, à base de circuit intégré par le procédé de Stanley Meyer Meyer**".

Le présent document est divisé en trois chapitres. Le premier chapitre aborde ce qui pourrait être la source d'énergie du futur. On y présentera la nouvelle forme du gaz combustible obtenue à partir de l'eau. Ensuite, le second chapitre explique la théorie du procédé de Stanley Meyer sous différents points de vue de scientifiques qui ont travaillé sur le domaine que constitue l'électrolyse de l'eau. En troisième et dernier chapitre, la conception d'une variante d'un circuit électronique qui permet de générer le gaz combustible en question sera développée.

Chapitre 1. Vers la source d'énergie du futur

1.1 L'énergie du soleil – énergie de l'atome

Nous consommons de l'énergie sous des dizaines de formes. Pourtant, la quasi-totalité de l'énergie que nous utilisons provient de la « puissance » de l'atome. Les réactions nucléaires dynamisent les étoiles, dont notre soleil. L'énergie que nous recueillons pour une utilisation quelconque provient en grande partie du soleil ou de forces nucléaires dans le noyau terrestre.

L'énergie du soleil réchauffe la surface de la planète, alimentant les transferts de chaleur et de pression titaniques des phénomènes météorologiques et des courants océaniques. Les courants d'air résultant font fonctionner les éoliennes. L'énergie solaire fait aussi évaporer de l'eau qui tombe sous forme de pluie et s'accumule derrière les barrages, où son mouvement est utilisé pour produire de l'électricité par l'énergie hydraulique.

La plupart des gens utilisent néanmoins l'énergie solaire sous sa forme secondaire : les combustibles fossiles. Lorsque les rayons du soleil frappe une plante, une partie de l'énergie est piégée par photosynthèse et est stockée dans des liaisons chimiques quand la plante pousse. Nous pouvons récupérer cette énergie des mois ou des années plus tard par la combustion du bois, qui brise les liaisons et libère de l'énergie sous forme de chaleur et de lumière. Plus souvent, cependant, nous utilisons l'énergie stockée sous des formes plus denses qui résultent de la transformation de la matière organique, après des millions d'années d'activité géologique et chimique souterraines, en combustibles fossiles comme le charbon, le pétrole ou le gaz naturel. De quelques manières que ce soit, nous récupérons de l'énergie de la lumière du soleil [4].

1.2 Effet Casimir - efficacité énergétique de quelques combustibles

L'effet Casimir se réfère à une infime force d'attraction entre deux plaques non chargées dans un vide poussé. Cette force de Casimir n'est détectable que quand les plaques sont extrêmement rapprochées (de quelques diamètres atomiques). La force en question a été prédite en 1948 par Hendrik Casimir, un physicien néerlandais. Elle a de nouveau été vérifiée expérimentalement en 1958 par Marcus Spaarnay chez Philips à Eindhoven quand il étudiait les propriétés des solutions colloïdales. La cause reconnue de l'effet Casimir est la fluctuation dans le vide quantique (fluctuation au point zéro) du champ électromagnétique entre les plaques.

La force d'attraction se produit car, comme indiqué par la théorie quantique, même ce l'on appelle « le vide » contient une multitude de particules et antiparticules électromagnétiques virtuelles dans un état continu de fluctuation. Ceci est connu comme étant l'énergie du vide. Etant donné que l'écart entre les plaques contraint les longueurs d'onde possibles des paires de particules virtuelles, il y en a moins au sein de l'espace entre les plaques par rapport à l'espace

qui leur est extérieur. Cela signifie que la densité d'énergie entre les plaques est inférieure à celle dans l'espace environnant, créant ainsi une pression négative qui, très légèrement tire les plaques l'un vers l'autre.

L'hélium 4 liquide 4He est un très bon exemple de manifestation de cette énergie : sous la pression atmosphérique, même à la température zéro absolu ; il ne gèle pas au point de se solidifier et reste liquide. C'est que son énergie du point zéro est assez grande pour lui permettre de rester sous forme liquide même s'il est de coutume de croire qu'au zéro absolu, la matière est figée.

L'hydrogène est l'élément le plus léger et le plus abondant dans l'univers (combiné à l'oxygène dans l'eau et au carbone dans les hydrocarbures). C'est la forme d'atome la plus simple (1 électron, 1 proton). L'hydrogène présente la plus haute densité énergétique par kilogramme comparé à d'autres combustibles, en particulier le gaz naturel. [5]

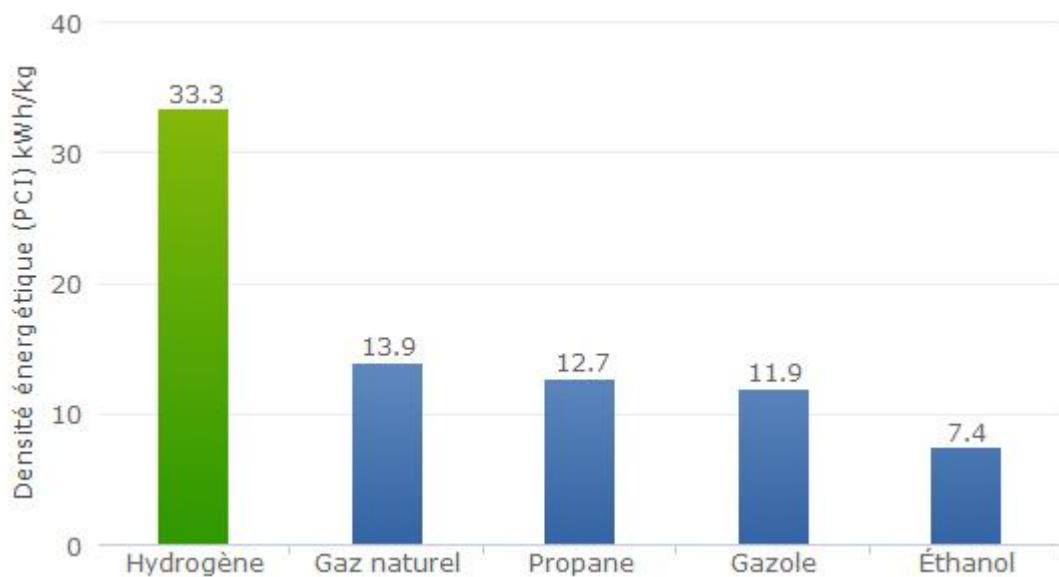


Figure 1.1 : Exemple de densité des principaux vecteurs énergétiques utilisés aujourd'hui [5]

Il semble qu'une relation émerge entre l'importance de la valeur de la densité énergétique massique des vecteurs énergétiques de la Fig. 1.1 et la quantité d'espace vide (intermoléculaire) qu'ils contiennent. Les vecteurs d'énergie sont, dans le tableau I ordonnés en efficacité énergétique par leur masse volumique à une exception près. Le gazole contiendrait plus d'énergie par unité de masse que l'éthanol, probablement à cause de la nature atypique de la liaison oxygène-hydrogène pour former la fonction alcool -OH.

Tableau I : Comparatif de quelques vecteurs énergétiques [6] [7] [8]

Vecteurs énergétiques	Description de l'état physique	Masse volumique en kg/m ³ (à la pression atmosphérique)	Modèle moléculaire
Hydrogène gazeux	Gaz léger	0.0852	H-H
Gaz naturel composé en majorité de méthane	Gaz	0.6797	$ \begin{array}{c} H \\ \\ H-C-H \\ \\ H \end{array} $
Propane	Liquide aromatique	1.8988	$ \begin{array}{ccccc} H & H & H \\ & & \\ H-C & -C & -C-H \\ & & \\ H & H & H \end{array} $
Gazole ou carburant diesel	Liquide	820 - 950	$ \begin{array}{ccccccc} H & & H & & H & & H \\ & & & & & & \\ H-C & -C & -H & H-C & -C & -H & C-H \\ & & & & & & \\ H & & H & H & & H & H \\ & & & & & & \\ & & & & & & \end{array} $
Ethanol	Liquide	785.1	$ \begin{array}{ccc} H & H & H \\ & & \\ H-C & -C-O \\ & & \\ H & H & O \end{array} $

1.3 Propriétés de l'eau

L'eau est composée d'oxygène et d'hydrogène. Elle possède des propriétés extraordinaires qui ont permis en particulier le développement de la vie sur terre. C'est l'un des rares éléments chimiques pouvant exister, dans des régions relativement tempérées, sous trois états : solide, liquide, gazeux. Ces propriétés extraordinaires sont dues pour la plupart à l'existence d'une liaison particulière, la liaison hydrogène, entre les molécules d'eau.

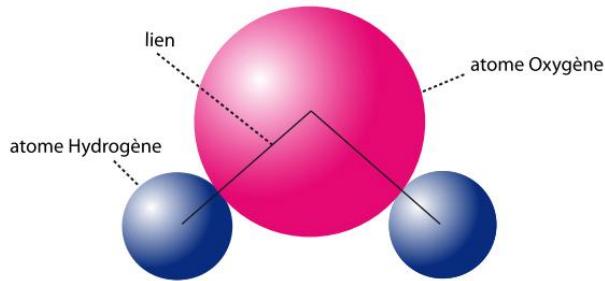


Figure 1.2: Représentation de la molécule d'eau [9]

Les atomes sont constitués d'un noyau central, lui-même constitué de neutrons et de protons et d'électrons qui gravitent autour du noyau. Un neutron est électriquement neutre alors qu'un proton est chargé positivement et qu'un électron est chargé négativement sa charge est l'opposé de celle du proton. Un atome est électriquement neutre, ce qui implique qu'il contient forcément autant d'électrons que de protons.

L'atome d'oxygène contient 8 protons, et donc aussi 8 électrons. L'atome d'hydrogène quant à lui contient 1 électron.

Les électrons de l'atome se répartissent en couches autour du noyau, la couche K, la plus proche du noyau, pouvant contenir au maximum 2 électrons, la couche suivante L pouvant contenir au maximum 8 électrons, la couche suivante M pouvant en contenir au maximum 18. Dans ce modèle de répartition des électrons, on ne peut passer à la couche suivante que si la couche a été remplie. La structure électronique d'un atome indique le nombre d'électrons sur chaque couche.



Figure 1.3: Structure électronique : (a) de l'atome hydrogène et (b) de l'atome d'oxygène [10]

— L'électronégativité

L'électronégativité d'un atome est une grandeur qui caractérise sa capacité à attirer les électrons des liaisons covalentes qu'il forme avec d'autres atomes.

L'atome d'oxygène est plus électronégatif que l'atome d'hydrogène, il attire donc plus vers lui les électrons des deux liaisons covalentes qu'il forme avec les atomes d'hydrogène dans la molécule d'eau. Il y aura alors un léger déplacement des électrons des deux liaisons covalentes vers l'atome d'oxygène, symbolisé en Fig. 1.4 par une flèche.

L'atome d'oxygène aura donc un léger excès de charge négative $2\delta^-$, alors que les atomes d'hydrogène auront un léger excès de charge positive δ^+ .

La liaison hydrogène s'établit de manière générale entre un atome d'hydrogène, lié dans une molécule à un atome très électronégatif, et un atome électronégatif d'une autre molécule. En effet, l'atome d'hydrogène de la première molécule portant un léger excès de charge positive et l'atome électronégatif de l'autre molécule portant un léger excès de charge négative s'attirent.

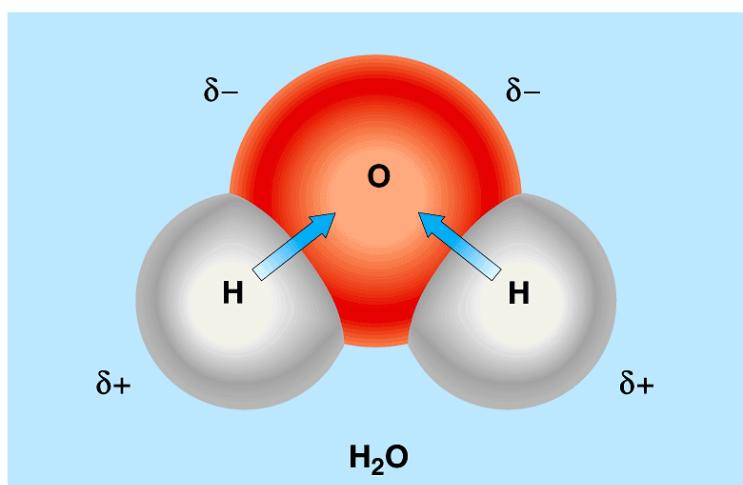


Figure 1.4: Polarisation O-H et charges électriques [9]

δ^+ : Charge partielle positive et δ^- : Charge partielle négative.

La molécule d'eau, est composée de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène. Pour produire l'hydrogène, il est nécessaire de couper les liaisons de cette molécule. Il y a des différents moyens pour casser la liaison covalente [11]

1.4 HHO, la nouvelle forme gazeuse de l'eau avec une structure magnéculaire

1.4. 1 Introduction

Les études sur la séparation électrolytique de l'eau en hydrogène et oxygène remontent au 19^{ème} siècle, (pour plus d'informations sur la molécule d'eau, voir par exemple la référence [12]

et pour sa séparation par méthode électrolytique, voir par exemple la référence [13]). Plus récemment, des recherches considérables ont été sur la séparation de l'eau en un mélange d'hydrogène et d'oxygène gazeux. Ces études ont été initiées par Yull Brown en 1977 avec un équipement généralement appelé « électrolyseur » et le gaz produit est connu sous le nom de « gaz de Brown ».

Conformément à ces brevets, ainsi que les vastes littératures ultérieures sur le domaine, le gaz Brown est défini comme étant un gaz combustible composé de gaz hydrogène et oxygène classiques ayant un rapport stœchiométrique exact de 2/3 (ou 66,66 % en volume) d'hydrogène et 1/3 (ou 33,33 % en volume) d'oxygène.

Dans cette section, l'auteur (un physicien) Ruggero Maria Santilli présente à la communauté de chimie pour sa vérification libre - différentes mesures sur un mélange apparemment nouveau d'hydrogène et d'oxygène dénommé ici « gaz HHO » développé par Hydrogen Technology Applications, Inc., de Clearwater en Floride. Le nouveau gaz HHO est régulièrement produit par un nouveau type d'électrolyseur et se trouve être nettement différent, en composition chimique, du gaz de Brown même si les deux gaz présentent certains traits communs. Le principal objectif de cette section est de rendre compte, apparemment pour la première fois, de nouveaux amas (clusters) d'hydrogène et d'oxygène contenus dans le gaz HHO, semblant échapper à l'interprétation traditionnelle de la valence et constituant l'un des nouveautés du gaz HHO par rapport au gaz de Brown.

Un autre objectif de cette section est d'initier des études quantitatives sur les caractéristiques assez uniques du gaz HHO qui ne semblent pas se représenter en chimie quantique conventionnelle des gaz hydrogène et oxygène.

Encore un autre objectif de cette section est de présenter une hypothèse de travail pour initier la compréhension de l'aptitude des électrolyseurs HHO à effectuer le passage de l'eau de l'état liquide à l'état gazeux par l'intermédiaire d'un processus structurellement différent de celui de l'évaporation ou de la séparation (électrolyse classique). Cela est dû à l'utilisation d'une énergie spectaculairement inférieure à celle requise par ladite séparation ou évaporation.

L'objectif final de cette section est la présentation, apparemment encore pour la première fois, d'une nouvelle forme de la molécule d'eau créée par l'élimination de sa polarisation électrique naturelle, et le ploiemment consécutif des deux dimères HO de leur configuration classique (avec 105 °) à une nouvelle configuration dans laquelle les deux dimères sont rabattus l'un contre l'autre sous l'action de polarisations magnétiques fortement attractives et opposées (voir Fig. 1.11, Fig. 1.12, Fig. 1.13 pour plus de détails et de photos).

Du fait de la perte de polarisation électrique, celle de polymérisation et d'autres facteurs ; la nouvelle forme de la molécule d'eau énoncée plus haut permet une représentation plausible de

la création du gaz HHO à partir de l'eau à son état liquide sans l'énergie de l'évaporation. Le caractère instable du gaz permet également une interprétation plausible de toutes les propriétés anormales du gaz HHO durant les mesures expérimentales [14].

1.4. 2 Mesures expérimentales sur le nouveau gaz HHO

Sous inspection visuelle, le gaz HHO est inodore, incolore et plus léger que l'air comme c'est le cas pour le gaz de Brown. Leur première caractéristique remarquable est l'efficacité E de l'électrolyseur pour la production du gaz, définie ici simplement comme étant le rapport entre le volume de gaz HHO produit par la puissance nécessaire à sa production. En fait, les électrolyseurs convertissent rapidement l'eau en 55 scf¹ (1,56 m³) de gaz HHO à 35 psi² (2,38 atm) en utilisant 5 kWh, soit une efficacité qui est au moins 10 fois le rendement correspondant de l'évaporation conventionnelle de l'eau. Ce qui permet une production à faible coût. [14]

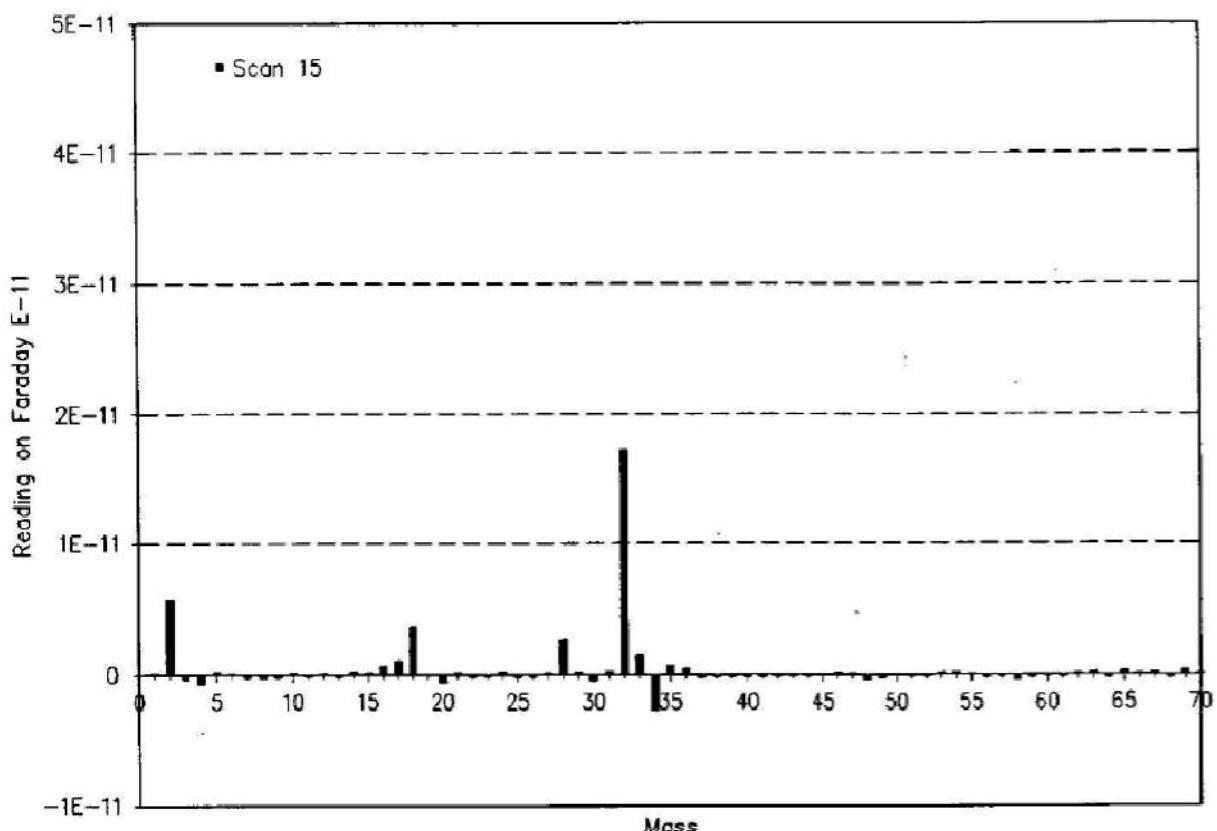


Figure 1.5: Une vue de l'un des scans GC/Gas Chromatographer du gaz [14]

Le 30 juin 2003, le laboratoire Adsorption Research Laboratories de Dublin, Ohio, a mesuré la masse molaire du gaz HHO et a publié une déclaration signée sur la valeur résultante étant de 12,3 g/mol. Le même laboratoire a répété la mesure sur un autre échantillon du gaz et a

¹ standard cubic foot

² pound per square inch

confirmé le résultat.

