

Transmission d'électricité sans fil par le biais de systemes de transfert d'énergie inductive (IPTS)

Blaise Ribon, Léo Boudoin, Quentin Boyer

Décembre 2014

Résumé

Suite à l'expérience menée en 2007 au MIT , nous savons qu'il est possible de transmettre de l'électricité à travers de moyennes distances, de l'ordre de 5m. Ce type de transmissions d'électricité pourrait simplifier les réseaux électriques domestiques étant donné le nombre de câbles demandés par chaque appareil électronique, qui prolifèrent. Mais nous verrons que cette technologie et celles semblables se heurtent à des freins majeurs dans la pratique et que leur mise en place est assez complexe.

Table des matières

1	Définition et Utilisation de l'électricité	2
1.1	Historique de l'électricité	2
1.2	Avancées technologiques et Utilisation	4
2	Raisons de la transmission de l'électricité par des solutions non câblées	5
2.1	–TODO–	5
3	Les technologies de transmissions d'électricité : câblées et sans-fil	6
3.1	Presentation des technologies présentes	6
3.1.1	Solution majoritaire actuelle : Les technologies câblées	6
3.1.2	Une solution IPTS limitée : Le systeme de couplage magnetique par resonance (CMRS)	8
3.1.3	Une solution IPTS assez fiable : Une transmission utilisant des {Dipole coils}	9
3.2	–TODO–	9
3.3	Avantages et limitations de –TODO–	9
3.4	Technologies alternatives pour transmetre de l'énergie	9
4	References et sources principales	10
4.1	Articles scientifiques	10
4.2	–Et les autres trucs–	10

Chapitre 1

Définition et Utilisation de l'électricité

1.1 Historique de l'électricité

FIGURE 1.1 – Le feu dans la préhistoire



À la Préhistoire déjà, l'Homme a utilisé l'électricité. Par le biais de l'effet Joule, la foudre, en tombant sur le sol, pouvait enflammer des arbres, et parfois créer des incendies dévastateurs. En utilisant ces flammes, les hommes de cette époque ont pu se procurer lumière et chaleur, ainsi qu'une

protection efficace contre les prédateurs de l'époque, chose si rare et recherchée qu'elle a donné naissance aux mythiques "guerres du feu". Là se résume l'histoire de la domestication de l'électricité pendant des millénaires. Jusqu'au jour où Thalès de Milet (vers 625-vers 547 avant JC), un philosophe grec de l'Antiquité observe le fait que l'ambre jaune, frotté, attire des corps légers comme des brins de paille ou des barbes de plumes. Il baptisera ce phénomène du nom grec de l'ambre jaune, "elektron".

Par la suite, ce mot servira à nommer l'électricité ou tous les phénomènes ayant un rapport. Par la suite, les découvertes se sont succédées lentement jusqu'au XVIIIe siècle. On pourra citer la première machine à électricité statique d'Otto Von Guericke (1602-1686), constitué d'un simple globe de soufre, ou la classification des corps en fonction de leur comportement, idio-électriques (isolants), et anélectriques (conducteurs), par William Gilbert (1544-1600), et est le premier à relier électricité et magnétisme.

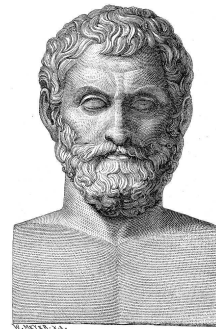


FIGURE 1.2 – Thales

Dès 1709 les découvertes s'accélérent. Francis Hawksbee remplace le globe de soufre de Von Guericke par un cylindre en verre en 1709, et Stephen Grey découvre par hasard que les charges produites par la machine de Hawksbee se déplacent vers le bouchon. Cela amènera, plus tard à la découverte de la portée infinie des charges électriques le long d'un conducteur, avec l'aide de Charles François de Cisternay du Fay. Il découvre aussi que le corps humain est conducteur, et définit deux types d'électricité : la "résineuse" (quand de la résine est frottée) et la "vitreuse" (quand du verre est frotté), qui prépare la découverte de la charge de signes opposés. Il créera aussi le premier électroscope connu.

