

ABONNEZ-VOUS À **POUR LA SCIENCE**

NOUVELLE
FORMULE



FORMULE
INTÉGRALE
-41%



99€

FORMULE
PASSION
-27%



79€

FORMULE
DÉCOUVERTE
-25%



59€

BULLETIN D'ABONNEMENT

À renvoyer accompagné de votre règlement à : Pour la Science - Service abonnements - 19 rue de l'industrie - BP 90 053 - 67 402 Illkirch cedex

☐ OUI, JE M'ABONNE À **POUR LA SCIENCE** POUR 1 AN,
JE CHOISIS MA FORMULE CI-DESSOUS :

☐ FORMULE **INTÉGRALE**
12 n° de *Pour la Science* + 4 Hors-Séries
+ Accès illimité aux archives en ligne depuis 1996

11A99E

99€
Au lieu de 168,45€*

☐ FORMULE **PASSION**
12 n° de *Pour la Science*
+ 4 Hors-Séries

PIA79E

79€
Au lieu de 108,45€*

☐ FORMULE **DÉCOUVERTE**
12 n° de *Pour la Science*

D1A59E

59€
Au lieu de 78,45€*

L'INDIQUE MES COORDONNÉES

☐ M. ☐ Mme

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal _____ Ville : _____

Téléphone _____

• Mon e-mail : (à remplir en majuscule)

@

J'accepte de recevoir les informations de *Pour la Science* ☐ OUI ☐ NON
et de ses partenaires ☐ OUI ☐ NON

• Je choisis mon mode de règlement :

☐ Par chèque à l'ordre de *Pour la Science*

☐ Par carte bancaire

N° _____

Date d'expiration : _____ Clé (Les 3 chiffres au dos de votre CB) : _____

Signature obligatoire

* Par rapport au prix de vente en kiosque, l'accès numérique aux archives. Délai de livraison : dans le mois suivant l'enregistrement de votre règlement. Offre réservée aux nouveaux abonnés, valable jusqu'au 31/12/2017 en France métropolitaine uniquement. Pour un abonnement à l'étranger, merci de consulter notre site www.pourlascience.fr. Conformément à la loi "Informatique et libertés" du 6 janvier 1978, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données vous concernant en adressant un courrier à *Pour la Science*. Photos non contractuelles.

L'ESSENTIEL

> Recharger les batteries d'un appareil électronique sans l'intermédiaire d'un fil est pratique, voire nécessaire pour certaines applications.

> Dans les techniques actuelles de recharge sans fil, le chargeur et l'appareil à charger doivent être immobiles l'un par rapport

à l'autre et dans une position relative précise.

> Des chercheurs de l'université Stanford ont conçu un système insensible à l'écartement entre le chargeur et l'appareil. Cela ouvrirait la voie à un dispositif permettant de recharger pendant que l'appareil est en mouvement.

L'AUTEUR



GEOFFROY LEROSEY
chargé de recherche
à l'institut Langevin
(CNRS/ESPCI Paris),
à Paris

Article publié initialement par *Nature* le 15 juin 2017 sous le titre *Wireless power on the move* (www.nature.com/articles/546354a). Traduction et édition réalisées par *Pour la Science*.

Recharger sans fil et en mouvement

RECHARGER LES BATTERIES D'UN TÉLÉPHONE OU D'UN VÉHICULE ÉLECTRIQUE SANS QU'IL Y AIT CONTACT MATÉRIEL EST POSSIBLE. MAIS POURRAIT-ON LE FAIRE TOUT EN ÉTANT EN MOUVEMENT ? OUI, GRÂCE À LA SYMÉTRIE PARITÉ-TEMPS...