La valeur finale de 12,3 g/mol est anormale. En fait, la séparation classique de l'eau en H₂ et P₂ produit un mélange de 2/3 et HBN₂³ 1/3 O₂ qui a une masse molaire de $(2 + 2 + 32) / 3 = 11,3$ g/mol.

Par conséquent, nous avons l'anomalie de $12,3 - 11,2 = 1$ g/mol, correspondant à une augmentation anormale de 8,8 % de la valeur de la masse molaire. Au lieu de contenir 66,66 % de H₂ comme prédit plus haut le gaz ne contient que 60,79 % d'espèces ayant 2 uma (unités de masse atomique) et au lieu d'avoir 33,33 % de O₂ il ne contient que 30,39 % d'espèces ayant 32 uma.

Ces mesures fournissent la preuve expérimentale directe que le gaz HHO n'est pas composé d'un seul mélange de H₂ et O₂, mais possède des espèces lourdes supplémentaires.

De plus, le gaz HHO utilisé dans les essais a été produit à partir de l'eau distillée. Par conséquent, il ne peut y avoir un excès d'O₂ sur H₂ pour expliquer l'augmentation de la masse molaire. La mesure ci-dessus établit la présence dans HHO de 5,87 % d'hydrogène et 2,94 % d'oxygène liés ensemble en des espèces plus lourdes que l'eau, comme indiqué en Fig. 1.8 par spectroscopie de masse et autres mesures analytiques.

1.4. 3 Interprétation magnéculaire des mesures

Notez que les études du gaz Brown [2] ont montré la nécessité d'un hydrogène atomique. Par conséquent, la présence d'hydrogène atomique et polarisé est une nouveauté du gaz HHO.

Evidemment, nous savons que les atomes d'hydrogène individuels ne peuvent pas dans la Fig. 1.6 maintenir leur polarisation vu les mouvements causés par la température. La seule possibilité connue pour maintenir ladite polarisation est que les atomes H polarisés se lient avec des polarités magnétiques opposées comme le montre la Fig. 1.7. En fait, les rotations et les vibrations dues à la température se produisent pour de tels atomes H liés en un tout alors qu'en même temps ces derniers préservent individuellement ladite polarisation.

À leur tour, les liaisons d'atomes d'hydrogène polarisés constituent la liaison basique des magnécules, instituant ainsi l'hypothèse de la structure magnéculaire du gaz HHO.

³ HBN₂ désigne l'hydrogène sous forme de mélange de ses isotopes nucléaires : le protium P₂ et le deutérium H₂.

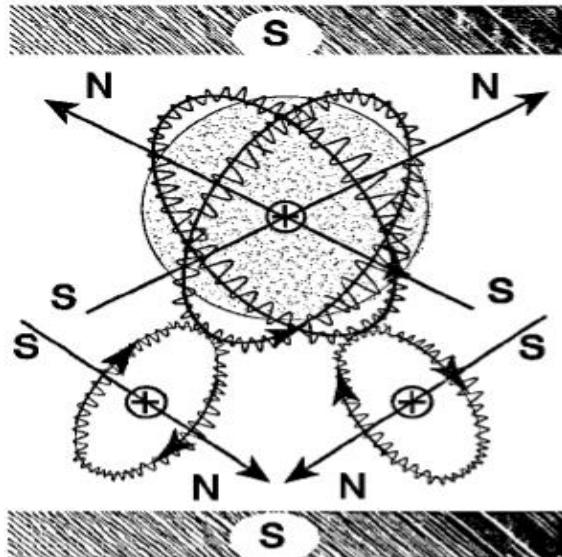


Figure 1.6: Modèle de Santilli-Shillady de la molécule d'eau [14]

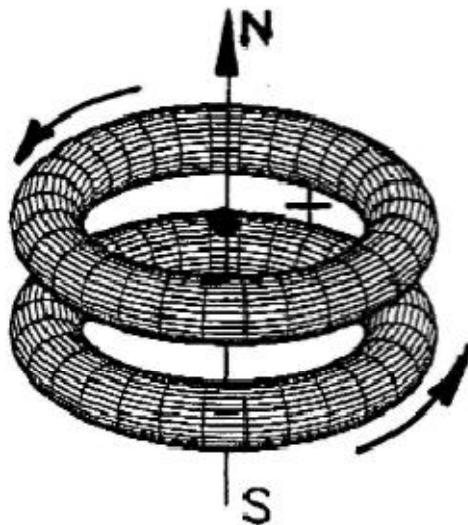


Figure 1.7: Une vue schématique de la plus simple magnécule biatomique [14]

Maintenant familier à la magnécule, notons la liaison de valence classique avec le symbole habituel « - » et la liaison magnéculaire avec le symbole « \times ». Selon cette notation, $H_2 = H - H$ représente la molécule de la Fig. 1.6 tandis que $H \times H$ représente la magnécule de la Fig. 1.7. Les liaisons moléculaires sont notoirement limitées à l'appariement de valence, dans le sens où aucun atome supplémentaire ne peut être lié lorsque toutes les paires de valence disponibles sont couplées. En revanche, les liaisons magnéculaire n'ont pas une telle restriction, en ce sens que des atomes peuvent en effet être ajoutés à une magnécule sous la seule condition de disponibilité de polarisations magnétiques opposées.

Inutile de dire que, pour le gaz HHO à température et pression ambiantes, la stabilité des agrégats (clusters) magnéculaires est inversement proportionnelle au nombre de leurs

constituants. Par conséquent, les agrégats magnéculaires de masse atomique relativement faible sont sensés exister en pourcentage significatif, tandis que ceux de masse atomique élevée devraient être présents en quelques-uns par million.

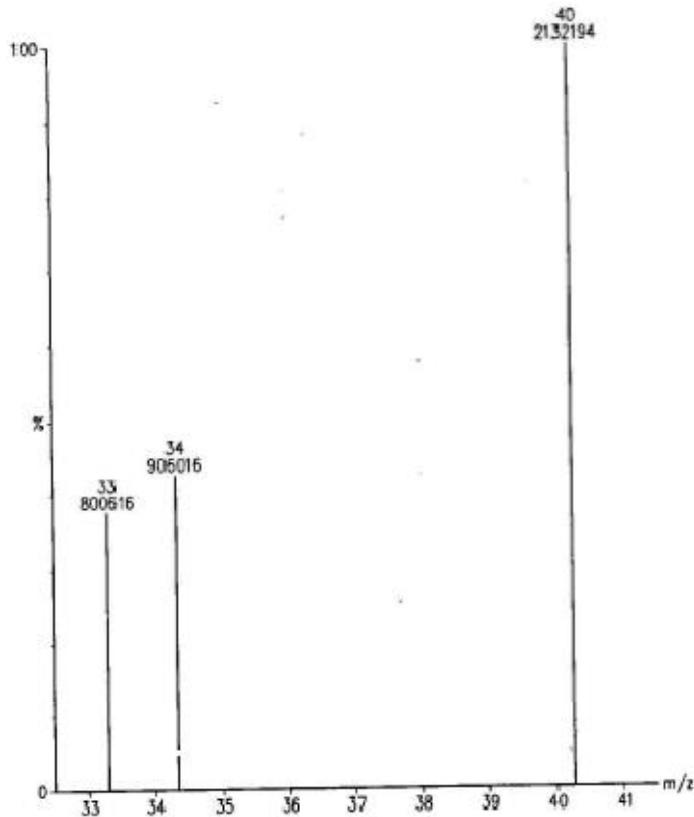


Figure 1.8: Echantillon des scans supplémentaires effectués par SunLabs sur le gaz HHO [14]

L'hypothèse magnéculaire permet les interprétations suivantes de la composition en espèces chimiques du gaz HHO : les espèces ayant 3 uma sont interprétées comme une combinaison des magnécules $H \times H \times H$ ou $(H-H) \times H$. Les espèces ayant 4 uma sont interprétées comme une combinaison de $(H-H) \times (H-H)$, $(H-H) \times H \times H$, ou $H \times H \times H \times H$, (plus lourdes) liaisons magnéculaires uniquement constituées d'atomes d'hydrogène étant instable en raison des collisions. Les espèces ayant 17 uma sont interprétées comme une combinaison du dimère traditionnelle $H - O$ et de la liaison magnéculaire $H \times O$. Les espèces ayant 33 uma sont interprétées comme un mélange de $(O - O) \times H$, $(H - O) \times O$ et $O \times O \times H$. Les espèces ayant 34 uma sont interprétées comme un mélange de $(H - H) \times (O - O) \times (H - H) \times H$ et de configurations similaires. Les espèces ayant 35 uma sont interprétées comme un mélange de $(O - O) \times (H - H) \times (H - H) \times H$ et de configurations équivalentes (voir Fig. 1.7) ; et d'autres espèces magnéculaires en pourcentages progressivement plus petits.

1.4. 4 La nouvelle forme gazeuse et combustible de l'eau

Rappelons que la nature a mis la molécule d'eau $H_2O = H - O - H$ de manière à ce que ses atomes H n'aient pas la répartition sphérique, et aient précisément à la place la répartition polarisée de la Fig. 1.9 le long d'un tore dont le plan de symétrie est perpendiculaire à celui du plan H - O - H, comme représenté sur la Fig. 1.9, et mis en place dans la littérature technique (voir par exemple la référence [12]).

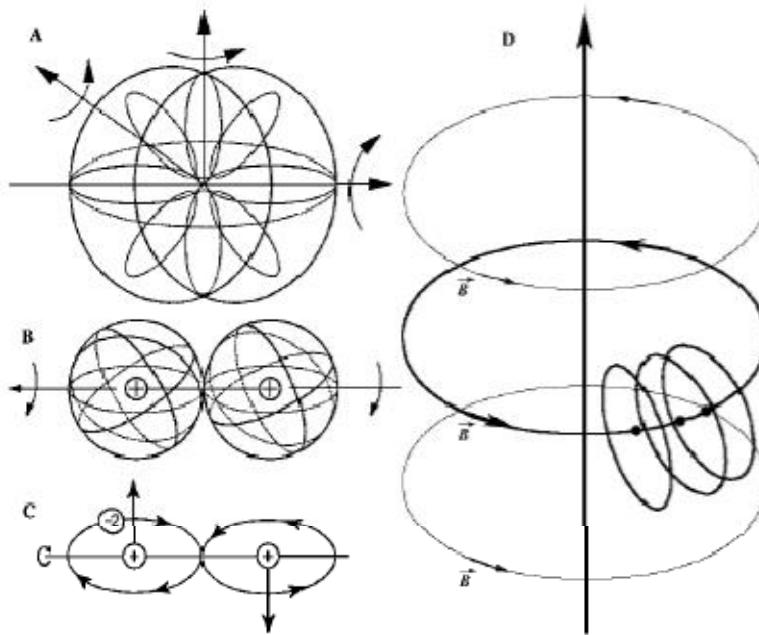


Figure 1.9: Une vue schématique du mécanisme principal sous-jacent de la création de magnécules illustré ici dans le cas de la molécule d'hydrogène [14]

Il est également connu que la molécule de H-O-H à température et pression ambiantes, même avec une charge totale nulle, a une polarisation électrique élevée (à savoir une déformation des distributions de charges électriques) avec la prédominance de la densité de charges négatives localisée dans l'atome O et la densité de charges positives complémentaire et prédominante localisée dans les atomes H [12]. Ce caractère provoque une répulsion des atomes d'hydrogène due à leurs charges majoritairement positives, résultant en l'angle caractéristique de (environ) 105 ° entre les dimères H - O et O - H représenté sur la Fig. 1.10.

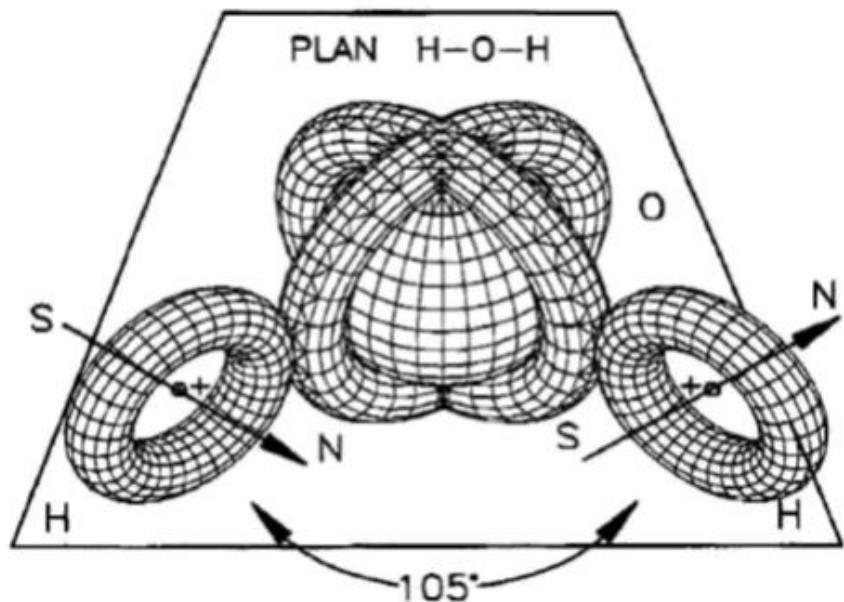


Figure 1.10: Un rendu conceptuel de la molécule d'eau classique sans polarisation électrique [14]

Il a bien été établi en mécanique quantique que les polarisations toroïdales des orbitales de l'atome d'hydrogène comme dans la configuration de la Fig. 1.7 créent de très forts champs magnétiques avec un axe de symétrie perpendiculaire au plan du tore et avec une valeur suffisante pour la création de nouvelles espèces chimiques de magnécules [15].

Il s'ensuit donc que, dans la configuration naturelle de la molécule $\text{H} - \text{O} - \text{H}$, la polarisation électrique intense provoquée par l'oxygène est telle qu'elle affaiblit le champ magnétique de la polarisation toroïdale des orbitaux de H résultant à la répulsion des deux atomes H dans la structure $\text{H} - \text{O} - \text{H}$.

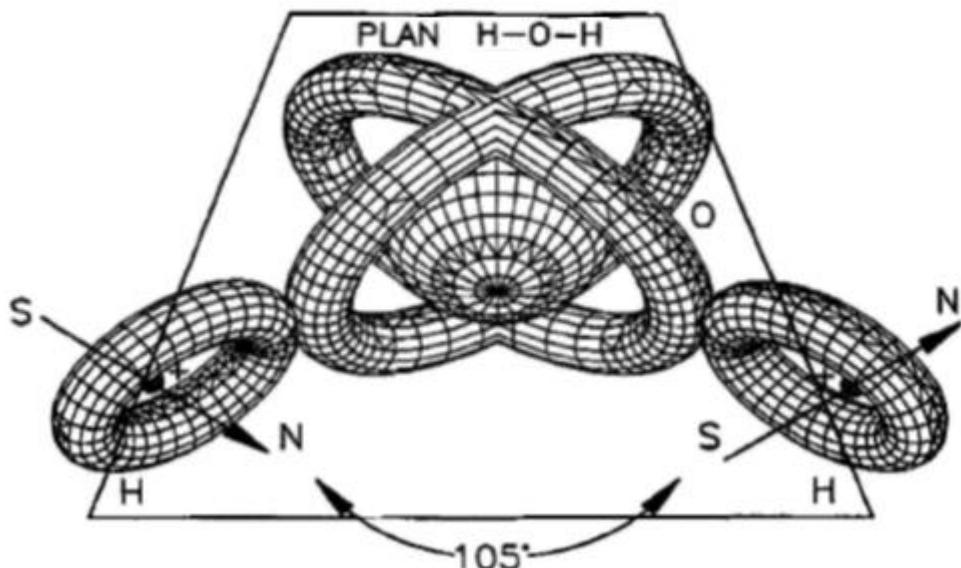


Figure 1.11: Un rendu conceptuel de la molécule d'eau classique, cette fois avec polarisation électrique [14]

Cependant, dès que la forte polarisation électrique de la molécule H-O-H est retirée, la force d'attraction entre les polarités opposées des champs magnétiques des atomes H polarisés devient dominante sur la répulsion de Coulomb des charges. Ce qui résulte en une nouvelle configuration de la molécule d'eau représentés aux Fig. 1.11 et 1.12 apparemment présenté pour la première fois dans cette section.

Par conséquent, une hypothèse centrale de cette section est que l'électrolyseur développé par Hydrogen Technology Applications, Inc., est tel qu'il permet la transformation de la molécule d'eau à partir de la configuration conventionnelle H - O - H de la Fig. 1.10 fondamentalement à la nouvelle configuration de la Fig. 1.11.

En utilisant les symboles identifiés ci-dessus pour les molécules et magnécules, la molécule d'eau classique est représentée par H – O - H, tandis que la nouvelle configuration de la Fig. 1.11 est représentée par (H × H) - O, où le symbole « - » indique évidemment une double liaison de valence.