De nombreuses autres découvertes ont été faites durant ce siècle, comme les travaux de Benjamin Franklin (1706-1790) avec la mythique expérience où ce scientifique a sorti un cerf-volant sous un orage (à ne pas reproduire) pour savoir "si les nuages d'où jaillit la foudre sont électrisés ou non", ce qui mènera à la découverte du paratonnerre. Plus tard, Alessandro Volta (1745-1827) multiplie les découvertes dans le domaine de



FIGURE 1.3 – Franklin

l'électricité. Il crée et améliore de nombreux appareils de mesure électrique, met au point l'électrophore, capable d'accumuler de grandes charges électriques positives, et crée la première pile. Charles de Coulomb(1736-1806) établira en 1785 la loi homonyme, quantifiant la force électrostatique. Elle définit la force qu'exercent deux charges l'une sur l'autre ($F_{1/2} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{\|\vec{r}_2 - \vec{r}_1\|^3}$, ou q_1 et q_2 sont en C, ϵ_0 en $F.m^{-1}$ et \vec{r}_1 et \vec{r}_2 sont des points). Elle est attractive si les charges sont de signe contraire, et répulsive si les charges sont de même signe. Au XIXe siècle, la recherche s'accélère encore. Au début du siècle, sir Humphrey Davy(1778-1829) étudie et met au point la première pile à combustible. Sous la férule de Faraday, il créera aussi la première source de lumière électrique, l'arc électrique. En même temps, Georg Simon Ohm(1787-1854), découvre la résistance des conducteurs et étudie les propriétés quantitatives des courants électriques, dont il formule les lois fondamentales. La loi d'Ohm est une relation simple entre l'intensité, la tension, et la résistance $I = U \times R$, avec I pour l'intensité, en ampères, U pour la tension, en volts, et R pour la résistance, en Ohms.

En découvrant cette propriété, il affine la notion d'électricité suffisamment pour la rendre utilisable, et ce sera sur cet axe que la recherche scientifique sera axée dès le second quart du siècle.



FIGURE 1.4 – Ohm

1.2 Avancées technologiques et Utilisation

Chapitre 2

Raisons de la transmission de l'électricité par des solutions non câblées

2.1 –TODO–

Chapitre 3

Les technologies de transmissions d'électricité : câblées et sans-fil

3.1 Présentation des technologies présentes

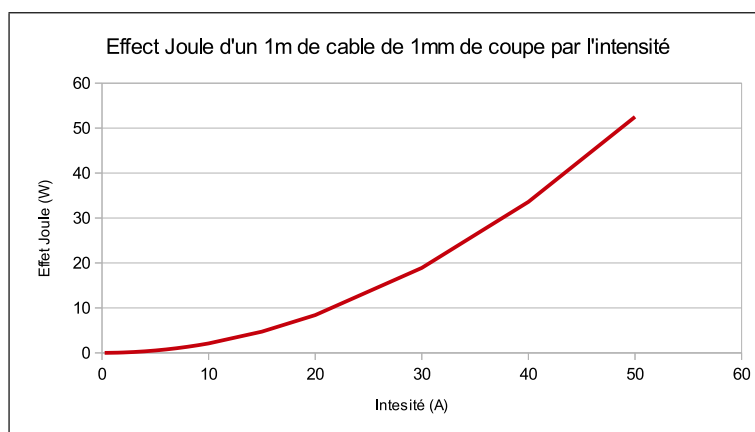
3.1.1 Solution majoritaire actuelle : Les technologies câblées

La solution de transmission d'électricité la plus utilisée au monde est sans contestation possible le câble électrique, ceci étant dû à un faible coût (jusqu'à 1\$ le mètre), son très haut rendement puisque celui-ci avoisine les 100% sur les distances courtes avec de faibles puissances. En plus d'être simple, elle n'est pas lourde en terme d'installation puisque les câbles peuvent être facilement mis dans les murs à la construction d'un nouveau bâtiment, être mis dans des gaines si l'on veut en rajouter ensuite et plus simplement on peut utiliser le système des prises pour les appareils temporaires et ponctuels. Grâce à ses avantages incontestables elle est devenue le standard, mais ceci entraîne un problème non négligeable qu'est la densité importante des câbles électriques à proximité des appareils électroniques.

Les matériaux constituant les câbles électriques sont généralement du cuivre pour les longues distances, mais dans les circuits imprimés on peut utiliser l'or pour sa conductivité électrique immense, malgré son coût monstrueux de l'ordre de la dizaine de milliers d'euros le demi kilo. Voici ici un tableau qui récapitule la conductivité de divers métaux plus ou moins utilisés dans les réseaux câblés.

