

Introduction

A l'heure actuelle environ 75% de l'électricité est produit par l'énergie nucléaire en France. Et donc les deux tiers des réacteurs nucléaires sont de type REP dans le monde, mais un projet Européen a fait l'unanimité : c'est le projet d'ITER ce projet a comme ambition d'utiliser la fusion plutôt que la fission nucléaire, Il convient de chauffer un gaz pour créer un plasma, lui-même confiné par un puissant champ magnétique : voici le principe de la fusion nucléaire par confinement magnétique qui devrait proposer, à terme, un nouveau moyen de production d'électricité. La fusion magnétique est expérimentée depuis les années 1960 dans des tokamaks. Mais cette énergie étant très instable cela nous amène à nous poser comme question :

Comment les champs électromagnétiques se comportent pour assurer la stabilité du cœur du réacteur ?

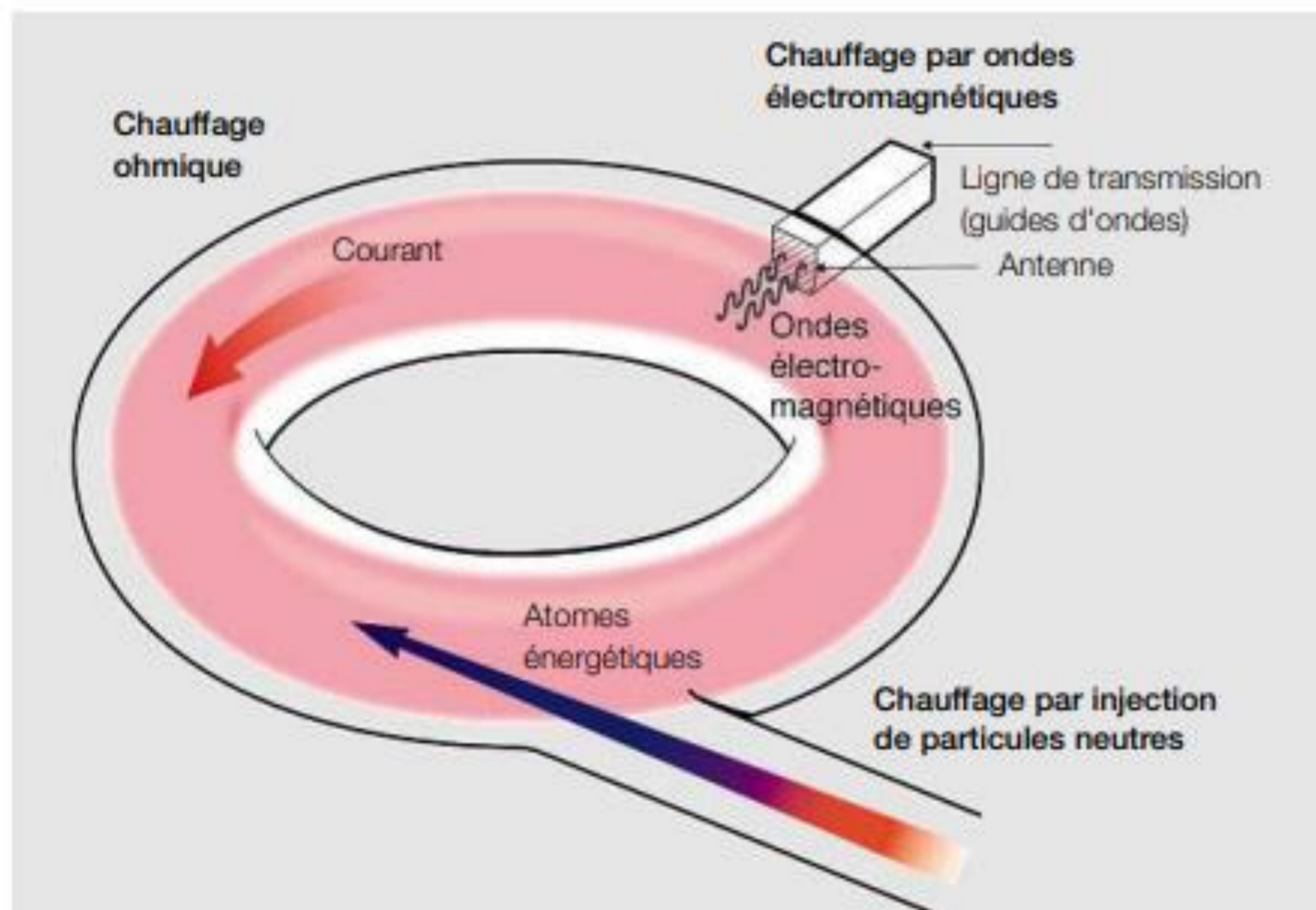
Principe de fusion nucléaire :

La fusion magnétique : Une basse pression en plasma (1,2 atmosphères)/ temps de confinement élevé/ confinement assuré par la forte pression exercée par un puissant champs magnétique produit par des conducteurs externes → **Réacteur TORE SUPRA, JET et ITER**

Le plasma :

Mélange de quelques milligrammes de Déterium (D) et de Tricium (T), la ionisation est créé grâce à la bobine magnétique. Ce plasma est contrôlé par les actions du champs magnétique des autres bobines (bobines de champs poloïdal et toroïdal)

Le chauffage dans le cœur en fusion



Le chauffage dans le cœur en fusion

Tout d'abord le premier million de degré provient de l'effet joule du courant électrique intense.