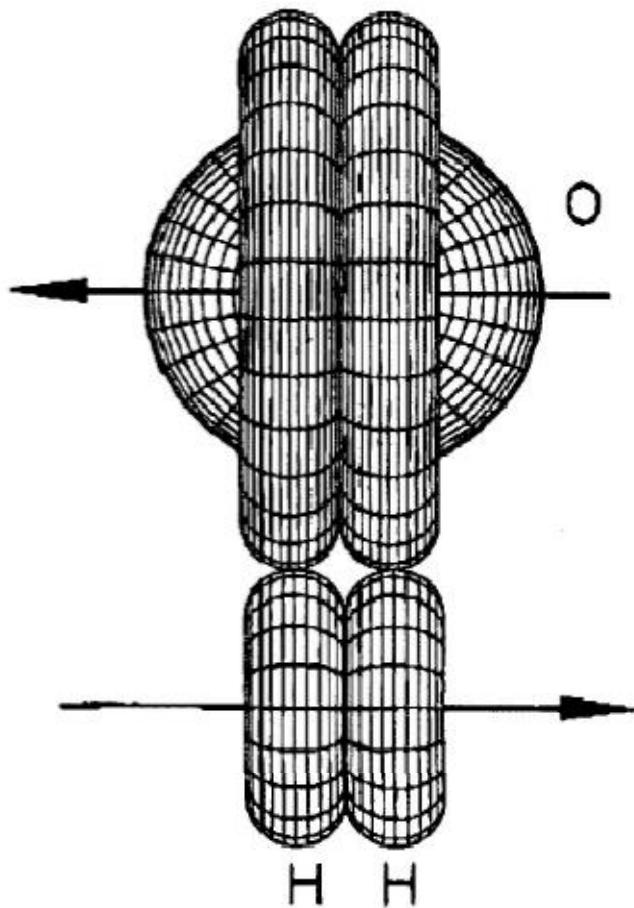


Figure 1.12: La molécule H - O - H dans laquelle toutes les polarisations électriques ont été enlevées, conséquemment le rabattage des deux atomes H polarisés l'un contre l'autre en raison de leur charge neutre et de leurs polarités magnétiques opposées fortement attractives [14]

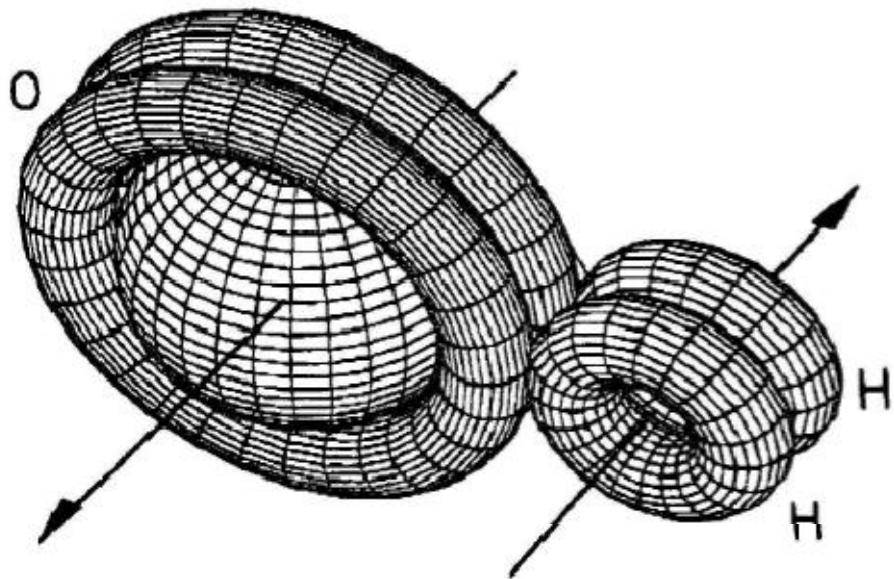


Figure 1.13: Un rendu conceptuel d'une vue en perspective de l'hypothèse centrale présentée pour la première fois dans cette section [14]

La plausibilité de la nouvelle forme de l'eau est soutenue par le fait que, lorsque $H - O - H$ est liquide, les nouvelles espèces $(H \times H) - O$ devraient être gazeux. Ceci est dû à diverses raisons, telles que le fait que l'hydrogène est beaucoup plus léger que l'oxygène dans une proportion de 1 sur 16. En conséquence, les nouvelles espèces $(H \times H) - O$ sont essentiellement équivalentes à l'oxygène gazeux ordinaire conformément aux lois conventionnelles de la thermodynamique, puisqu'on sait que la transition de l'état liquide à l'état gazeux implique l'augmentation de l'entropie.

En variante, la perte de polarisation électrique dans le passage de $H - O - H$ à $(H \times H) - O$ est préconçu comme la cause du déficit du processus permettant l'existence de la molécule d'eau en tant que telle, à savoir les ponts hydrogène entre les dimères O-H des différentes molécules. La transition vers une forme gazeuse se tient en conséquence, confirmant ainsi la plausibilité de la nouvelle forme de l'eau $(H \times H) - O$ proposée dans cette section.

Cependant, on peut également voir que la nouvelle forme de l'eau $(H \times H) = O$ est instable et se décompose en $H \times H$ et O . Cette décomposition est étayée par l'existence claire dans le gaz HHO de l'oxygène atomique ainsi que les espèces ayant 2 uma qui sont normalement interprétées comme étant $H - H$, alors que nous suggérons la possibilité supplémentaire qu'une telle espèce soit au moins en partie $H \times H$.

1.5 Conclusion

D'un point de vue assez objectif, la forme d'énergie du futur se doit d'être sous forme gazeuse car l'énergie se récolte plus efficacement au niveau de l'atome lui-même, c'est-à-dire l'hydrogène. Il existe de nos jours un procédé d'électrolyse particulier (celui de Meyer en est un exemple) qui permet d'exploiter, non pas de l'hydrogène gazeux mais de l'eau sous sa forme gazeuse et combustible : le HHO ou le gaz de Brown, revisité par Santilli pour arriver au concept de la liaison magnéculaire au sein de la molécule d'eau. Sa production ne nécessite que de faibles coûts, ce qui le prédispose à une utilisation courante pour tous les besoins, que ce soit domestiques ou même industrielles.

Chapitre 2. Procédé de Stanley Meyer

Son procédé est très différent par rapport à l'autre production classique de gaz à partir de l'eau qui elle, utilise beaucoup de courant et beaucoup de tension avec l'addition de produit chimique qui est l'électrolyte.

Dans l'électrolyse classique de l'eau à courant continu, un atome d'hydrogène est généré à la suite du transfert d'électrons de l'électrode de cathode pour les ions d'hydronium H_3O^+ adsorbés⁴ à la surface de l'électrode. Cette électrolyse se produit lorsque la tension appliquée entre l'anode et la cathode est supérieure à la tension de décomposition de l'eau de l'ordre de 1,6 V. C'est la somme de la tension théorique de décomposition de 1,23 V à température ambiante et de la valeur de surtension d'environ 0,4 V, en fonction des matériaux de l'électrode et d'autres facteurs [15].

2. 1 La dissociation de la molécule d'eau

Ce procédé suit les étapes décrites dans le *tableau II*. Les molécules d'eau sont soumises à des forces électriques de plus en plus importantes.

Tableau II : Etape du procédé pour produire du gaz combustible [16]

Etapes du processus de la dissociation de la molécule d'eau	
1	(état initial) Aléatoire
2	Alignement suivant les champs électriques
3	Polarisation des molécules
4	Elongation des molécules
5	Libération des atomes par rupture des liaisons covalentes
6	Dégagement des gaz combustibles

L'eau dont la constante diélectrique est de 78,54 à 20 °C et à une pression de 1 atm [16] avec les deux électrodes qui sont en inox forment un condensateur. Les condensateurs sont des composants électriques constitués de :

⁴ L'adsorption est le phénomène qui consiste en l'accumulation d'une substance à l'interface entre deux phases (gaz-solide, gaz-liquide, liquide-solide, liquide-liquide, solide-solide). Il a son origine dans les forces d'attraction intermoléculaires, de nature et d'intensité variées, qui sont responsables de la cohésion des phases condensées, liquides ou solides.

- Deux conducteurs qui se font face et portant des charges opposées qui sont appelés armatures,
- Un matériau isolant, le diélectrique, situé entre les deux armatures.

Ils peuvent être de plusieurs formes : plan, cylindrique, etc.

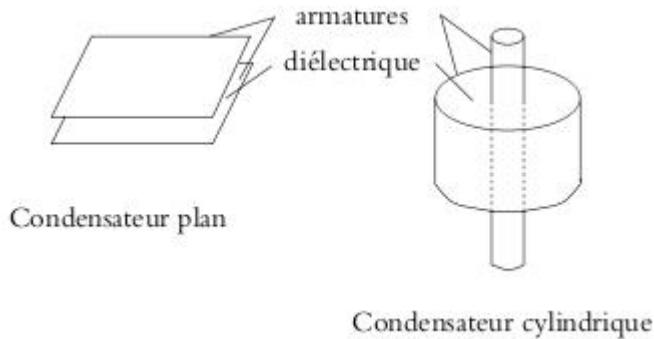


Figure 2.1 Structure d'un condensateur [17]

Un condensateur est dit chargé lorsqu'il y a une charge électrique $+q$ sur une armature et une charge $-q$ sur l'autre armature. La modélisation la plus simple des condensateurs est celle d'une capacité.

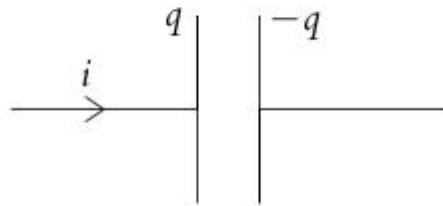


Figure 2.2: Symbole d'une capacité [17]

Le diélectrique est un matériau isolant que l'on place le plus souvent entre les deux armatures d'un condensateur. Il est constitué par un milieu matériel dans lequel un champ électrique peut exister à l'état stationnaire. Les électrons sont très fortement liés aux atomes et il n'existe pratiquement pas d'électrons libres, c'est donc un très mauvais conducteur de l'électricité. Sa conductivité σ est faible et sa résistivité est comprise entre 10^{17} et $10^{19} \Omega\text{m}$ [18].

2. 1.1 Phénomène de polarisation

Dans le matériau diélectrique, il n'y a pas ou il y a très peu de charges libres permettant la circulation du courant électrique.

Les charges électriques présentes dans le matériau, si elles ne peuvent se mouvoir d'une

électrode à l'autre peuvent se déplacer localement et entraîner une variation des charges images sur les électrodes. Cette variation des charges se traduit par un courant appelé courant de déplacement (voir annexe 2).

Un matériau diélectrique qui ne conduit pas ou très peu, est plutôt caractérisé d'un point de vue électrique par sa permittivité.

Le phénomène de polarisation provient en général de l'orientation d'un dipôle électrique, induit ou permanent, en présence d'un champ appliqué. Un dipôle électrique est formé par deux charges Q de signes opposés séparées par une distance l .

— Polarisation par orientation

Avant d'entrer dans la notion de polarisation par orientation, sachant qu'on peut citer cinq différents autres types de polarisation : polarisation électronique, polarisation ionique, polarisation dipolaire, polarisation macroscopique et polarisation interfaciale [18].

La polarisation par orientation ou dipolaire nous intéresse pour mieux expliquer le procédé de Stanley Meyer.

La polarisation par orientation, se manifestant jusqu'à des fréquences comprises entre 1 kHz et 1 MHz [18]. En plus de ce phénomène d'orientation, le champ peut faire varier le moment dipolaire de la molécule, par déformation de cette dernière et de ses orbitales [19].

Avant la stimulation électrique, les molécules d'eau sont dispersées aléatoirement partout. Les molécules s'alignent pour respecter l'orientation polaire de la molécule.

L'eau située entre les deux électrodes de polarités opposées positive et négative se retrouve alors au seuil d'une tension élevée positive qui tend à pousser le noyau des atomes d'hydrogène et d'oxygène tandis qu'au même instant cette tension attire les électrons gravitant autour de ces noyaux vers cette même électrode positive. Egalement, la seconde électrode applique une tension opposée négative qui tend à pousser les électrons vers la borne positive, et à attirer les protons vers sa borne.

Le potentiel négatif et le potentiel positif de même intensité, mais opposés, surmonte la force de liaison électrovalente des atomes d'hydrogène et d'oxygène de la molécule d'eau.

Lorsque des molécules d'eau sont exposées à une tension et un courant réduit, l'eau prend une charge électrique. Par les lois d'attraction électrostatique, les molécules s'alignent suivant les champs positifs et négatifs de la molécule et le champ d'alignement. Les armatures du condensateur constituent un tel champ d'alignement quand une tension est appliquée.

Dans la figure 2.3, les molécules d'eaux sont entre deux électrodes en inox et le phénomène par polarisation par orientation commence.

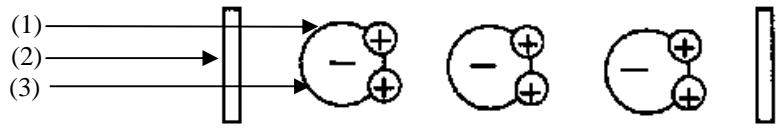


Figure 2.3: Illustration de la polarisation par orientation de la molécule d'eau [20]

(1) : Oxygène, (2) : Hydrogène et (3) : Armature en inox

2. 1.2 L'elongation de la molécule d'eau

L'elongation de la molécule d'eau s'ensuit après ce phénomène de polarisation. Ensuite, les molécules d'eau sont allongées par l'application du potentiel électrique, de sorte que les liaisons de covalence de la molécule d'eau soient si réduites que les atomes se dissocient et que la molécule soit craquée en ses composants élémentaires, l'hydrogène et l'oxygène.

On voit dans la figure suivante que la molécule commence à s'allonger.

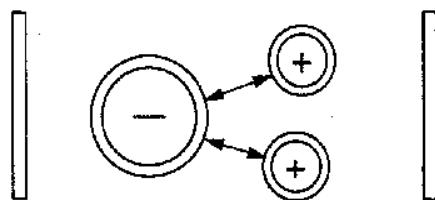


Figure 2.4: L'elongation de la molécule d'eau [20]

2. 1.3 Libération de l'atome

Si cette tension est appliquée durant un certain temps, la force exercée sur les liaisons covalentes est telle que cette dernière ne résiste pas, ce qui entraîne la libération de deux atomes d'hydrogène, d'un atome d'oxygène et d'électrons.

Afin de permettre la libération de l'hydrogène et de l'oxygène, il est nécessaire de stopper les tensions. S'ensuit alors le dégagement gazeux sous forme de deux atomes d'hydrogène pour un atome d'oxygène. Les gaz hydrogène, oxygène, et ceux qui étaient auparavant contenus, dissous dans l'eau, se dégagent lorsque l'énergie dépasse la force de liaison covalente de la molécule d'eau.

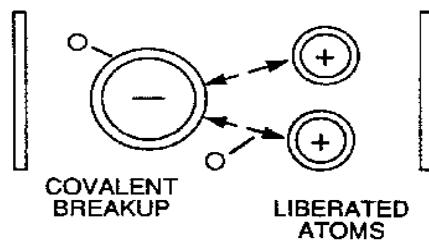


Figure 2.5: Libération des atomes [20]

Il ne s'agit pas ici d'une électrolyse standard, car le principe évoqué ici ne fait pas entrer en jeu les réactions d'oxydo-réduction. L'objectif étant de n'appliquer aucun courant à la solution, l'eau utilisée sera de nature à empêcher la circulation des électrons par exemple, de l'eau distillée sans ajout d'autre produit chimique comme l'électrolyte. Le changement dans la molécule d'eau est dû à la seule force électromagnétique de la tension.

2. 2 Principe de fonctionnement du circuit d'intensification de tension (VIC)

2.2.1 « Pure Voltage Potential » (le potentiel d'une tension pure) d'après Peter Lindemann

La base de ce processus est la soumission de la molécule d'eau à des impulsions de très haute amplitude (+ 20 000 V) et à une fréquence particulière par l'intermédiaire de zones de potentiel chargés positivement et négativement avec un courant très faible de moins de 1 mA.

L'effet est d'attirer les électrons à charge négative vers la zone de potentiel positive et le noyau de charge positive vers la zone de potentiel négative. La trajectoire orbitale des électrons circulaire devient elliptique et ceci, couplé à l'effet de pulsation, provoque une contrainte électrique (electrical stress) telle sur la molécule que les liaisons covalentes entre les atomes d'hydrogène et d'oxygène se rompent et les 2 gaz sont libérés. Par la suite, ces derniers exigent un apport énergétique considérable pour qu'ils puissent être à nouveau combinés. Puisque le courant est très faible, très peu de chaleur est générée. Il est intéressant de noter qu'à masse égale l'hydrogène contient : environ 2,5 fois l'énergie de l'essence, et l'énergie latente de l'hydrogène obtenu à partir d'une pinte (473.18 ml) d'eau s'élève à plus de 9 MJ, soit assez pour faire fonctionner un réchaud de 1 kW pendant 2,5 h [3].

La figure. 2.6 montre une cellule d'électrolyse de l'eau (WFC ou « Water Fuel Cell » le nom que Meyer a donné à la technologie) comme une « capacité à eau » (water capacitor) faisant partie intégrante des éléments du circuit électrique :

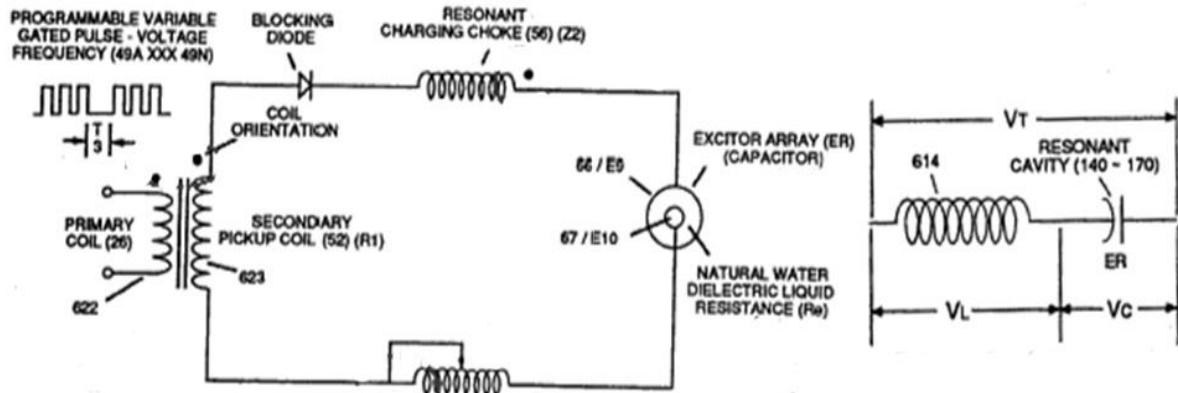


Figure 2.6: Circuit d'intensification de tension (VIC ou Voltage Intensifier Circuit) [3]

(26) : La bobine toroïdale soumis à une impulsion de rapport cyclique 50 %,

(56) (22) : bobine résonante de charge,

(62) (23) : bobine résonante ajustable de charge,

(ER) : condensateur à eau.

a. La tension aux bornes de LC

La tension aux bornes de l'inducteur (C) ou la capacité (ER) est supérieure à la tension appliquée (H). A la fréquence proche de la résonance, la tension aux bornes des composants individuels est plus élevée que la tension appliquée (H) et à la fréquence de résonance, la tension V_T à travers à la fois l'inducteur et le condensateur est théoriquement infinie. Cependant, les contraintes physiques et l'interaction des composants du circuit empêchent la tension d'atteindre cette valeur infinie.

b. L'énergie potentielle

La tension est une « pression électrique » ou force électrique dans un circuit électrique et est connu sous le nom de potentiel de tension. Plus le potentiel de tension est élevé, plus la « force électrique d'attraction ou de répulsion » appliquée au circuit électrique est grande. Le potentiel de tension est un état d'énergie « inaltéré » ou « inchangé » lorsque le « mouvement d'électrons » ou leur « déflexion » est limité ou empêché dans le circuit électrique.

La diode est une diode de blocage ne laissant passer le courant que dans un sens. Ainsi, le condensateur n'est jamais soumis à une impulsion de polarité inverse.

c. La tension effectue un travail (Voltage performs work)

Contrairement aux charges électriques qui mettent en place une « force d'attraction

électrique » dans un circuit électrique, d'autres charges électriques favorisent une « action de répulsion » dans le même circuit. Dans les deux cas, la déflexion ou le mouvement de la charge électrique est directement liée à la tension appliquée. Ces « forces » électriques sont connues comme étant des « champs de tension » et peuvent présenter une charge électrique soit positive soit négative.

d. Explication proprement dite

Pour que la WFC ait une impédance extrêmement élevée, il suffit d'appliquer la loi d'Ohms (la tension est de l'ordre de 20 kV et le courant de quelques mA).

Les charges inductives (56) (22) et (62) (23) suivant le secondaire du transformateur sont très importantes. Quand le signal intermittent est envoyé vers la diode, il charge la WFC : les selfs de résonance sont conçues pour modérer les montées de tension qui pourraient précipiter ce processus.

En fait, ce signal charge petit à petit le condensateur avec des genres d'impulsions douces pour s'assurer que ce dernier atteigne bien un degré de charge maximal avant que l'eau - utilisée comme diélectrique - ne crée une « rupture diélectrique interne » (claquage de condensateur).

En un tel point du condensateur, toute la tension est convertie en courant de court-circuit interne qui dénature l'eau qui s'y trouve et produit d'énormes quantités d'hydrogène et d'oxygène.

Une fois les gaz libérés, l'eau se précipite vers les armatures du condensateur, rétablissant. Ainsi la constante diélectrique, attend la prochaine crête de tension de claquage. Et ainsi de suite, le processus d'électrolyse se poursuit.