Materiel	Resistivité électrique en $n\Omega.m$	Prix au Kilo
Cuivre	16.78	1.08 €
Or	22.14	29878 €
Fer	96.1	(Minerai de fer) 0.07 €
Argent	15.87	402 €

Un effet négatif important produit par des cables est l'effet Joule , exprimé dans dans le cadre d'application de la loi d'Ohm par la formule $P = I^2 \times R$ ou R est la resitance est liée a la resistivité (ρ) par la formule $R = \rho \frac{\ell}{A}$ dans laquelle ℓ est la longueur et A est la surface en coupe en m^2 . D'ou la resistance d'un cable de 1m de long et de 1mm de diamètre est $17 \times 10^{-9} \frac{1}{\pi 0.0005^2} = 0.021\Omega$ et donc l'effect joule produit dans le cas d'un courant de 1A est de $P = 1^2 \times 0.02 = 0.02W$.



Néanmoins d'autres problemes peuvent occurer dans le cas d'une utilisation domstique , comme la profusion de cable qui genrent des nuisances esthetiques et des nuisances magnétiques générés par les cables nombreux qui subissent le phenomene de diaphonie (ou crosstalk), qui est une inter-fernce entre les signaux passant par un cable dans un cable proche. C'est d'ailleurs pour cette raison que lorsque les signaux transmis sont importants et ne doivent pas etre corompus on utilise des cables torsadés qui limite le phenomene. La problematique du transport d'objets electroniques de plus en plus consommateurs mais qui se veulent autonomes se pose , ou l'on est obligé de se separer d'eux pour les recharger ceic emepechant de benficier des avantages majeurs de ces objets autonomes , avec comme exemple le cas des telephones portables , ou la problematique plus importante du rehchargement des voitures electriques qui est long , et qu'il ne faut pas oublier de brancher un cable sinon rien n'occure. Les cables electriques que nous utilisons

donc depuis la création de l'électricité ne sont plus adaptés à un monde qui se veut de plus en plus libéré de toutes les contraintes et de s'affranchir des contraintes liées aux technologies filaires, avec comme exemple le développement des téléphones portables ou de la wifi pour pallier la dépendance câblée de l'éthernet.

3.1.2 Une solution IPTS limitée : Le système de couplage magnétique par résonance (CMRS)

Le MIT a développé en 2007 une technologie inductive utilisant le même principe que les transformateurs électriques ou les brosses à dent électriques. Mais en utilisant des variations de cette technologie cette équipe du MIT a réussi à transmettre de l'énergie à une télévision située de l'autre côté de la pièce, assez pour l'alimenter. Mais le problème de cette technologie est qu'elle est extrêmement dépendante de l'environnement, une petite variation telle que le passage d'un être humain, un autre champ magnétique qui perturbe le système ou une variation de la température ou de l'humidité peut invalider l'expérience. Cette technologie a aussi un inconvénient majeur, partagé par tous les systèmes inductifs de transferts d'énergie, plus souvent abrégé en IPTS, qui est le rendement grandement inférieur à un câble électrique déployé sur la même distance. Ceci est dû à la nature même de la technologie qui est un champ magnétique non ou peu dirigé contrairement à un câble électrique où les électrons n'ont qu'une seule direction possible pour traverser d'un bout à l'autre du système de transmission d'électricité.

La dépendance aux conditions est due au système même : il exploite la résonance magnétique des matériaux, c'est-à-dire la capacité du matériau à produire une réaction énergétique lorsqu'il est stimulé par un champ magnétique particulier, et ce "champ magnétique de résonance" est affecté par la température, et il est déformé par les obstacles tels qu'un humain. Cette dépendance extrême au champ magnétique est due au très haut facteur de qualité du système technique utilisés dans l'expérience du MIT. De plus la mise en place des bobines utilisées pour transmettre de l'électricité demande des réglages plutôt complexes où les bobines doivent être accordées pour réagir au bon champ magnétique.

- 3.1.3 Une solution IPTS assez fiable : Une transmission utilisant des {Dipole coils}
- 3.2 –TODO–
- 3.3 Avantages et limitations de –TODO–
- 3.4 Technologies alternatives pour transmettre de l'énergie

Chapitre 4

References et sources principales

4.1 Articles scientifiques

4.2 –Et les autres trucs–