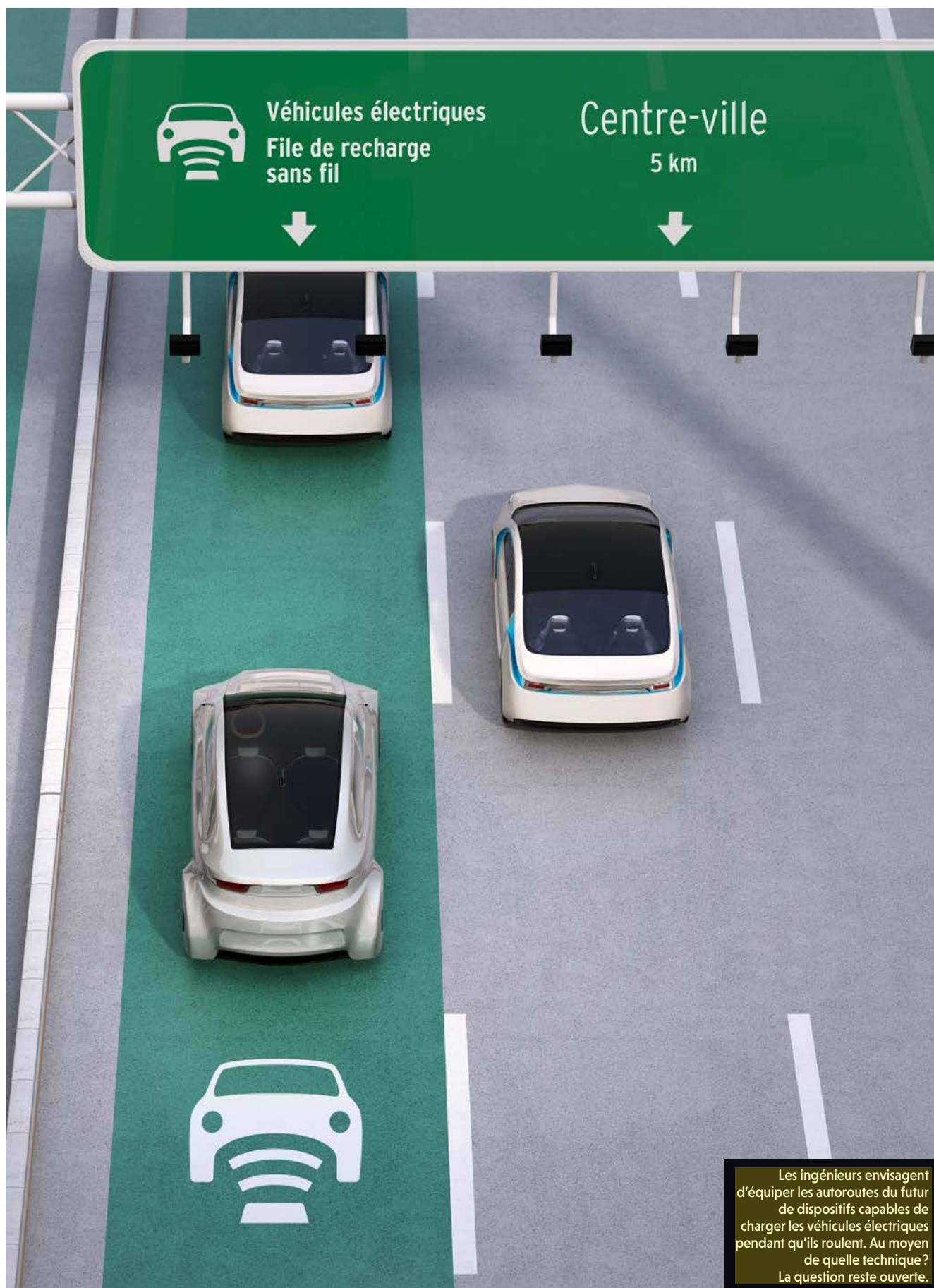
La notion de transmission d'énergie sans fil remonte aux travaux pionniers de l'ingénieur d'origine serbe Nikola Tesla il y a un siècle environ. Mais l'idée n'a refait surface qu'au cours des dernières décennies, motivée par le nombre croissant d'appareils électroniques alimentés par des batteries – des brosses à dents aux tablettes numériques en passant par les implants médicaux.

Figurant parmi les dernières propositions, le « transfert d'énergie sans fil par résonance » permet de transmettre sans fil, avec efficacité, de l'énergie électrique à un appareil immobile. Cependant, avec le développement rapide des véhicules électriques, il serait intéressant de fournir de l'électricité à des dispositifs en mouvement. Sid Assawaworrarit, Xiaofang Yu et Shanhui Fan, chercheurs au département de génie électrique de l'université Stanford, aux États-Unis, viennent de rapporter dans la revue *Nature* du 15 juin

dernier une stratégie astucieuse pour résoudre ce problème, en faisant appel à un concept de la physique fondamentale nommé symétrie parité-temps.

INDUCTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE ENTRE DEUX BOBINES

Les chargeurs sans fil modernes fonctionnent typiquement de la façon suivante (voir l'encadré page 70). On se sert d'ondes radio pour exciter une bobine de fil conducteur, que l'on qualifie d'inductance résonante et qui joue le rôle de réservoir d'énergie électromagnétique. Lorsqu'une seconde inductance résonante suffisamment similaire est approchée du premier, les inductances interagissent fortement ; elles échangent de l'énergie plus vite qu'elles ne peuvent en acquérir ou en dissiper, et se comportent comme un circuit unique dans lequel l'énergie est uniformément répartie. Un circuit électrique nommé redresseur extrait alors l'énergie électromagnétique >



Les ingénieurs envisagent d'équiper les autoroutes du futur de dispositifs capables de charger les véhicules électriques pendant qu'ils roulent. Au moyen de quelle technique ? La question reste ouverte.