2.2.2 Explication de NAOHIRO SHIMIZU

Un générateur classique de tension continue et une source d'impulsions ultra-courtes ont été utilisés pour la comparaison. Cette dernière est composée d'un circuit IES⁵ d'inductance de stockage d'énergie et d'un commutateur SITHy⁶ à semi-conducteur comme représentée sur la Fig. 2.7. Les impulsions ultra-courtes ayant une largeur d'impulsion d'environ 300 ns, avec le pic de tension au secondaire allant de 7,9 à 140 V ont été appliquées dans le bain électrochimique à la fréquence de 2 - 25 kHz. La puissance d'entrée a été modifiée en augmentant la fréquence des impulsions [21].

⁵IES : inductive energy storage

⁶ SITHy : static induction thyristor

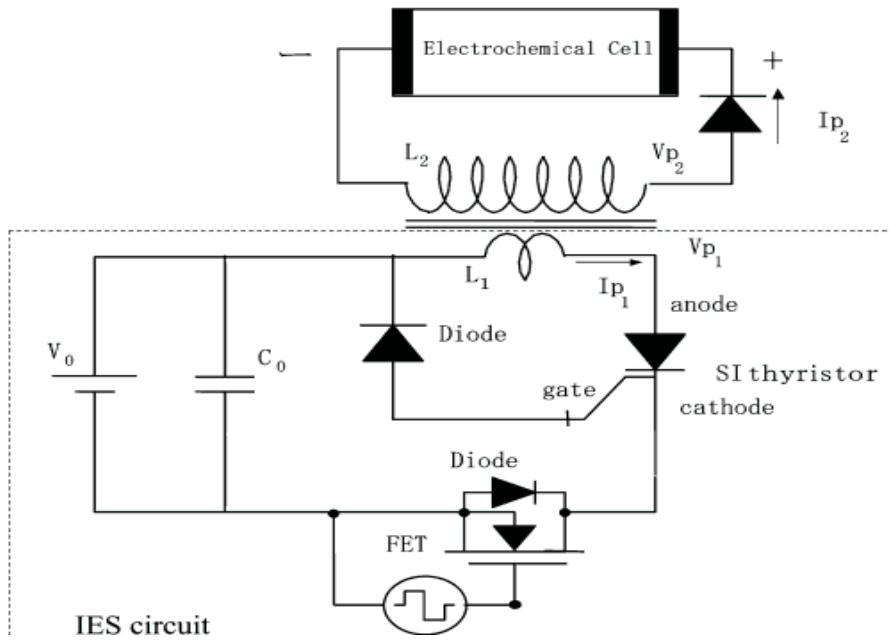


Figure 2.7: Circuit d'alimentation à impulsions ultra-courtes pour l'électrolyse de l'eau basé sur le circuit IES avec le commutateur SITHy [21]

Le taux de production d'hydrogène et le rendement sont tracés en fonction de la puissance d'entrée entre les électrodes à la Fig. 2.8.

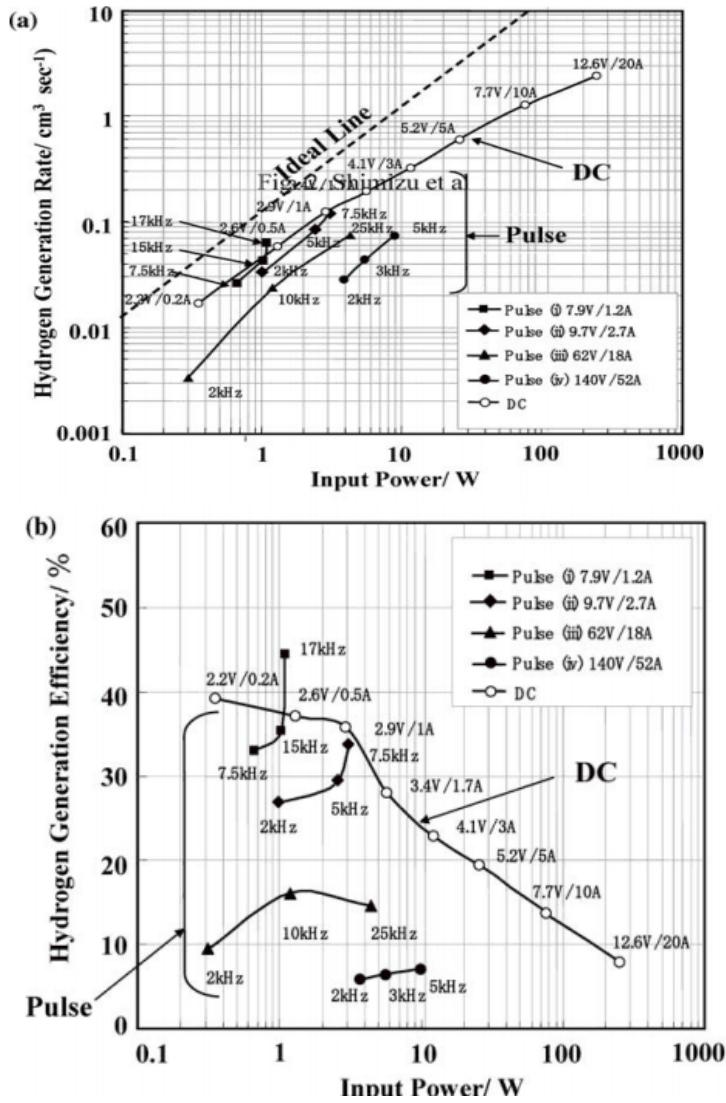


Figure 2.8: (a) Le taux et (b) l'efficacité de production d'hydrogène en fonction de la puissance d'entrée [21]

Dans le cas d'alimentation en courant continu l'électrolyse, lorsque la tension appliquée est augmentée, le courant augmente de sorte que le taux de production d'hydrogène augmente, mais le rendement par rapport au taux de production idéal diminue de 40 % (à 2,2 V) à 8 % (à 12,6 V). Ici, le taux de production idéal a été calculé à partir des données thermodynamiques [22].

La diminution du rendement peut être expliquée principalement par le fait qu'un électron à haute énergie ne peut réduire qu'un ion hydronium H_3O^+ de sorte que la différence entre la tension appliquée et la tension utile soit dissipée sous forme de chaleur. Etant donné que ce même courant est qui plus est accru par l'augmentation de la tension appliquée, les électrons qui ne sont pas utilisés pour la réduction de l'hydrogène sont aussi dissipés sous forme de chaleur.

Contrairement au cas de l'électrolyse à alimentation en courant continu, l'électrolyse par alimentation à impulsions ultra-courtes montre un comportement très différent. Comme on le

voit sur la Fig. 2.8 (a), dans le cas l'électrolyse à du courant continu, le taux de génération d'hydrogène n'est pas proportionnel à la puissance d'entrée : il diffère du taux idéal. L'efficacité de la production d'hydrogène est calculée comme le rapport entre le taux réel de génération au taux idéal et on peut voir sur la Fig. 2.8 (b) qu'elle est largement diminuée. Cette diminution est principalement due à la dissipation sous forme de chaleur de l'énergie de la plupart des électrons.

Dans le cas de l'électrolyse par impulsions, on voit sur la Fig. 2.8 (a) que le taux de production d'hydrogène est augmenté lorsque le pic de tension diminue. Il est cependant convenable de noter que l'augmentation du taux de production d'hydrogène est fonction de la puissance d'entrée. Ce comportement est tout à fait différent du celui de l'électrolyse à courant continu. Lorsque la puissance d'entrée est accrue par augmentation de la fréquence des impulsions, l'efficacité n'a pas été diminuée dans le cas de fortes crêtes de tension, et a été augmentée dans le cas de faibles crêtes de tension comme on peut le voir sur la Fig. 2.8 (b). Cette augmentation de l'efficacité dans le cas de faibles pics de tension peut être due au fait que la dissipation d'énergie est diminuée étant donné que chaque électron a une énergie inférieure et que la forme d'onde impulsionale est plus pointue pour les crêtes de tension faibles.

Pour ces raisons, la puissance peut être efficacement consommée pour électrolyse. Ce fait implique que le pouvoir ultra-courte l'électrolyse est un procédé prometteur dans lequel la puissance application peut encore être augmentée avec une augmentation de rendement d'électrolyse.

2.3 Conclusion

En suivant le procédé de Stanley Meyer, on a considéré que l'eau, un matériau diélectrique, formait avec les deux électrodes en inox un condensateur faisant partie intégrante du circuit électronique. Pour arriver à la production du gaz combustible, il fallait suivre différentes étapes : lorsqu'on envoie un certain champ électrique⁷ aux deux excitateurs magnétiques en inox, on constate l'occurrence de divers phénomènes en commençant par la polarisation, s'ensuit l'elongation et enfin la libération de gaz hautement combustible.

D'après Lindemann, l'application des tensions très élevées avec des courants presque nuls à une fréquence particulière peut déplacer l'électron vers l'excitateur positif et le noyau vers la zone négative, libérant ainsi le gaz combustible. Pour se faire, on a le circuit d'intensification de tension dans lequel l'eau est mise à une impédance très élevée, ce qui permet le travail du potentiel d'une tension pure.

⁷ « Electrical stress » : concept de Stanley Meyer

Naohiro SHIMIZU explique aussi, qu'en envoyant des impulsions ultra-courtes de tension on peut obtenir le même gaz. Il a démontré que le procédé de Stanley Meyer est plus efficace qu'une électrolyse classique dépensant inutilement de l'énergie.

Chapitre 3. Conception d'une variante d'un circuit en amont du circuit VIC

3.1 Cahier des charges

Le générateur de fréquence de Meyer pour alimenter la cellule peut : accepter une tension continue jusqu'à 12 V/10 A en entrée et produire en sortie un train d'impulsions de fréquence comprise entre 2 kHz et 100 kHz en oscillations ON/OFF (voir figure. 3.1) de 4 à 10 impulsions par train. Quant au rapport cyclique (duty cycle) de l'oscillation ON/OFF, il peut aller de 10 à 90 %. [3]

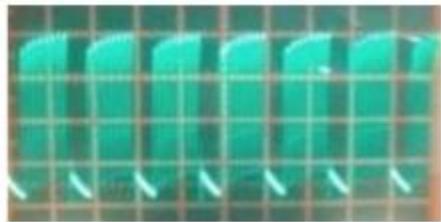


Figure 3.1: Le train d'ondes de Meyer mesuré au niveau de la cellule WFC [3]

Soit GIG la variante du circuit générateur de fréquence, on veut que le circuit GIG oscille à 100 kHz et qu'il présente environ 7 impulsions par train.

Le courant fourni par le circuit GIG au primaire du transformateur du circuit VIC est quant à lui conçu pour un minimum de 2 A. En fait, sa valeur dépend du courant délivré par la source de tension utilisée puisque nous utiliserons un transistor un MOSFET pour piloter le primaire.

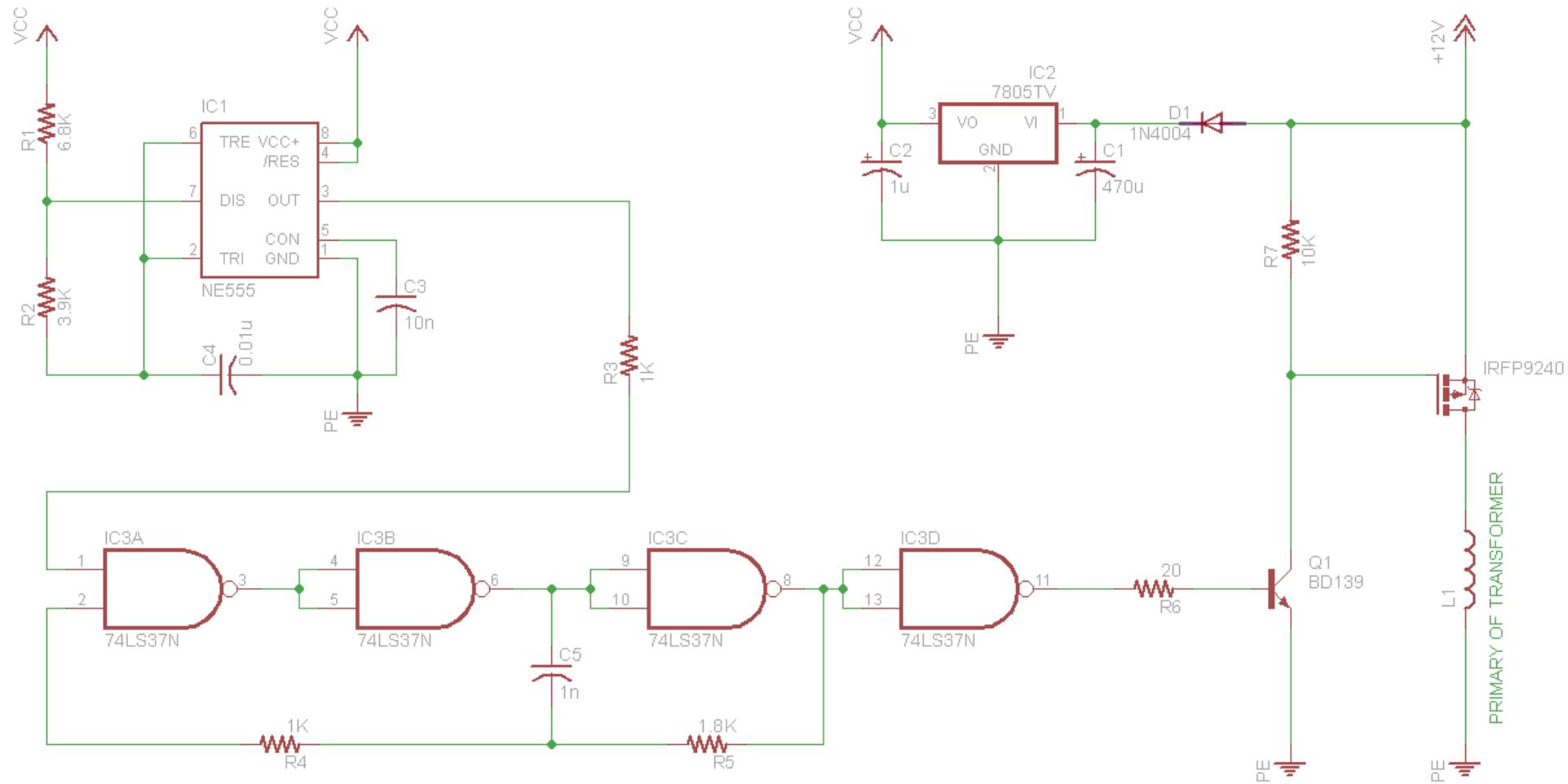


Figure 3.2: Schéma électronique du circuit GIG

La génération de la forme d'onde se fera avec 2 astables suivant le procédé de la figure. 3.3 :

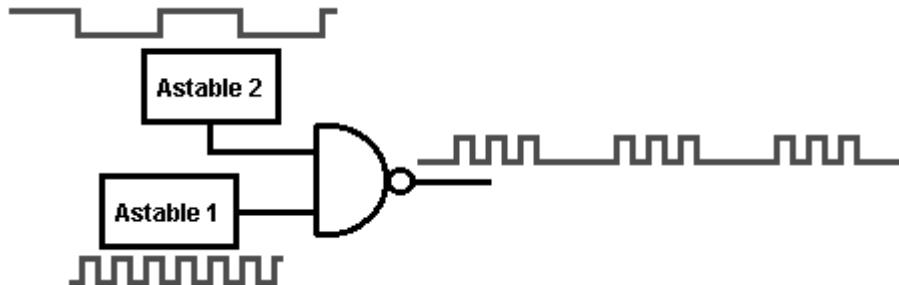


Figure 3.3: Illustration du mode opératoire pour la génération du train d'onde de Meyer (gated pulse train) [23]

Nous allons appliquer les qualifications suivantes :

- « astable lent » ou slow astable pour désigner « Astable 2 ».
- « astable rapide » ou fast astable pour désigner « Astable 1 ».

3.2 Analyse du circuit

3.2.1 Circuit de l'astable lent

Le circuit intégré NE555 offre en sortie un signal carré disons asymétrique puisque la charge du condensateur C4 réglant la fréquence se fait essentiellement à travers une résistance plus grande que celle à travers laquelle la décharge s'effectue ($R_1 + R_2 > R_2$). La sortie oscille alors entre 2/3 et 1/3 de VCC avec un rapport cyclique supérieur à 50 %. Ce qui permet de réduire le temps de relaxation de la capacité à eau (water capacitor) et de favoriser ses instants de charge.

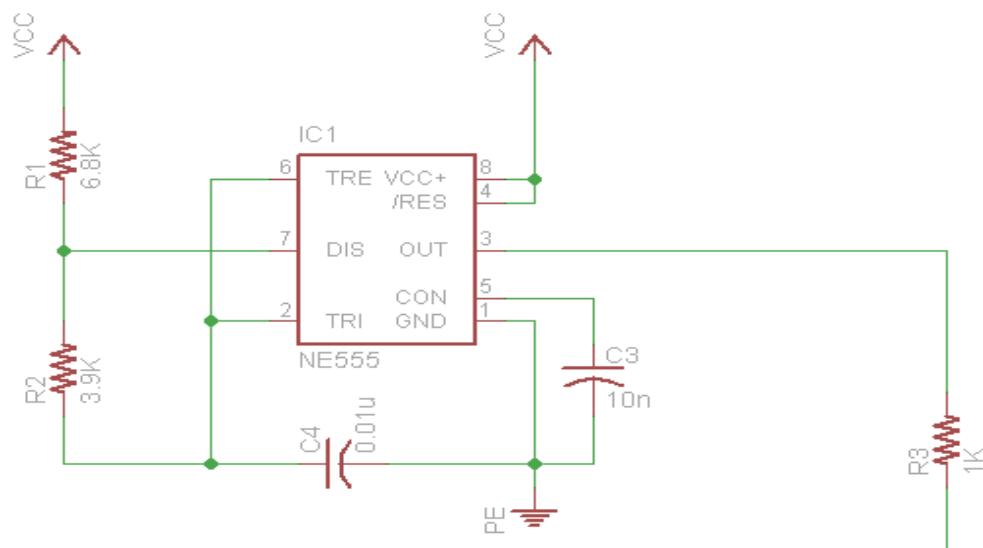


Figure 3.4: Portion du circuit GIG à base du multivibrateur NE555

Le NE555 est compatible avec les circuits intégrés logiques TTL c'est-à-dire que leurs niveaux de tension se comprennent. Pour être plus clair, un niveau haut de tension sera de sa part bien interprété comme étant un niveau haut et un niveau bas bien interprété, cela va de soi, comme étant un niveau bas par le circuit logique TTL (ici : le 74LS37). Donc l'interfaçage entre les 2 circuits intégrés se fait directement par l'intermédiaire de la résistance R3.

3.2.2 Circuit de l'astable rapide

La boucle formée par IC3A, IC3B, IC3C (voir annexe 1) est un oscillateur en anneau à base d'inverseurs commandé par la sortie du NE555. A l'état ON amorcé par un niveau bas de tension de son signal de commande ; cet oscillateur donne un signal carré stable, symétrique et de rapport cyclique de 50 %. Puisque ce niveau bas de commande est ici plus court que le niveau haut, une commande correcte nécessite le passage du signal de sortie de l'astable rapide par IC3D pour avoir 70 % ON et 30 % OFF.

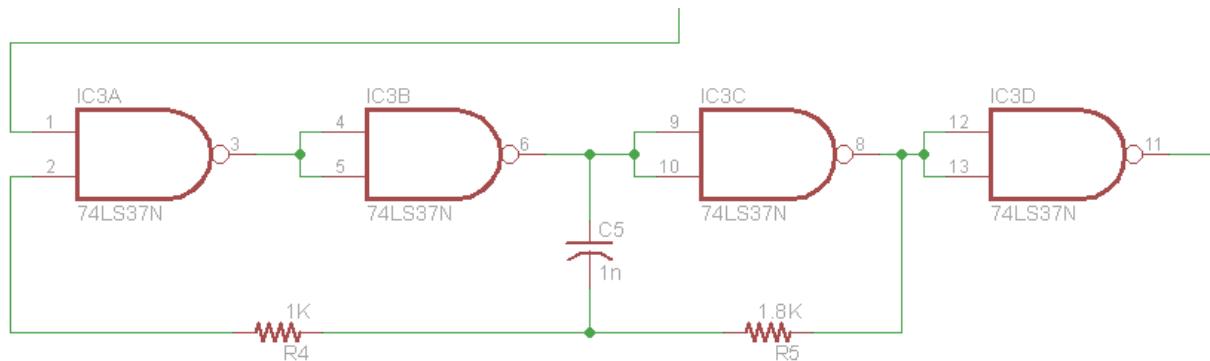


Figure 3.5: Portion du circuit GIG à base du circuit logique TTL 74LS37

3.2.3 Circuit de commande du primaire du transformateur

La principale raison du choix du MOSFET est en fait dans le souci de fournir un signal à commutation rapide : à l'inductance du primaire, en passant par celle du secondaire pour arriver à la bobine bifilaire (56) (22) et (62) (23). Pratiquement, le fait d'avoir des bords pointus au niveau des crêtes du signal permet d'obtenir une force contre électromotrice (f.c.e.m) élevée de la part de l'inductance bifilaire, ce qui sera convertie ensuite en courant à la capacité pour produire du gaz combustible (explication de Lindemann).

En effet, la loi de Lenz nous décrit le comportement de la tension aux bornes d'une inductance L vis-à-vis d'un changement de courant :

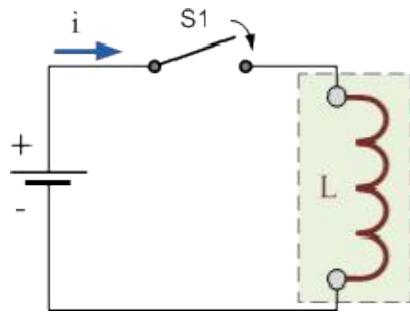


Figure 3.6: Phénomène d'induction dans une self [24]

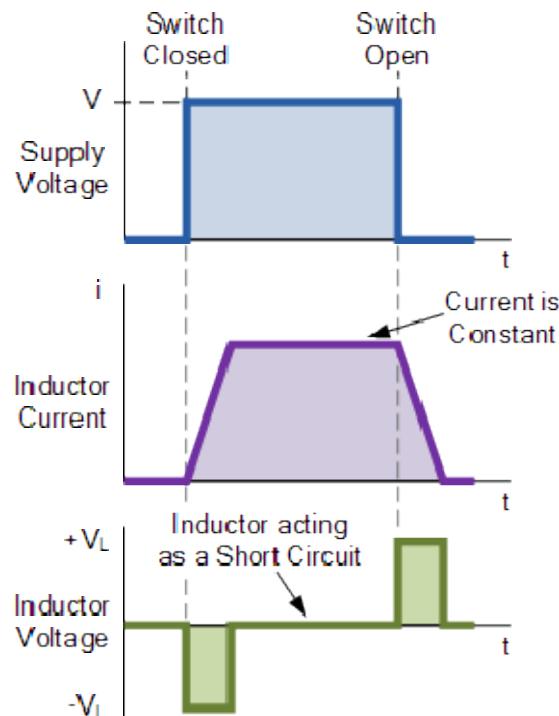


Figure 3.7: Réponse en tension du primaire à une commande en courant [24]

$$V_L(t) = -L \frac{di}{dt}, dt \rightarrow 0 \Rightarrow V_L \rightarrow \infty$$

Généralement, l'amplitude de la f.c.e.m est plus importante que celle de la tension que l'on applique aux bornes de l'inductance.

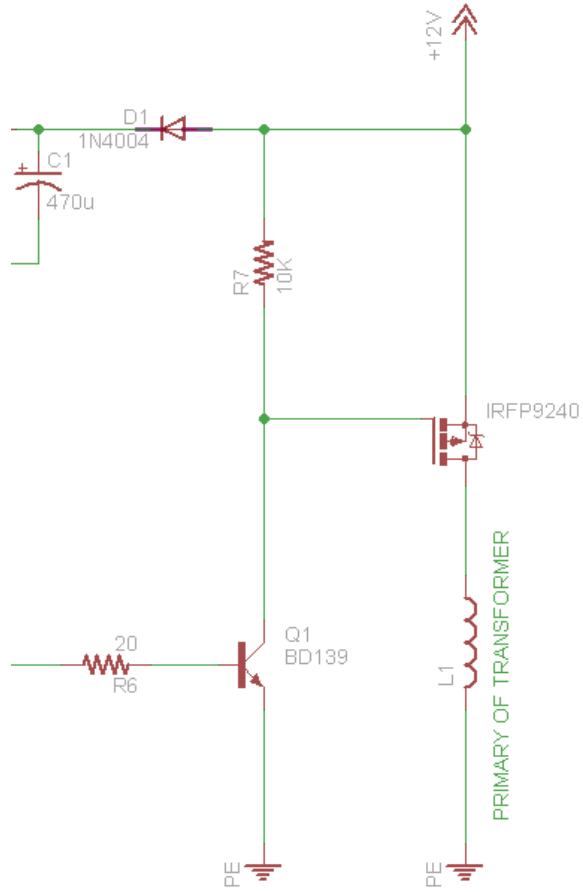


Figure 3.8 : Portion du circuit de commande

Voici comment on peut piloter un transistor MOS à canal p avec un transistor bipolaire :

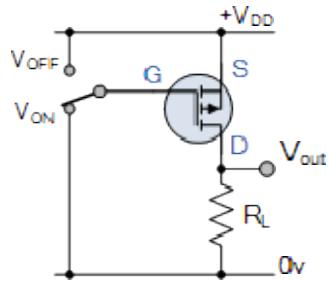


Figure 3.9: Illustration du fonctionnement théorique du transistor MOS à canal p [25]

Le transistor bipolaire choisi est un BD139 car on veut utiliser son courant de collecteur de 1 A pour commander le transistor MOS et à posteriori le primaire du transformateur. Le transistor MOS n'a pas en fait besoin d'autant de courant pour commuter puisque c'est un dispositif commandé en tension. La nécessité d'un tel courant est liée à la fréquence de travail à laquelle on veut faire osciller le transistor MOS.

En réalité, la grille du transistor MOS est isolée électriquement de la jonction drain – source par une couche isolante d'oxyde de silicium (ou bien d'autres dérivées oxygénés). Ce qui constitue une charge capacitive à l'entrée du transistor qui a besoin de courant conséquent pour se décharger rapidement (se mettre OFF) et ainsi effectuer l'oscillation à la fréquence

recherchée.

Le transistor Q1 est piloté par le circuit logique de la manière suivante :

- Quand Q1 est polarisée en direct par la résistance de base R8 (c'est-à-dire voit le niveau haut du circuit logique $3,8 \text{ V} > 0,7 \text{ V} = V_{BE}$), sa jonction collecteur - émetteur devient une faible résistance (court-circuit). Ce qui met le potentiel de la grille du transistor MOS à un potentiel suffisamment plus bas que celui de la source ($V_{GS(th)} < -4 \text{ V}$), mettant ainsi le MOSFET l'état ON.
- Quand Q1 est polarisé en inverse (courant négatif à la base du transistor et se dirigeant ainsi vers le circuit logique), sa jonction collecteur - émetteur devient une haute impédance (circuit ouvert). Ce qui amène le potentiel de la grille du transistor MOS à canal p à un potentiel positif (12 V) via la résistance de pull up R11, ce qui met le MOSFET à l'état OFF.

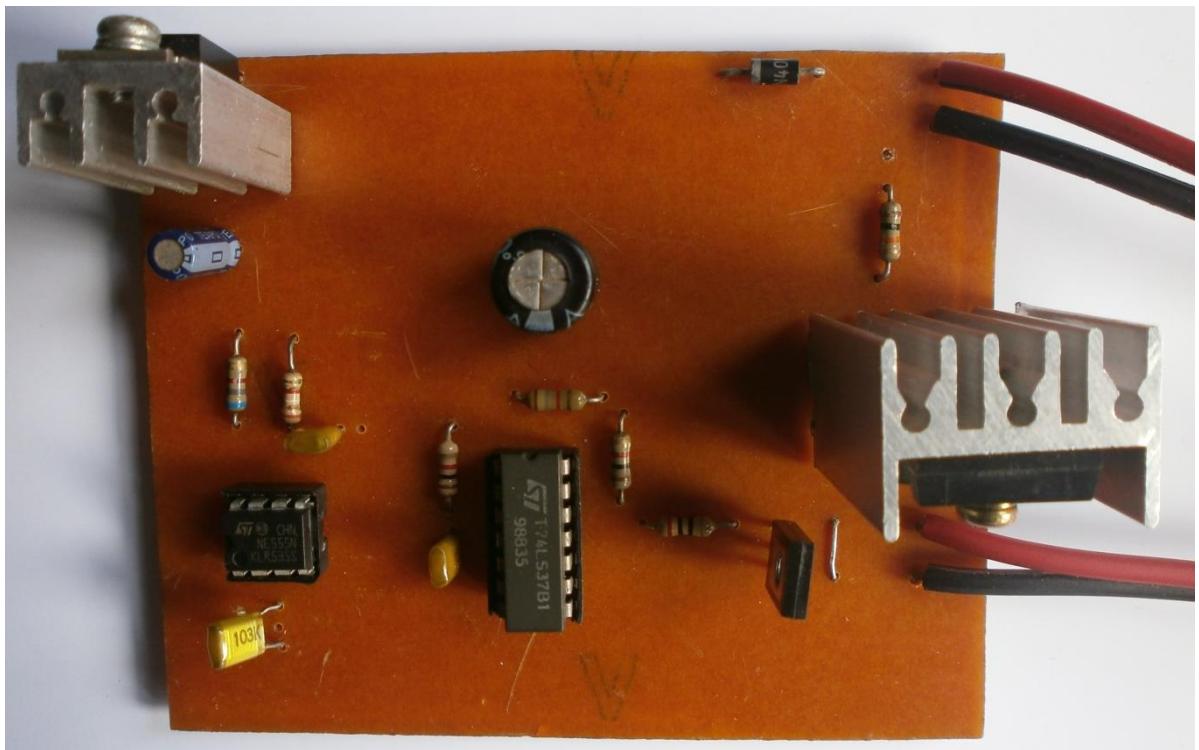


Figure 3.10: Le circuit électronique GIG

3.3 Conception du transformateur

3.3.1 Propriétés des matériaux ferromagnétiques

L'utilisation d'un matériau ferromagnétique dans une machine électrique vise à canaliser le flux magnétique pour maximiser la conversion d'énergie. Ces matériaux sont classés sur la base de leur comportement en présence d'un champ magnétique d'excitation. Cette réaction est mesurée par l'induction qui est la quantité de flux magnétique par unité de surface. L'équation permettant de relier l'induction au champ magnétique est :

$$B = \mu_0 \mu_r H$$

où :

B est l'induction magnétique ; μ_0 est la perméabilité magnétique du vide ; μ_r est la perméabilité magnétique relative ; H est le champ magnétique.

La relation permet de remarquer que l'induction pour un champ magnétique donné est d'autant plus grande que la perméabilité relative est élevée. Cette propriété est cherchée et exploitée lors de la réalisation du circuit magnétique d'une machine électrique. Lorsque la perméabilité du matériau augmente, la force d'attraction des lignes de champ dans le matériau augmente et concentre le champ. Pour cela, seul le matériau ferromagnétique peut canaliser les lignes du champ grâce à sa perméabilité relative [26].

3.3.2 Principaux types de matériaux ferromagnétiques

Il existe deux principaux types de matériaux ferromagnétiques doux permettant de limiter les courants de Foucault dans les applications où l'induction est variable : les matériaux faits de tôles isolées et les matériaux faits de poudre de fer dont les particules sont isolées. Les premiers sont les plus répandus dans les applications à basse fréquence qui représentent la plus grande partie du marché en termes de tonnage. Ils sont généralement à base de Fer, de Nickel et de Cobalt (plus d'autres éléments additionnels, dans la réalisation des alliages afin d'être économiques et performants) qui sont les trois principaux éléments simples ferromagnétiques [27].

Les seconds sont les plus utilisés aux fréquences élevées. Dans les filtres des étages continus et dans les culasses de rotor à aimants, les matériaux massifs peuvent être utilisés (généralement des aciers faiblement alliés) [28].

Les matériaux ferromagnétiques doux usuels peuvent être classés en fonction de leur structure et de leurs constituants suivant le diagramme de la Fig. 3.11 :

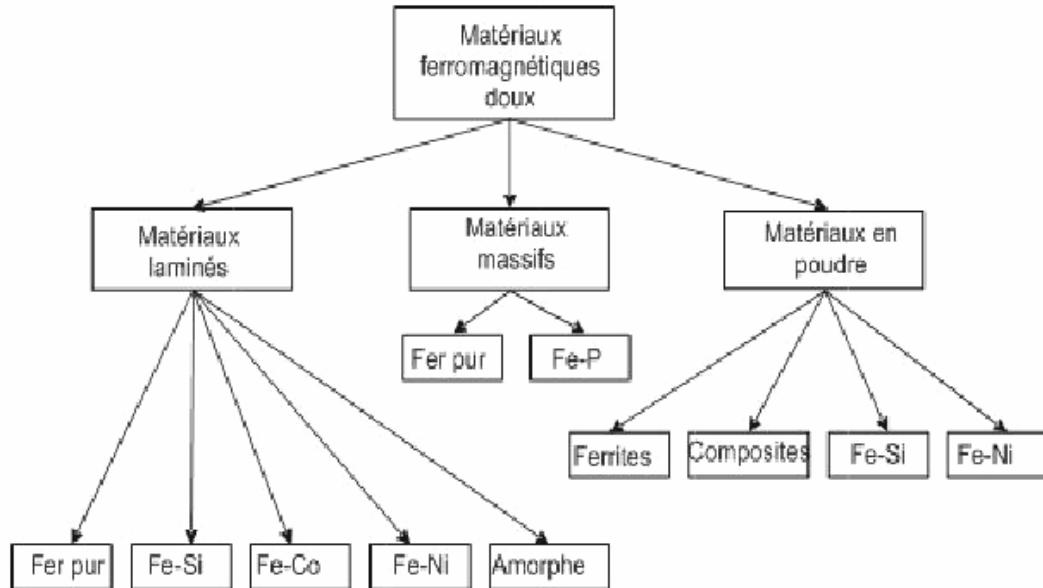


Figure 3.11: Classification des principaux types de matériaux ferromagnétiques [28].

— Ferrites doux

Les ferrites constituent un groupe d'oxyde de fer de formule générique MeFe_2O_4 où Me représente un métal de transitions divalentes ou une combinaison d'ions métalliques. Plus les fréquences sont basses, plus la perméabilité de la ferrite est élevée et plus on montera en fréquence, plus on sera obligé de choisir des ferrites à faible perméabilité. Ces limitations sont principalement dues aux mécanismes d'aimantation propres à ces matériaux. Suivant la gamme de fréquence qu'on utilise :

- Les ferrites de manganèse-zinc (Mn-Zn) de 10 kHz à 1.5 MHz. Leurs aimantations sont parmi les plus élevées des ferrites (jusqu'à 0.6 T) mais leurs résistivités électriques sont les plus faibles. Les ferrites de puissance sont optimisées au fur et à mesure de l'évolution des applications. Cette optimisation est surtout fonction de la gamme de fréquence mais aussi de la température et de l'induction de fonctionnement.
- Les ferrites spinelles de nickel-zinc (Ni-Zn) de 1 à 500 MHz. Les aimantations sont plus modestes mais les résistivités atteignent $10^6 \Omega\text{m}$, ce qui en fait des matériaux adaptés pour des fonctionnements à de très hautes fréquences [29].

a. Les pertes par courants de Foucault

En régime dynamique, en plus des pertes qui trouvent leurs origines dans le processus statiques et les courants induits microscopiques, il existe aussi des courants macroscopiques qui se développent dans l'ensemble du système et directement liées aux conductivités du matériau considéré. En régime d'induction variable, le matériau est siège de courants qui : se font selon des sections droites dans le noyau, s'opposent à la pénétration du flux des pertes appelées pertes courants de Foucault.

b. Pertes par hystérésis

Dans un matériau ferromagnétique, on observe un phénomène d'hystérésis entre le champ magnétique appliqué et l'induction magnétique.

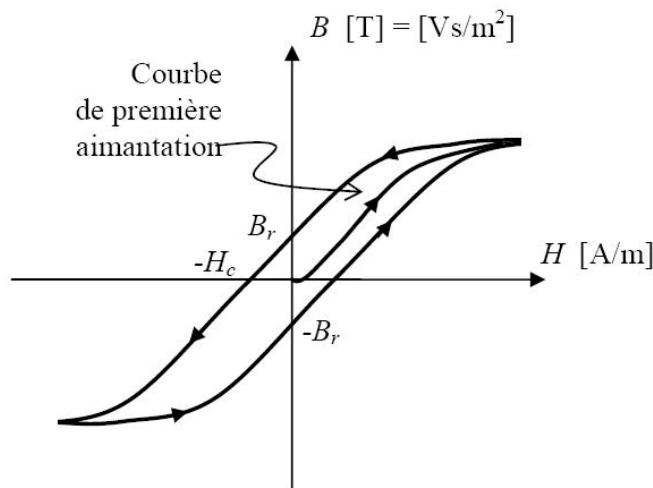


Figure 3.12: L'énergie dissipée est proportionnelle à la surface du cycle d'hystérosis du matériau magnétique [30]

Pour limiter les pertes, il faut donc choisir des matériaux magnétiquement doux présentant un cycle le plus étroit possible, donc de faibles valeurs de la rémanence (B_r) et du champ coercitif (H_c).

Le chauffage par induction est produit par les courants de Foucault induits dans la pièce à chauffer. Ce type de chauffage est donc réservé aux matériaux conducteurs.

Dans notre réalisation, on doit donc chercher à utiliser des matériaux avec moins de pertes pour éviter l'échauffement du transformateur, et qui peuvent supporter une fréquence plus élevée que la fréquence habituelle.

Ici, on a choisi un transformateur à noyau ferrite comme montré dans la Fig. 3.13 suivante, qui présente moins de pertes qu'un transformateur à noyau feuilleté habituel.

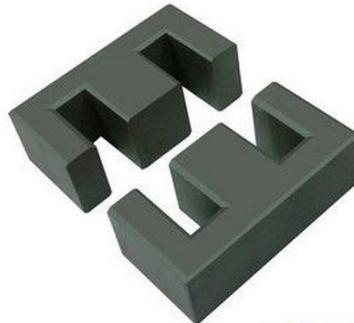


Figure 3.13: Genre de noyau ferrite utilisé présentement [31]

Meyer a utilisé un matériau ferromagnétique tel que la poudre « Ferramic 06# Permag » décrite dans le catalogue des Ferrites Siemens [20].

Le primaire et le secondaire de notre transformateur sont enroulés dans le même sens comme l'indique la Fig. 2.6.

Le primaire consiste en 7 spires largement espacées sur toute la longueur du noyau et le

secondaire en 140 spires adjacentes recouvrant en une seule couche la totalité du noyau ferrite (voir annexe 2).

3.4 Conclusion

La réalisation d'un circuit générateur de gaz HHO se fait en deux travaux :

- Un circuit astable qui génère des signaux conformes aux trains d'ondes de Meyer.
- Ensuite un circuit de puissance dans lequel on a choisi un matériau ferromagnétique introduisant le minimum de pertes possible pour le noyau du transformateur et qui supporte l'application d'une fréquence élevée (de l'ordre du kHz).