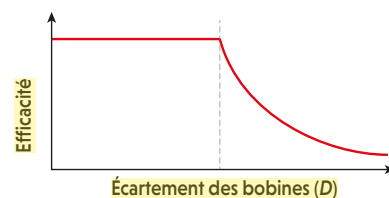
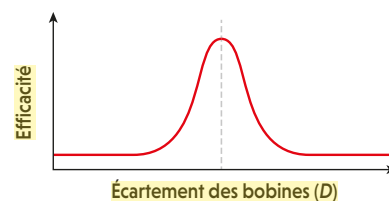
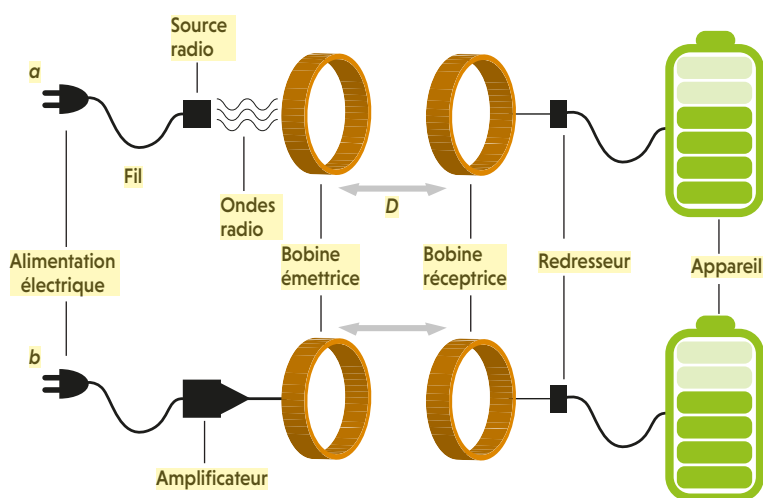
DEUX MÉTHODES POUR TRANSFÉRER SANS CONTACT DE L'ÉNERGIE

Dans des chargeurs modernes sans fil, on fournit de l'énergie électrique à une source d'ondes radio (a), lesquelles excitent une bobine de fil conducteur nommée inductance résonante (la bobine émettrice). Quand on approche une seconde inductance (la bobine réceptrice) de la première, la paire se comporte comme un seul circuit où l'énergie électromagnétique se répartit uniformément. Un circuit électrique nommé redresseur extrait alors l'énergie de la bobine réceptrice et la transmet à l'appareil à charger.

Dans cette approche, l'efficacité du transfert d'énergie entre les bobines n'est maximale que si leur écartement prend une

valeur donnée (ligne pointillée dans le graphique du schéma a).

Sid Assawaworrarit, Xiaofang Yu et Shanhui Fan, de l'université Stanford, ont fait la démonstration d'une méthode alternative où la source d'ondes radio est remplacée par un amplificateur, qui amplifie l'énergie électromagnétique dans la bobine émettrice (b). En exploitant une notion de physique fondamentale nommée symétrie parité-temps, ces chercheurs atteignent une efficacité maximale du transfert d'énergie entre les bobines quel que soit leur écartement, jusqu'à une distance de 70 centimètres environ (ligne pointillée dans le graphique du schéma b).



> présente dans la seconde inductance et la transfère à l'appareil qu'il faut charger.

L'un des avantages de cette approche par rapport à d'autres techniques est qu'elle utilise des inductances et donc des champs pour l'essentiel magnétiques plutôt qu'électriques. Comme les champs magnétiques interagissent plus faiblement avec la matière vivante que les champs électriques, la méthode est plus sûre pour les applications pratiques. De plus, l'énergie peut être transmise sans fil sur des distances pouvant aller jusqu'à 1 mètre, selon la taille des bobines.

SENSIBILITÉ À L'ÉCARTEMENT DES BOBINES ET À LEUR ORIENTATION

Toutefois, cette approche présente un inconvénient majeur. Le fort couplage entre les inductances résonantes influe sur leurs propriétés électromagnétiques d'une façon qui dépend beaucoup de l'écart entre les inductances et de leur orientation relative. Par conséquent, les propriétés de la source radio doivent être finement ajustées à l'aide d'un

circuit électronique afin d'obtenir un transfert d'énergie efficace, ce qui est difficile à réaliser si les bobines ne sont pas immobiles.

Sid Assawaworrarit et ses collègues ont adopté une stratégie complètement différente, fondée sur la notion de symétrie parité-temps – propriété caractérisant les systèmes physiques qui ne changent pas sous l'effet combiné d'une réflexion dans un miroir et de l'inversion du sens d'écoulement du temps. La symétrie parité-temps puise ses racines dans la mécanique quantique, et la question de savoir si cette symétrie est une propriété fondamentale de la nature reste ouverte. Néanmoins, il est possible de construire des systèmes classiques (non quantiques) présentant une symétrie parité-temps, ce qui permet d'explorer à la fois le concept et ses applications potentielles.

De tels systèmes sont constitués de composants disposés symétriquement qui peuvent soit absorber l'énergie électromagnétique (canaux de dissipation) soit l'émettre et l'amplifier (canaux de gain). Ils jouissent de propriétés particulières qui ont conduit à de