CONCLUSION

L'eau contient de l'hydrogène et de l'oxygène et forme un dipôle électrique. Par l'exploitation de cette propriété on peut produire un nouveau gaz combustible.

A l'époque où Stanley Meyer a produit du gaz il a pensé que c'était de l'hydrogène. Mais grâce aux études effectuées par Santilli différents instruments de mesure (spectrographe en phase de gaz par exemple), il a montré que le gaz obtenu n'est autre que la reconfiguration de la molécule d'eau en une nouvelle forme qui est combustible : le gaz nommé HHO. Ce qui ne nécessite alors que très peu d'énergies.

En suivant le procédé de Meyer : l'envoi à une fréquence particulière et l'amplification de la tension vers la cellule à eau permet de produire du gaz HHO issu de l'eau sans ajout des divers produits électrolytiques comme la soude qui facilite le passage du courant. Dans la production du gaz combustible classique à partir de l'eau, l'énergie obtenue est inférieure à celle de l'énergie nécessaire à sa production. Shimizu a par contre vérifié l'efficacité du procédé décrit par Meyer. Le rendement du gaz combustible de Meyer est plus important que la nôtre. Dans la production de Meyer, il a utilisé beaucoup de cellule d'eau et beaucoup de champ électrique de tension de l'ordre de 20 kV. Dans le projet, on a utilisé une cellule d'eau et une tension d'alimentation de 13.8 V/6 A.

La meilleure vocation de la technologie WFC de Meyer est la conversion des systèmes à carburants fossiles en dispositifs à carburant HHO complètement écologiques et prônant la sauvegarde de l'environnement.

Annexe 1. Calcul sur la conception du circuit

1.1 Calculs sur l'astable lent

Nous voulons de prime abord diviser le motif du signal de sortie de l'astable lent en 10, sa fréquence doit alors être :

$$f_{slow} = 10 \text{ kHz}, \left(\frac{f_{fast}}{f_{slow}} = \frac{100 \text{ kHz}}{10 \text{ kHz}} = 10 \right)$$

ce qui donne la période :

$$T_{slow} = \frac{1}{f_{slow}} = 100 \mu\text{s}$$

En consultant le graphe de la Fig. A.1 :

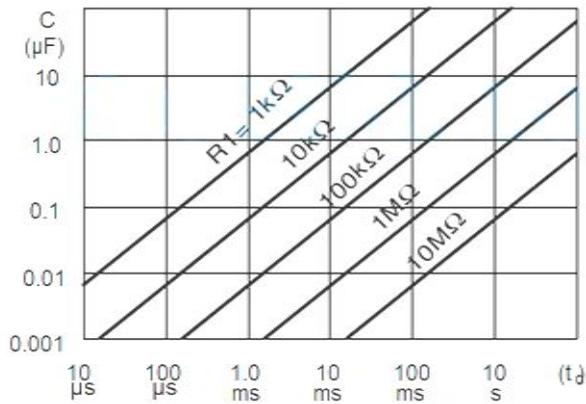


Figure A.1: Capacité en fonction de la période d'oscillation du NE555 pour quelques valeurs de résistances (échelle logarithmique) [32]

On choisit : $C4 = 0,01 \mu\text{F}$ et $R1 + R2 = 10 \text{ k}\Omega$

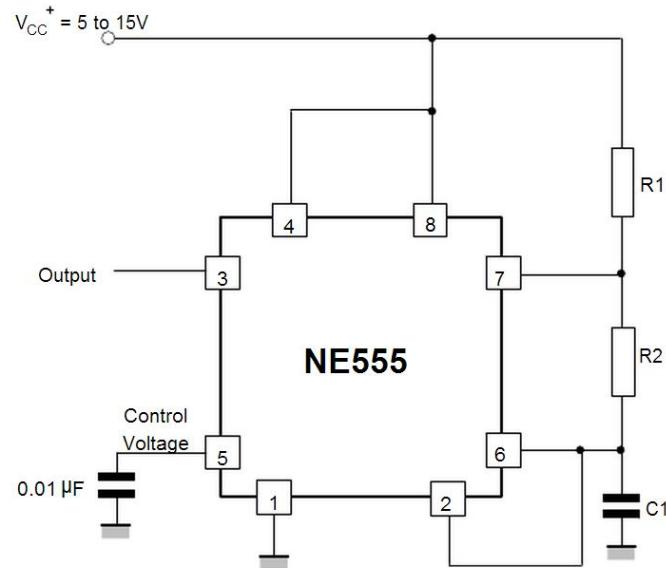


Figure A.2: Le NE555 configuré en astable [33]

Le temps de charge du condensateur C4 est donné par :

$$t_{HIGH} = 0,693 \cdot (R1 + R2) \cdot C4 = 74,151 \mu s$$

et le temps de décharge par :

$$t_{LOW} = 0,693 \cdot (R2) \cdot C4 = 27,027 \mu s$$

D'où une période totale :

$$T_{slow} = t_{HIGH} + t_{LOW} = 101,178 \mu s$$

Le rapport cyclique est donnée par :

$$D = \frac{t_{HIGH}}{T_{slow}} = 0,73288 = 73,288 \%$$

La sortie de l'oscillateur à base de NE555 permettra donc d'avoir une largeur d'impulsions ON d'environ 70 % fois la largeur de 10 impulsions, soit 7 impulsions ON durant une période d'oscillation du circuit GIG.

1.2 Calculs sur l'astable rapide

Le circuit intégré 74LS37 est un circuit intégré logique comprenant 4 portes NAND avec buffers. Il est possible d'obtenir un inverseur à partir d'une porte NAND du 74LS37 vu qu'une porte NAND (NON ET) contient intrinsèquement une porte ET inverseuse.

Tableau III : Table de vérité (output table) du circuit logique 74LS00 équivalent au 74LS37 [34]

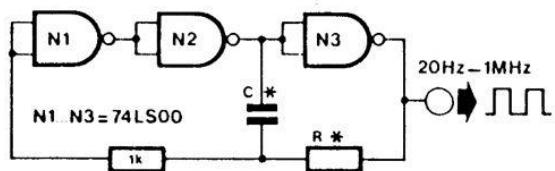
		$Y = \overline{A}\overline{B}$
INPUTS		OUTPOUT
A	B	Y
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L

En court-circuitant les 2 entrées (en faisant $A = B$), on a la table de vérité d'un inverseur :

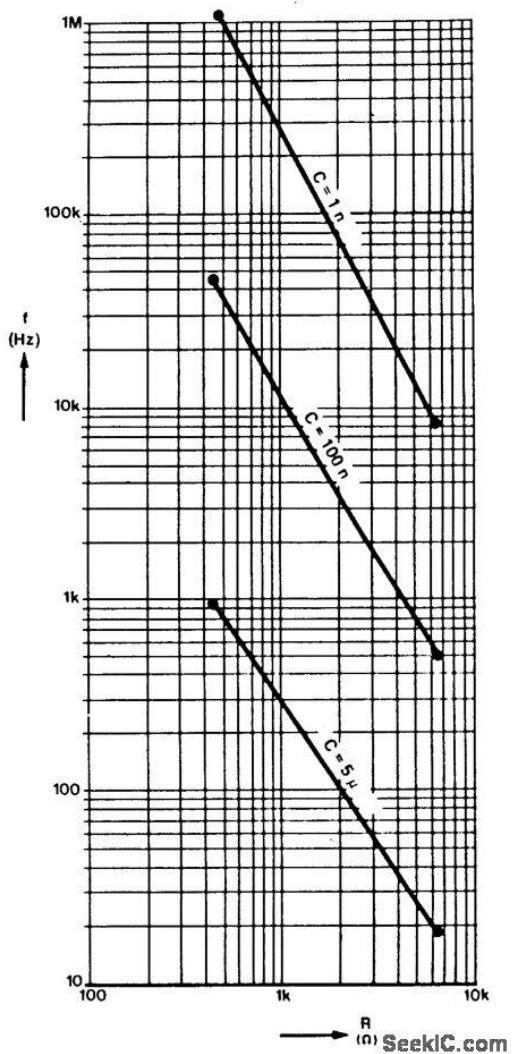
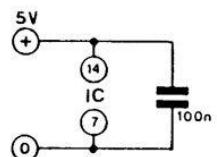
Tableau IV : Obtention d'un inverseur à partir d'une porte NAND du 74LS37

Entrée A = B	Sortie Y
L	H
H	L

Le signal oscille alors naturellement à la sortie de chaque porte et la fréquence recueillie en début de boucle de retour (à la broche 8 du 74LS00) est donnée par le graphe de la Fig. A.3 :



* see text



→ R (Ω) SeekIC.com

Figure A. 3: Fréquence d'oscillation obtenue avec un circuit logique basse puissance (série 74LS) en fonction de la résistance et pour quelques valeurs de capacité (échelle logarithmique) [35]

Ici, on veut : $f_{fast} = 100 \text{ kHz}$, donc on prendra : $R5 = 1,8 \text{ k}\Omega$ et $C5 = 1 \text{ nF}$.

1.3 Calcul sur la commande du primaire du transformateur

L'utilisation d'un transistor MOS est ici tout indiquée puisqu'on utilise une alimentation de 12 V et on sait qu'on peut « ouvrir complètement » (fully ON) le canal p du transistor MOS IRFP9240 avec une tension $-V_{DS} = 10$ V. Ce qui permet de commander le primaire du transformateur avec une valeur de courant maximale.

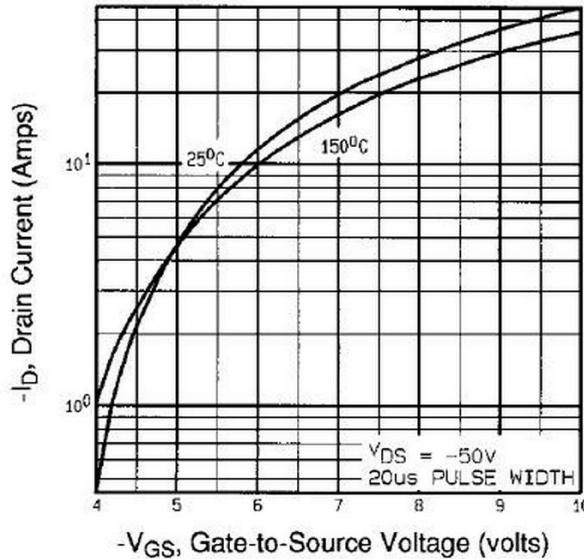


Figure A.4: Caractéristique $-ID = f(-VGS)$ du transistor IRFP9240 [37]

Ici, en utilisant un courant de 1 A pour commander le transistor et en prenant la valeur de la charge totale de la grille (Q_g : Total Gate Charge) qui est ici de 44 nC pour l'IRFP9240 ; nous avons, en effectuant leur produit [36], un temps de commutation de 0,04 μ s (250 fois la période). Ce qui donne un signal carré assez pointu.

La résistance de polarisation R8 est choisie de telle sorte que le courant de collecteur soit 10 fois le courant de base (c'est un bon rapport pour le pilotage du transistor en saturation).

On a :

$$10 = \frac{I_C}{I_B} = \frac{1 A}{100 mA} \Rightarrow R_B = R8 = \frac{(V_{OH} - V_{BE})}{I_B} = \frac{(2,5 V - 0,7)V}{0,1 A} = 20 \Omega$$

Il vaut mieux choisir une valeur du niveau haut de tension du circuit logique plus basse, pour s'assurer qu'en sortie de Q1, on ait le maximum de courant (pour piloter le transistor MOS).

Calcul sur le transformateur

Le nombre nécessaire d'enroulements au primaire d'une alimentation à découpage est donné par la formule de Boucherot :

$$N_{pri} = \frac{V_{in(nom)} \cdot 10^8}{4 \cdot f \cdot B_{max} \cdot A_c} = \frac{10 \cdot 10^8}{4 \cdot 90000 \cdot 1300 \cdot 5,3} = 0,44$$

$V_{in(nom)}$: est la valeur nominale de la tension aux bornes du primaire, disons 10 V ;

f : fréquence d'oscillation de l'astable rapide évaluée par défaut : 90000 Hz ;

B_{max} : densité maximale du flux magnétique qui va de 1300 à 2000 Gs pour des noyaux ferrite ;

A_c : surface de la section effective du noyau : $(2,65 \times 2) \text{ cm}^2$.

Annexe 2. Electromagnétisme dans les milieux diélectriques d'après Olivier GRANIER

2.1 Notions d'électromagnétisme (EM) dans les milieux diélectriques

Dans la matière, un champ électromagnétique agit sur les atomes, les molécules ou les ions en les déformant. Le milieu matériel va ainsi :

- Se polariser sous l'action du champ électrique
- S'aimanter sous l'action du champ magnétique

Ces modifications vont alors provoquer l'apparition d'un champ électrique (ou magnétique) induit par le champ EM externe, qui s'ajoute à celui-ci.

Le but de ce paragraphe est d'expliquer comment ces phénomènes microscopiques se traduisent à l'échelle macroscopique dans l'expression des équations de Maxwell.

Dans certains milieux (métaux, plasmas), les charges se déplacent librement (on parle de charges et de courants libres). Dans les diélectriques, les charges ne se déplacent que très peu et s'organisent sous forme essentiellement de dipôles électriques (on néglige les contributions dues à l'apparition de quadripôles ou même d'octopôles électriques).

Le champ électrique ne pénètre pas dans les milieux conducteurs, la densité surfacique de charges libres s'ajustant pour annuler le champ créé par les charges externes. Par contre, le champ électrique pénètre à l'intérieur d'un matériau isolant et agit sur les porteurs de charge de la matière, d'où le nom de diélectrique (du grec, signifiant « à travers »).

On peut citer l'expérience de l'introduction de matière isolante entre les armatures d'un condensateur, réalisée historiquement par Faraday : on constate que la capacité augmente, d'un facteur qui dépend du matériau, appelé permittivité relative de l'isolant et notée ϵ_r . Pour maintenir le même potentiel, le générateur auquel sont reliées les armatures doit fournir une quantité d'électricité plus importante. [8]

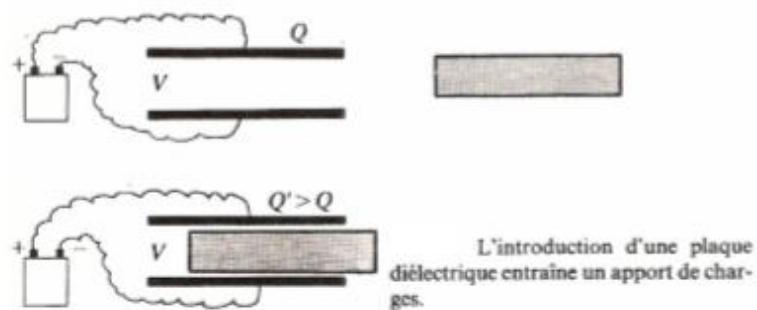


Figure A.5: Illustration de l'expérience de l'introduction d'un diélectrique entre les armatures d'un condensateur [8]

Interprétation de manière qualitative de l'expérience :

- ❖ Le condensateur est chargé à vide sous une tension V_0 , le champ correspondant aux armatures est \vec{E}_0 uniforme (en l'absence d'effets de bord). L'armature positive porte une charge libre Q_1 et la capacité du condensateur est $C_0 = \frac{Q_1}{V_0}$. Le condensateur est ensuite isolé du circuit de charge et donc sa charge libre Q_1 reste constante dans la suite des opérations.
- ❖ On introduit ensuite le diélectrique qui se polarise dans le champ ; le champ électrique uniforme induit un vectrice polarisation \vec{P} également uniforme et de même sens que lui comme le montre les petits dipôles.
- ❖ Alors il n'existe pas de densité volumique de charges de polarisation car $\rho_p = -\operatorname{div}\vec{P} = 0$ ce qui se comprend bien par l'association de petits dipôles ; en revanche, il subsiste des charges de polarisation à la surface du diélectrique de densité σ_p .
- ❖ Ces charges de polarisation surfaciques ont pour effet de diminuer le potentiel entre les armatures dont la valeur passe à $V < V_0$ (et également le champ $E < E_0$) car elles sont de signe opposé aux charges surfaciques libres de densité σ_l . La capacité du condensateur a ainsi augmenté puisqu'il est possible de condenser autant de charges libres avec un potentiel moindre : $C = \frac{Q_1}{V} > C_0 = \frac{Q_1}{V_0}$. Plus précisément, dans cette opération, le vecteur \vec{D} , lié aux seules charges libres, est resté constant : [8]

$$\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E}_0 = \epsilon_0 \epsilon_r \vec{E} \Rightarrow \vec{E} = \vec{E}_0 / \epsilon_r \text{ soit } V = V_0 / \epsilon_r \text{ d'où } [C = \epsilon_r C_0] (\epsilon_r > 1)$$

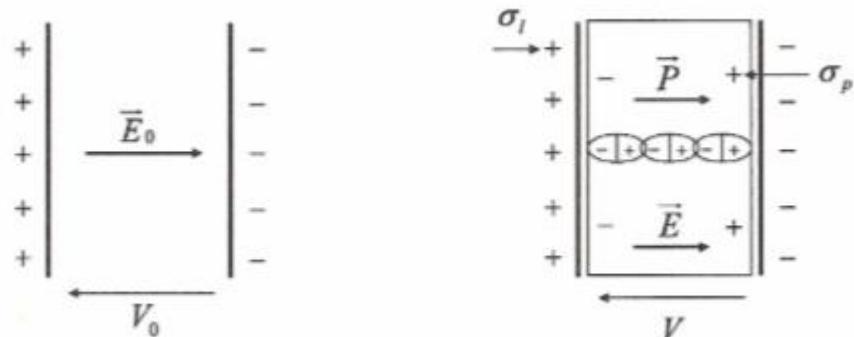


Figure A.6: Polarisation du diélectrique par l'apparition de petits dipôles (dipôles mésoscopiques) [8]

Le vectrice polarisation vaut $\vec{P} = \epsilon_0 \chi_e \vec{E}$, où \vec{E} est le champ total à l'intérieur du condensateur.

Sur l'armature gauche, la charge surfacique de polarisation est $\sigma_p = \vec{P} \cdot (-\vec{u}_x) = -P$. Le champ électrique créé par cette répartition est alors $\vec{E}_p = -\frac{\sigma_p}{\epsilon_0} \vec{u}_x = -\frac{P}{\epsilon_0} \vec{u}_x = -\chi_e \vec{E}$. Par conséquent, le champ global \vec{E} , somme du champ initial et de celui créé par les charges de polarisation vaut :

$$\vec{E} = \vec{E}_0 - \chi_e \vec{E} \text{ soit } \vec{E} = \frac{\vec{E}_0}{1 + \chi_e} = \frac{1}{\epsilon_r} \vec{E}_0$$

Remarque : on montre bien que le vecteur \vec{D} reste constant :

$$\vec{E} = \frac{1}{\epsilon_r} \vec{E}_0 \text{ soit } \vec{D} = \epsilon_0 \epsilon_r \vec{E} = \epsilon_0 \vec{E}_0 = \vec{D}_0$$

Sans isoler le condensateur, l'introduction du diélectrique peut également se faire à générateur branché donc à potentiel et champ constants ; avec l'apparition des charges surfaciques de polarisation, le maintien du potentiel suppose alors l'augmentation des charges libres qui doivent être apportées par le générateur (\vec{E} constant, mais \vec{D} augmente). La capacité du condensateur augmente également dans ce cas puisqu'il est possible de condenser davantage de charges libres avec le même potentiel.

2.1.1 Vecteur polarisation

a. Vecteur polarisation :

Dans la plupart des milieux (comme l'air ou l'eau, par exemple) soumis à un champ électrique extérieur, les chargées liées se déplacent à l'échelle atomique et il apparaît alors des dipôles électriques : le milieu se polarise. Un milieu susceptible de se polariser est un « diélectrique ».

On peut citer différents types de polarisation : la polarisation électronique (ou atomique), la polarisation d'orientation ou encore la polarisation ionique :

- ❖ Polarisation électronique : un matériau isolant initialement neutre peut être constitué d'atomes ou de molécules présentant une symétrie telle qu'ils ne possèdent pas de moment dipolaire électrique permanent (H_2 , O_2 , ...). En revanche, plongé dans un champ électrique, la molécule se déforme (le nuage électronique surtout) et le barycentre des charges négatives diffère de celui des charges positives ; il y a apparition d'un moment dipolaire induit par le champ électrique.

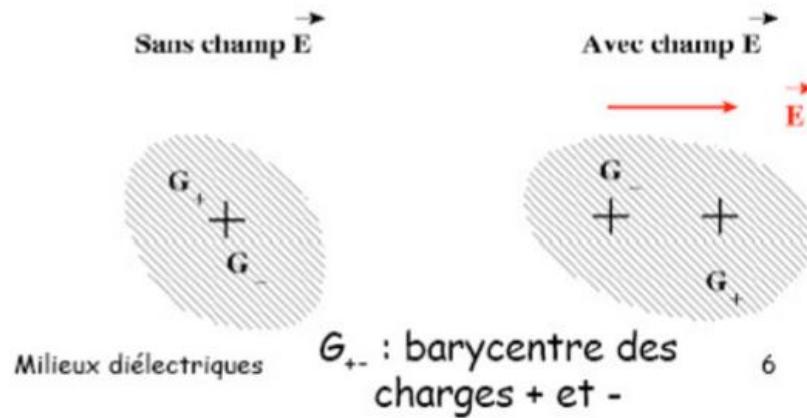


Figure A.7: La polarisation électronique ou atomique [8]

- ❖ Polarisation d'orientation : pour des molécules polaires (ayant déjà un moment dipolaire), la présence d'un champ électrique a tendance à orienter les moments dipolaires dans le sens du champ, faisant apparaître ainsi à l'échelle mésoscopique un moment dipolaire résultant non nul.

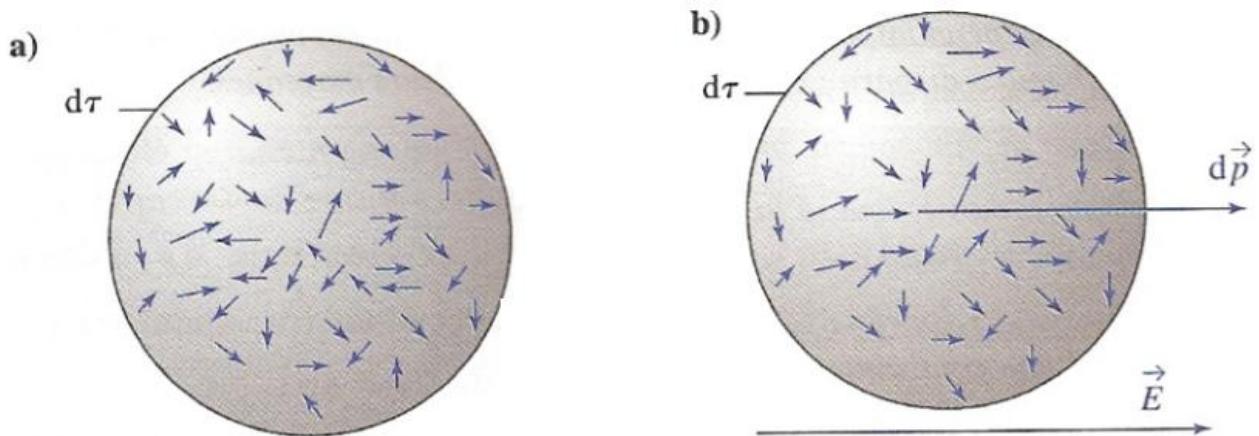


Figure A.8: La polarisation d'orientation [8]

En l'absence de champ (Fig. A.8 (a)), l'orientation des dipôles élémentaires est aléatoire. En présence de champ (Fig. A.8 (b)), les dipôles ont tendance à s'orienter davantage dans la direction du champ (malgré l'effet antagoniste de l'agitation thermique).

- ❖ Polarisation ionique : un cristal ionique se déforme dans un champ électrique et il apparaît alors un moment dipolaire résultant.

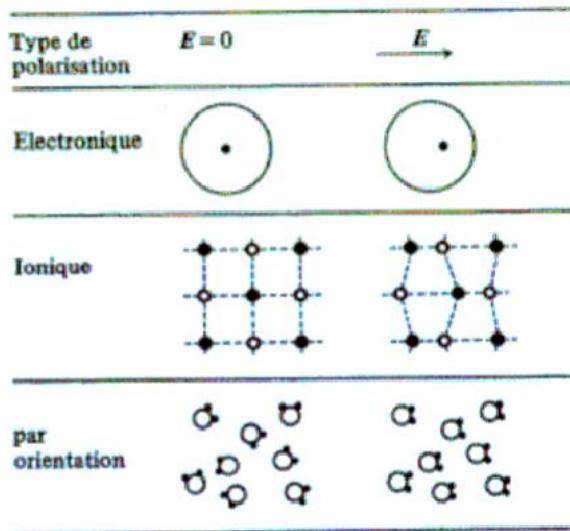


Figure A.9: Illustration schématique des différents mécanismes de polarisation [8]

On note \vec{P} le vecteur polarisation, défini comme étant le moment dipolaire par unité de volume :

$$\vec{P} = \frac{d\vec{p}}{d\tau}$$

où $d\vec{p}$ désigne le moment dipolaire du volume mésoscopique $d\tau$.

Le vecteur polarisation peut s'exprimer sous la forme :

$$\vec{P} = \frac{d\vec{p}}{d\tau} = n^* \cdot \vec{p}$$

où n^* est la densité particulaire de moments dipolaires (nombre de dipôles par unité de volume).

b. Vecteur densité volumique de courants liés :

Ces charges liées se déplacent et créent un courant de charges liées dont on peut définir son vecteur densité volumique.

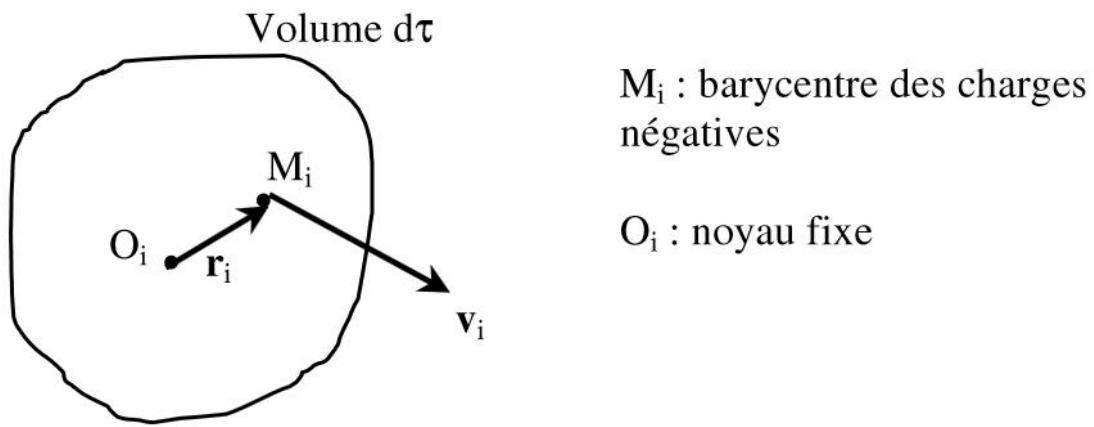


Figure A.0.10: Mouvement des charges liées M_i créant le courant de charges liées [8]

Le vecteur polarisation vaut :

$$\vec{P} = \frac{d\vec{p}}{d\tau} = \frac{1}{d\tau} \sum_i q_i \overrightarrow{O_i M_i} = \frac{1}{d\tau} \sum_i q_i \vec{r}_i$$

(la somme s'effectue sur toutes les charges q_i contenues dans le volume mésoscopique $d\tau$).

En dérivant par rapport au temps : (les points O_i sont fixes)

$$\frac{\partial \vec{P}}{\partial t} = \frac{1}{d\tau} \sum_i q_i \vec{v}_i = \vec{j}_{liées}; \quad \frac{\partial \vec{P}}{\partial t} = \vec{j}_{liées}$$

où $\vec{j}_{liées}$ désigne, par une définition analogue à celle du vecteur densité de courants de charges libres, le vecteur densité volumique de courants de charges ici liées.

- Densité de charges liées correspondantes :

On peut étudier l'état électrique d'un milieu matériel polarisé en définissant une densité volumique de charges liées. En l'absence de charges et de courants libres, le principe de conservation de la charge conduit ici à :

$$\frac{\partial \rho_{liées}}{\partial t} + \operatorname{div} \vec{j}_{liées} = 0$$

Soit :

$$\frac{\partial \rho_{liées}}{\partial t} + \operatorname{div} \frac{\partial \vec{P}}{\partial t} = \frac{\partial \rho_{liées}}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial t} (\operatorname{div} \vec{P}) = \frac{\partial}{\partial t} (\rho_{liées} + \operatorname{div} \vec{P}) = 0$$

Par conséquent, $\rho_{liées} + \operatorname{div} \vec{P}$ est indépendante du temps. En considérant l'état de repos du système, il vient :

$$\rho_{liées} + \operatorname{div} \vec{P} = 0$$

Ainsi, tout se passe comme si apparaissait une densité de charges liées égale à :

$$\rho_{liées} = -\operatorname{div} \vec{P}$$

Ainsi, dans un milieu matériel, on pourra utiliser les équations de Maxwell dans le vide à

condition de tenir compte de ces différentes densités volumiques de charges et de courants.

Densité surfacique de charge de polarisation :

1^{ère} méthode : la relation $\rho_{liées} = -\operatorname{div}\vec{P}$ permet d'affirmer (par analogie à l'équation de Maxwell - Gauss) que :

$$\vec{P}_{2,n} - \vec{P}_{1,n} = -\sigma_{liées} \vec{n}_{1 \rightarrow 2}$$

Si le milieu (2) est le vide et \vec{n} le vecteur normal du diélectrique vers le vide (normale sortante) :

$$\rho_{liées} = \vec{P} \cdot \vec{n}$$

2^{ème} méthode (neutralité du milieu) :

La charge électrique portée par le diélectrique doit rester nulle ; ainsi :

$$\iiint_V \rho_{liées} d\tau + \oint_S \sigma_{liées} dS = 0$$

Soit :

$$\iiint_V (-\operatorname{div}\vec{P}) d\tau + \oint_S \sigma_{liées} dS = \oint_S (-\vec{P} \cdot \vec{n} + \sigma_{liées}) dS = 0$$

Cette égalité doit être valable pour tout volume (V), par conséquent : $\sigma_{liées} = \vec{P} \cdot \vec{n}$.

2.1.2 Equations de Maxwell dans les milieux

La densité totale de charges dans le milieu matériel peut s'écrire, en tenant compte des charges libres et des charges liées de polarisation :

$$\rho = \rho_{libres} + \rho_{liées} = \rho_{libres} - \operatorname{div}\vec{P}$$

De même, en tenant compte des effets de polarisation, la densité de courants devient :

$$\vec{J} = \vec{J}_{libres} + \vec{J}_{liées} = \vec{J}_{libres} + \frac{\partial \vec{P}}{\partial t}$$

Les équations de Maxwell - Gauss et Maxwell - Ampère donnent ensuite :

$$\operatorname{div}\vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} = \frac{1}{\epsilon_0} (\rho_{libres} - \operatorname{div}\vec{P})$$

Et :

$$\overrightarrow{rot} \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} = \mu_0 \left(\vec{J}_{libres} + \frac{\partial \vec{P}}{\partial t} \right) + \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

On définit le champ :

$$\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} + \vec{P}$$

\vec{D} est le vecteur déplacement électrique.

Les équations de Maxwell - Gauss et Maxwell - Ampère deviennent :

$$\operatorname{div} \vec{D} = \rho_{libres} \text{ et } \overrightarrow{\operatorname{rot}} \vec{B} = \mu_0 \left(\vec{J}_{libres} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right)$$

Les deux autres équations, ne faisant pas intervenir les sources, restent inchangées :

$$\operatorname{div} \vec{B} = 0 \text{ et } \overrightarrow{\operatorname{rot}} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

On obtient ainsi les équations de Maxwell dans les milieux diélectriques.

Dans la suite, on considère des milieux diélectriques dépourvus de charges et de courants libres. Les équations de Maxwell deviennent :

$$\operatorname{div} \vec{D} = 0 ; \overrightarrow{\operatorname{rot}} \vec{B} = \mu_0 \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} ; \operatorname{div} \vec{B} = 0 ; \overrightarrow{\operatorname{rot}} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

Remarque :

Le tableau V permet de préciser que les relations de continuité ou de discontinuité à la traversée de surfaces chargées et parcourues par des courants surfaciques sont liées aux équations de Maxwell :

Tableau V : Continuités ou discontinuités spatiales du champ EM [38]

Equations de Maxwell	Relations de continuité
$\operatorname{div} \vec{B} = 0$	$\Delta \vec{B}_N = \vec{B}_{N_2} - \vec{B}_{N_1} = 0$
Equation du flux magnétique	Continuité de la composante normale du champ magnétique
$\overrightarrow{\operatorname{rot}} \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$	$\Delta \vec{E}_T = \vec{E}_{T_2} - \vec{E}_{T_1} = 0$
Equation de Maxwell – Faraday	Continuité de la composante tangentielle du champ électrique
$\operatorname{div} \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$	$\Delta \vec{E}_N = \vec{E}_{N_2} - \vec{E}_{N_1} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \vec{n}_{1 \rightarrow 2}$
Equation de Maxwell – Gauss	Discontinuité de la composante normale du champ électrique à la traversée d'une surface chargée.
$\overrightarrow{\operatorname{rot}} \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$	$\Delta \vec{B}_T = \vec{B}_{T_2} - \vec{B}_{T_1} = \mu_0 \vec{J}_S \wedge \vec{n}_{1 \rightarrow 2}$
Equation de Maxwell-Ampère	Discontinuité de la composante tangentielle du champ magnétique à la traversée d'une nappe de courant.

De la même manière, dans un diélectrique dépourvu de charges et de courants libres, les équations de Maxwell :

$$\operatorname{div} \vec{D} = 0 ; \overrightarrow{\operatorname{rot}} \vec{B} = \mu_0 \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} ; \operatorname{div} \vec{B} = 0 ; \overrightarrow{\operatorname{rot}} \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

conduisent uniquement aux relations de continuité :

$$\Delta \vec{D}_N = \vec{D}_{N_2} - \vec{D}_{N_1} = \vec{0}; \Delta \vec{B}_T = \vec{B}_{T_2} - \vec{B}_{T_1};$$

$$\Delta \vec{B}_N = \vec{B}_{N_2} - \vec{B}_{N_1} = \vec{0}; \Delta \vec{E}_T = \vec{E}_{T_2} - \vec{E}_{T_1} = \vec{0}$$

2.2 Théorème de Gauss pour \vec{D}

Il se réécrit simplement :

$$\oint_{(S)} \vec{D} \cdot \vec{n} dS = \sum q_{libres \ intérieures}$$

Ainsi, en l'absence de charges libres :

$$\oint_{(S)} \vec{D} \cdot \vec{n} dS = 0$$

Le vecteur \vec{D} devient à flux conservatif.

2.3 Milieu linéaire, homogène et isotrope

La plupart des milieux ne présentent pas de polarisation permanente. Pour ces milieux, lorsque l'intensité du champ électrique \vec{E} (variable éventuellement dans le temps) n'est pas trop importante, le lien entre la polarisation \vec{P} du milieu et \vec{E} reste linéaire.

Lorsque les variations de \vec{E} sont rapides, la polarisation induite ne suit pas toujours instantanément les variations du champ, mais avec un certain retard (déphasage).

Les composantes de \vec{E} et de \vec{P} sont liées par des équations différentielles linéaires.

Lorsque le champ \vec{E} varie sinusoïdalement dans le temps, on adopte la notation complexe et les composantes de \vec{E} et de \vec{P} sont alors liées par des relations linéaires du type :

$$\begin{pmatrix} \underline{P}_x \\ \underline{P}_y \\ \underline{P}_z \end{pmatrix} = \varepsilon_0 \begin{pmatrix} \underline{\chi}_{e,xx} & \underline{\chi}_{e,xy} & \underline{\chi}_{e,xz} \\ \underline{\chi}_{e,yx} & \underline{\chi}_{e,yy} & \underline{\chi}_{e,yz} \\ \underline{\chi}_{e,zx} & \underline{\chi}_{e,zy} & \underline{\chi}_{e,zz} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \underline{E}_x \\ \underline{E}_y \\ \underline{E}_z \end{pmatrix} \text{ soit } \underline{\vec{P}} = \varepsilon_0 [\underline{\chi}_e] \underline{\vec{E}}$$

où $[\underline{\chi}_e]$ est une matrice appelée tenseur de susceptibilité électrique.

Le milieu linéaire est homogène si ses propriétés ne dépendent pas du point M ; les coefficients de la matrice $[\underline{\chi}_e]$ ne sont pas fonction de la position.

Il est isotrope si la matrice $[\underline{\chi}_e]$ est scalaire (pas de direction privilégiée).

Finalement, dans un DLHI (diélectrique linéaire homogène isotrope), la relation entre les champs $\underline{\vec{E}}$ et $\underline{\vec{P}}$ est : (en notation complexe)

$$\underline{\vec{P}} = \varepsilon_0 \underline{\chi}_e \underline{\vec{E}}$$

où $\underline{\chi}_e$ est la susceptibilité du milieu (sans dimension), fonction de la pulsation ω du champ électrique.

Remarque : pour le vide, $\underline{\chi}_e = 0$.

Expression du vecteur déplacement électrique (ou induction électrique) $\underline{\vec{D}}$:

Les équations de Maxwell dans les milieux diélectriques font apparaître un nouveau champ inconnu $\underline{\vec{D}}$:

$$\underline{\vec{D}} = \varepsilon_0 \underline{\vec{E}} + \underline{\vec{P}}$$

Dans un milieu linéaire, homogène et isotrope : (et en notation complexe)

$$\underline{\vec{D}} = \varepsilon_0 \underline{\vec{E}} + \underline{\vec{P}} = \varepsilon_0 (1 + \underline{\chi}_e) \underline{\vec{E}} = \underline{\varepsilon} \underline{\vec{E}}$$

$\underline{\varepsilon}$ est appelée permittivité diélectrique complexe du milieu. C'est une constante caractéristique du matériau.

Dans le cas du vide, $\underline{\vec{D}} = \varepsilon_0 \underline{\vec{E}}$ ($\underline{\vec{P}} = \vec{0}$), alors $\varepsilon_{vide} = \varepsilon_0$.

On définit la permittivité relative $\underline{\varepsilon}_r$ (constante sans dimension) par :

$$\underline{\varepsilon} = \varepsilon_0 \underline{\varepsilon}_r \text{ soit } \underline{\varepsilon}_r = 1 + \underline{\chi}_e$$

L'équation de Maxwell $\operatorname{div} \underline{\vec{D}} = \rho_{libres}$ se réécrit alors, en faisant apparaître le champ électrique :

$$\operatorname{div} \underline{\vec{E}} = \frac{\rho_{libres}}{\varepsilon_0 \underline{\varepsilon}_r} \text{ (dans la zone où } \underline{\varepsilon}_r \text{ est réelle)}$$

En régime stationnaire, $\underline{\varepsilon}_r$ peut se mesurer par le rapport des capacités d'un condensateur avec et sans diélectrique. Elle dépend de la température et de la pression.

Quelques ordres de grandeurs :

- ❖ Solides : ε_r (paraffine) = 2,1 ; ε_r (verre) = 5,4 à 10
- ❖ Eau : ε_r (eau) = 81

- ❖ Air : ϵ_r (air) = 1,000590 (à 20 °C et 1 bar)

2.2 Etude d'un modèle de polarisation électronique, le modèle de l'électron élastiquement lié :

2.2.1 Le modèle de l'électron élastiquement lié

Ce modèle est dû au physicien hollandais Hendrik Antoon Lorentz. Chaque électron est traité comme un oscillateur harmonique amorti par frottement fluide (perte d'énergie par rayonnement dipolaire).

Il est placé dans un champ électrique supposé uniforme à l'échelle de la molécule, de la forme $\vec{E} = \vec{E}_0 \cos(\omega t)$.

Le PFD appliqué à l'électron donne :

$$m\ddot{\vec{r}} = -k\vec{r} - f\vec{v} + q\vec{E}$$

Remarques :

Le champ de l'onde est uniforme à l'échelle de la molécule : la longueur d'onde de l'onde est >> que les dimensions de la molécule.

Pour un milieu peu dense, on néglige les champs créés par les molécules voisines. Le champ électrique local est confondu avec celui de l'onde.

On néglige l'action du champ magnétique de l'onde. Dans la suite, on pose :

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m}; \tau = \frac{m}{f}; \omega_p^2 = \frac{n_0 e^2}{m \epsilon_0}$$

Alors :

$$\ddot{\vec{r}} + \frac{1}{\tau} \dot{\vec{r}} + \omega_0^2 \vec{r} = \frac{q}{m} \vec{E}$$

On peut définir $Q = \omega_0 \tau$ le facteur de qualité de l'oscillateur :

$$\ddot{\vec{r}} + \frac{1}{\tau} \dot{\vec{r}} + \omega_0^2 \vec{r} = \ddot{\vec{r}} + \frac{\omega_0}{Q} \dot{\vec{r}} + \omega_0^2 \vec{r} = \frac{q}{m} \vec{E}$$

En régime sinusoïdal forcé :

$$\underline{\vec{r}} = \frac{\frac{q}{m \omega_0^2}}{1 + j \frac{1}{Q} \frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}} \underline{\vec{E}}$$

2.2.2 Vecteur polarisation

Le moment dipolaire de la molécule est $\vec{p} = q\vec{r} = \alpha \underline{\vec{E}}$ (où α est la polarisabilité de la molécule).

Le vecteur polarisation s'en déduit : (n^* désigne le nombre de charges liées par unité de volume)

$$\underline{\vec{P}} = \frac{\frac{n^* q^2}{m \omega_0^2}}{1 + j \frac{1}{Q} \frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}} \vec{E}$$

2.2.3 Susceptibilité complexe du milieu

A partir de $\underline{\vec{P}} = \varepsilon_0 \underline{\chi}_e \vec{E}$, on déduit :

$$\underline{\chi}_e = \frac{\frac{n^* q^2}{m \varepsilon_0 \omega_0^2}}{1 + j \frac{1}{Q} \frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}} = \frac{\chi_0}{1 + j \frac{1}{Q} \frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}} \left(\text{avec : } \chi_0 = \frac{n^* q^2}{m \varepsilon_0 \omega_0^2} \right)$$

χ_0 est la susceptibilité diélectrique statique (pour $\omega = 0$).

On pose $\underline{\chi}_e = \chi_1 - j\chi_2$, alors :

$$\chi_1 = \frac{1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}}{\left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}\right)^2 + \left(\frac{1}{Q} \frac{\omega}{\omega_0}\right)^2} \chi_0 ; \quad \chi_2 = \frac{\frac{1}{Q} \frac{\omega}{\omega_0}}{\left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}\right)^2 + \left(\frac{1}{Q} \frac{\omega}{\omega_0}\right)^2} \chi_0$$

Dans la réalité, Q est de l'ordre de 10^3 à 10^4 .

Remarque : on reconnaît des expressions semblables aux fonctions de transfert d'un filtre rejecteur de bande pour χ_1 et passe-bande pour χ_2 .

On constate que les grandeurs χ_1 et χ_2 varient notablement dans la bande passante $\Delta\omega \approx \frac{\omega_0}{Q}$, de part et d'autre de ω_0 .

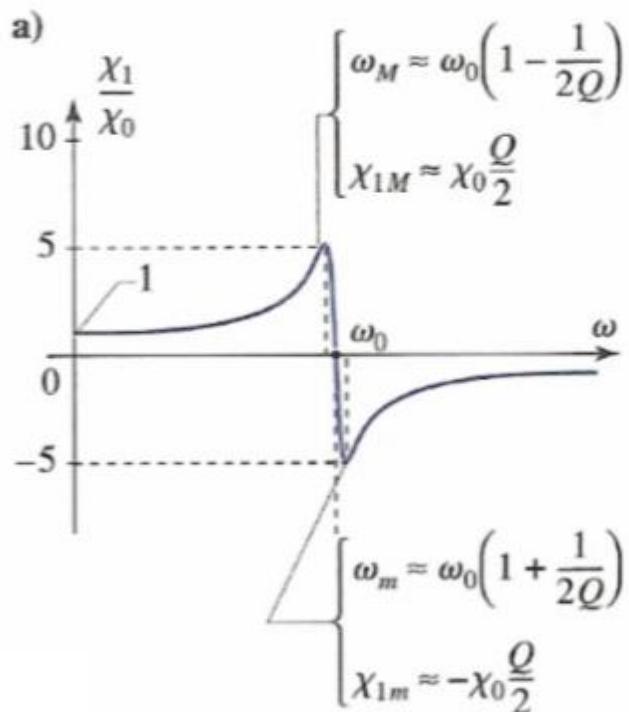
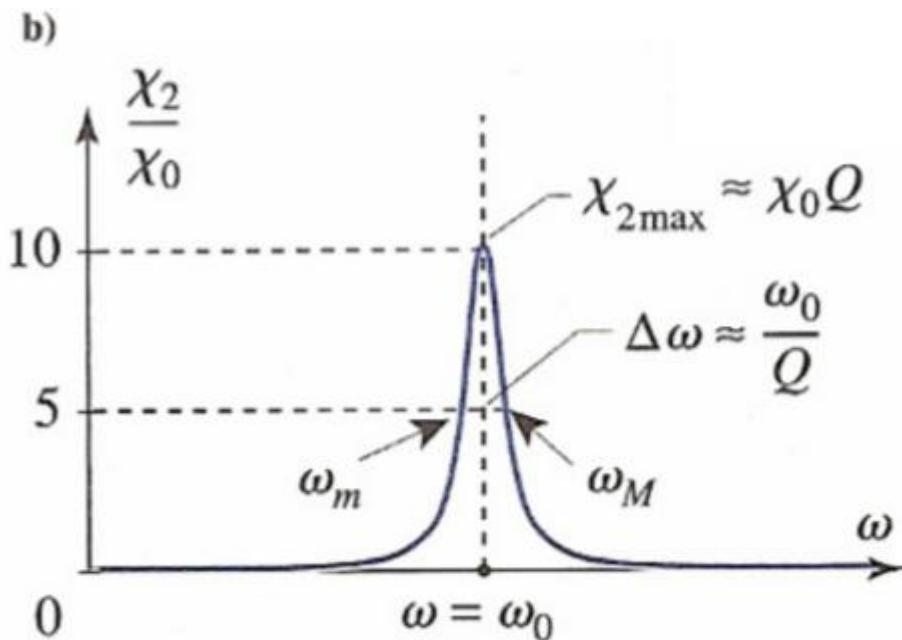


Figure A.0.11: χ_1 agissant comme filtre coupe-bande [8]



(Le facteur de qualité vaut ici $Q = 10$)

Figure A.0.12: χ_2 agissant comme filtre passe-bande [8]

Dans cette bande passante, χ_2 prend des valeurs importantes. En dehors de cette zone, χ_2 est très faible (passe-bande très sélectif)

On peut montrer que χ_2 est directement reliée à la puissance moyenne volumique dissipée. En effet, celle-ci vaut :

$$P_d = \langle \vec{J}_{liées} \cdot \vec{E} \rangle = \frac{1}{2} Re \left(\vec{J}_{liées} \cdot \underline{\vec{E}}^* \right)$$

or :

$$\vec{J}_{liées} = j\omega \underline{\vec{P}} = j\omega \varepsilon_0 (\chi_1 - j\chi_2) \underline{\vec{E}}$$

d'où :

$$P_d = \frac{1}{2} \omega \varepsilon_0 \chi_2 E_0^2$$

Ainsi, l'absorption de l'onde EM sera surtout importante pour des pulsations comprises autour de ω_0 .

Ainsi, lorsque la bande d'absorption est éloignée du domaine d'étude (généralement le visible), alors il est inutile de tenir compte du terme d'amortissement dans le PFD appliqué à l'électron. La susceptibilité et l'indice sont alors réels (c'est l'EM dans le vide où c est remplacé par c / n).

2.2.4 Polarisation totale et ordres de grandeur

Un milieu contient souvent plusieurs types de charges susceptibles de se déplacer sous l'action du champ EM de l'onde :

- ❖ Les autres électrons liés à l'atome ou à la molécule.
- ❖ Les noyaux même lourds.

Toutes ces charges liées contribuent au vecteur polarisation total qui peut se mettre sous la forme :

$$\underline{\vec{P}} = \sum_i \frac{\frac{n_i^* q_i^2}{m_i \omega_{0,i}^2}}{1 + j \frac{1}{Q_i} \frac{\omega}{\omega_{0,i}} - \frac{\omega^2}{\omega_{0,i}^2}} \underline{\vec{E}}$$

A chaque type d'oscillateur correspond une zone d'absorption. Entre ces zones, la dissipation d'énergie au sein du milieu est faible.

Quelques ordres de grandeur :

- ❖ Les pulsations caractéristiques de la polarisation électronique $\omega_{0,e}$ sont situées dans le domaine visible et l'UV (fréquences de l'ordre de 10^{14} à 10^{15} Hz).
- ❖ Les pulsations propres associées aux mouvements des atomes d'une molécule ou des ions d'un cristal ionique, beaucoup plus massifs que les électrons, sont nettement plus faibles. Les pulsations caractéristiques de la polarisation atomique ou ionique $\omega_{0,i}$, suivant les cas, apparaissent dans le domaine IR (fréquences de l'ordre de 10^{12} à 10^{14} Hz).

Les facteurs de qualité associés sont élevés, de l'ordre de 10^4 en moyenne, de sorte que l'on observe des zones d'absorption distinctes correspondant aux polarisations électroniques et ioniques.

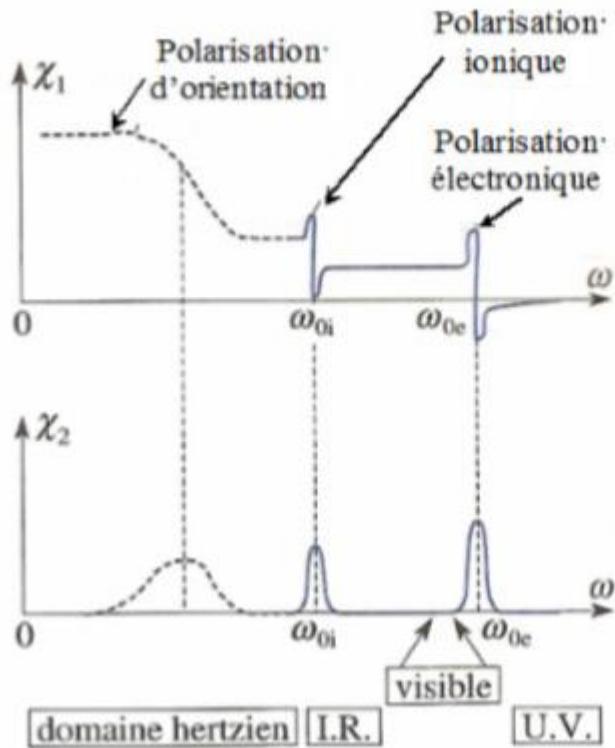


Figure A.0.13: Intervention des divers types de polarisation (représentation schématique, l'axe des pulsations étant gradué en échelle logarithmique) [8]

La Fig. A.13 montre l'allure des graphes de χ_1 et de χ_2 en fonction de la pulsation en ne considérant à chaque fois qu'une seule pulsation de chaque type. L'absorption est importante à chaque fois dans les régions où χ_2 est non négligeable (et χ_1 varie alors sensiblement). En dehors de ces régions, χ_2 est pratiquement nulle et χ_1 varie peu avec la fréquence. L'absorption est insignifiante : le milieu est transparent à l'onde EM.

La courbe en pointillés suggère l'influence d'une polarisation d'orientation ou polarisation dipolaire. Dans l'IR lointain et dans le domaine hertzien, pour un milieu constitué de molécules polaires (comme l'eau par exemple), c'est toute la molécule qui peut osciller dans le champ de l'onde.

Références

- [1] «Finally ... A Proven System to Improve Engine Performance and Reduce Emissions»
<http://empirehydrogen.com/index.html>; 2014.
- [2] «Daniel Dingel has run his car on water for 30 years»; http://fuel-efficient-vehicles.org/energy-news/?page_id=928; 2014.
- [3] «Stanley_Meyer_Resonant_Electrolysis_Cell»
http://www.rivendellvillage.org/Stanley_Meyer_Resonant_Electrolysis_Cell.pdf; 2014
- [4] «The sun,» What You Need To Know About ...The World Around You; 2014;
<http://needtoknow.nas.edu/energy/energy-sources/the-sun/>. [Accès le 2014].
- [5] «Les technologies existantes»; <http://www.mcphy.com/fr/technologies/stockage-hydrogene-solide/technologies-de-stockage-existantes/>; 2014.
- [6] <http://encyclopedia.airliquide.com/encyclopedia.asp?LanguageID=2&CountryID=19&Formula=&GasID=36&UNNumber=&EquivGasID=41&VolLiquideBox=&MasseLiquideBox=&VolGasBox=&MasseGasBox=&RD20=29&RD9=8&RD6=64&RD4=2&RD3=22&RD8=27&RD2=20&RD18=41&RD7=18&RD13=71&RD16=35&>; 2014.
- [7] «Liquids - Densities»; http://www.engineeringtoolbox.com/liquids-densities-d_743.html; 2014.
- [8] «Car and Truck Gasoline» ; <http://www.mikalac.com/tech/che/gasoline.html>; 2014.
- [9] «La molécule d'eau»;
<http://www.lavigiedeleau.eu/ckfinder/userfiles/documents/Dossiers/Dossier%20eau%20et%20plante/Partie%201%20et%202%20-%20Mars.pdf>; 2014
- [10] «Molécule d'eau»
http://www.eauseinenormandie.fr/fileadmin/mediatheque/Enseignant/Outils_Pedagogiques/Professeurs/AESN10-prof.chap_1.pdf; 2014.
- [11] M. VISEUR; Etude de faisabilité de l'utilisation de l'hydrogène comme vecteur alternatif d'énergie, Université Libre de Bruxelles;Master en Sciences et Gestion de l'Environnement; 2008.
- [12] D. e. K. W. Eisenberg; The Structure and Properties of Water, Oxford: Oxford University; 1969.

- [13] J. A. Plambeck, *Electroanalytical Chemistry, Principles*, 2-nd edition, New York: Wiley & Sons; 1982.
- [14] R. M. Santilli, *THE NEW FUELS WITH MAGNECULAR STRUCTURE*, P. O. Box 1577, Palm Harbor, FL 34682, U.S.A.: International Academic Press; 2005.
- [15] T. W. a. S. Nakamura, *Introduction to Electrochemistry; Chemistry of Electron Transport*, Japan Chemical Society, 1996.
- [16] S. Meyer, *The birth of new technology*.
- [17] M.-N. Sanz, *PHYSIQUE TOUT-EN-UN* 1ère année, Dunod, 2008.
- [18] «diélectrique,» 2014. [En ligne]. Available: www.univ-tlemcen.dz/~benouaz/memoires/benosmane.pdf.
- [19] «Polarisation diélectrique,» 2014. [En ligne]. Available: http://www.garmanage.com/atelier/index.cgi?path=public/Teaching/EPFL/4_Dielectrique.
- [20] S. Meyer, *Method for production of a fuel gas*, 1993.
- [21] N. SHIMIZU, *A novel method of hydrogen generation by water electrolysis using an ultra-short-pulse power supply*, 2006.
- [22] E. E. a. C. A. O. Kubaschewski, *Metallurgical Thermochemistry*, 1967.
- [23] Teslas for Sustainable Society;
<https://teslasforsustainablesociety.wordpress.com/tag/inverter/>; 2014.
- [24] The Inductor ; <http://www.electronics-tutorials.ws/inductor/inductor.html>; 2014.
- [25] http://www.electronics-tutorials.ws/transistor/tran_7.html; 2014.
- [26] E323, "Cours d' électrotechnique" , 3ème année, Département Électronique, ESPA, 2012
- [27] G. Couderchon; «Alliages fer-nickel et fer-cobalt »; Techniques de l'ingénieur, D2130.

- [28] C. Cyr; «Modélisation et caractérisation des matériaux magnétiques composites doux utilisés dans les machines électriques »; Thèse de doctorat en Electrotechnique (Ph.D), université Laval Quebec, 2007.
- [29] J. D. e. J. R. Y. Gannac, Propriétés magnétiques d'alliages Fe 6,5% si élaborés par solidification rapide sous atmosphère contrôlée. Comparaison avec des alliages Fe 3,2% si industriels, Journal de physique IV, C3-79, décembre 1992.
- [30] «Cycle hystérésis dans un matériau,» www.phys.ens.fr/cours/notes-de-cours/jmr/sources.pdf.
- [31] Ferrite E; <http://www.aliexpress.com/item-img/FERROXCUBE-E55-28-25-3F3-FERRITE-CORE-E-CORE-3F3/1338483470.html#>; 2014.
- [32] http://www.datasheetlib.com/datasheet/44252/ne555n_stmicroelectronics.html?page=9#datasheet, 2014
- [33] E402, "Cours du fonction de l'électronique de circuit intégré, 4ème année, Département Electronique, ESPA, 2012.
- [34] 74lss00; http://www.datasheetlib.com/datasheet/204305/74ls00_fairchild-semiconductor.html#datasheet.
- [35] http://www.tradeofic.com/Circuit/7239-SIMPLE_TTL_LSTTL_CMOS_SQUARE_WAVE_GENERATORS.html; 2014.
- [36] <http://www.irf.com/technical-info/appnotes/an-944.pdf>; 2014.
- [37] O. Maloberti, Contribution à la modélisation de la dynamique d'aimantation dans matériaux magnétiques doux : Caractérisation et simulation, thèse de doctorat en génie électrique, Institut National Polytechnique de Grenoble, 2006.

Auteur :

RANDRIAMORAMANANA Mahefarivo Benjamin
Lot HTS 01 Ambohitrimanjaka Tanà 105
E-mail : mailmahefarivo@gmail.com

Titre :

**Conception d'un circuit générateur de HHO, à base de circuit intégré
par le procédé de Stanley Meyer Meyer.**

Nombre de pages : 76

Nombre de figures : 46

Nombre de tableaux : 5

RESUME

Le prix de l'énergie ne cesse d'augmenter. La molécule d'eau contient une nouvelle source d'énergie. Il faut savoir profiter de l'énergie abondante contenue dans l'eau. Pour se faire, on suit le procédé de Stanley Meyer qui est plus performant que n'importe quelles autres méthodes de production de gaz combustible. Ce procédé consiste à l'envoie d'impulsion de tension élevée à une fréquence particulière.

Mots-clés : Stanley Meyer, WFC, HHO, Free energy, moteur à eau.

Rapporteur : RASTEFANO Elisée