Il existe **deux méthodes** pour atteindre une telle quantité de chaleur :

La première est d'injecter des particules neutres et des ondes électromagnétiques à haute fréquence dans le plasma en complément du chauffage ohmique,
La deuxième a pour principe d'injecter des ondes à très hautes fréquences dans le plasma .

Injection de particules neutres :

L'injection de particules neutres consiste à « tirer » des particules à haute énergie dans le plasma. À l'extérieur du tokamak, des particules de deutérium chargées sont accélérées jusqu'au niveau d'énergie nécessaire. Ces ions accélérés traversent ensuite un « neutralisateur de faisceaux d'ions » qui éliminent leur charge électrique. Les particules neutres peuvent alors pénétrer à grande vitesse au cœur même du plasma au sein duquel, par le biais de collisions rapides, elles transfèrent leur énergie aux particules déjà présentes dans le plasma.

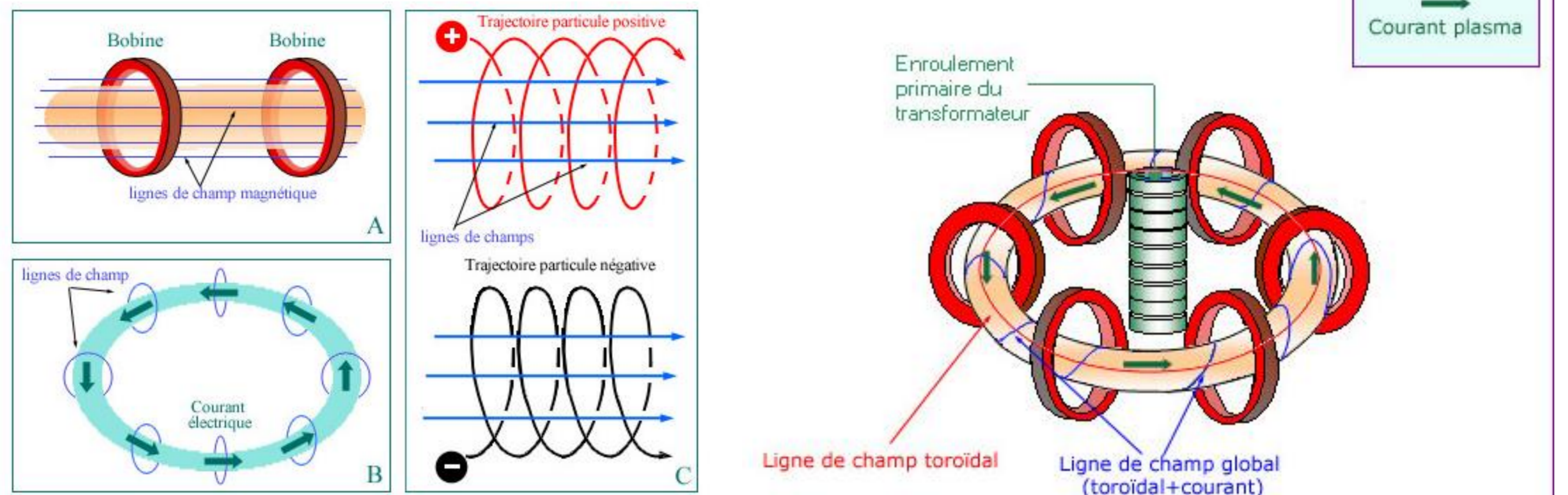
Cette technique permet de transférer au plasma des millions de watts de puissance calorifique et de porter ainsi sa température à un niveau de température nécessaire pour une réaction de fusion.

Injection d'ondes électromagnétiques à hautes fréquences :

L'énergie transportée par les ondes à hautes fréquences pénètre dans le plasma et est transférée aux particules chargées comme dans un micro-onde. Elles accélèrent ainsi leurs mouvements chaotiques et augmentent leur température.

Les bobine de champs magnétiques

Les bobines créent des champs magnétiques par excitation de ions et d'électrons qui s'entrechoquent pour créer des courants.



Les Champs électromagnétiques

Il existe deux types de champs électromagnétiques d'une part les champs d'origine naturelle et les autres d'origine artificielle :

Les champs naturels sont liés aux conditions météorologiques notamment les orages. Les autres champs magnétiques sont d'origine artificiels (ondes dues aux micro-ondes (radars, téléphones cellulaires), Il existe deux sortes d'ondes électromagnétiques : les ionisants les plus énergiques provoquant des liaisons cellulaires et les non-ionisants dont les ultra violets.

Le plasma est issu d'un gaz transporté par les champs magnétiques, il se ionise car il se charge en électrons. Le plasma avance suivant le champs magnétique qui est autour de lui; son comportement dépend de sa charge ionique.

Plus il y aura d'électrons plus le champs d'action sera grand et aura une densité électrique importante.

En effet, le plasma est une charge qui se ionise c'est le déplacement des ions partout dans l'atmosphère.

On considère que le plasma est homogène quand il est composé de ions et d'électrons tous immobiles qui bougent à une vitesse moyenne nulle et à une température nulle, à l'instant T on est à zéro.

Par rapport au schéma ci-dessus on connaît la vitesse v dans toutes les particules du plasma des électrons et des ions on peut déduire la densité de charge ρ .

Si on connaît les champs de E et B on connaît les forces sur les particules et leur influence sur leur trajectoires de ce fait, on peut déduire l'évolution de ρ .

On sait que j est un élément électron mobile donc $j = \rho * v$

v étant la vitesse moyenne sur un grand nombre de particules dans le plasma, c'est un grand nombre de w.

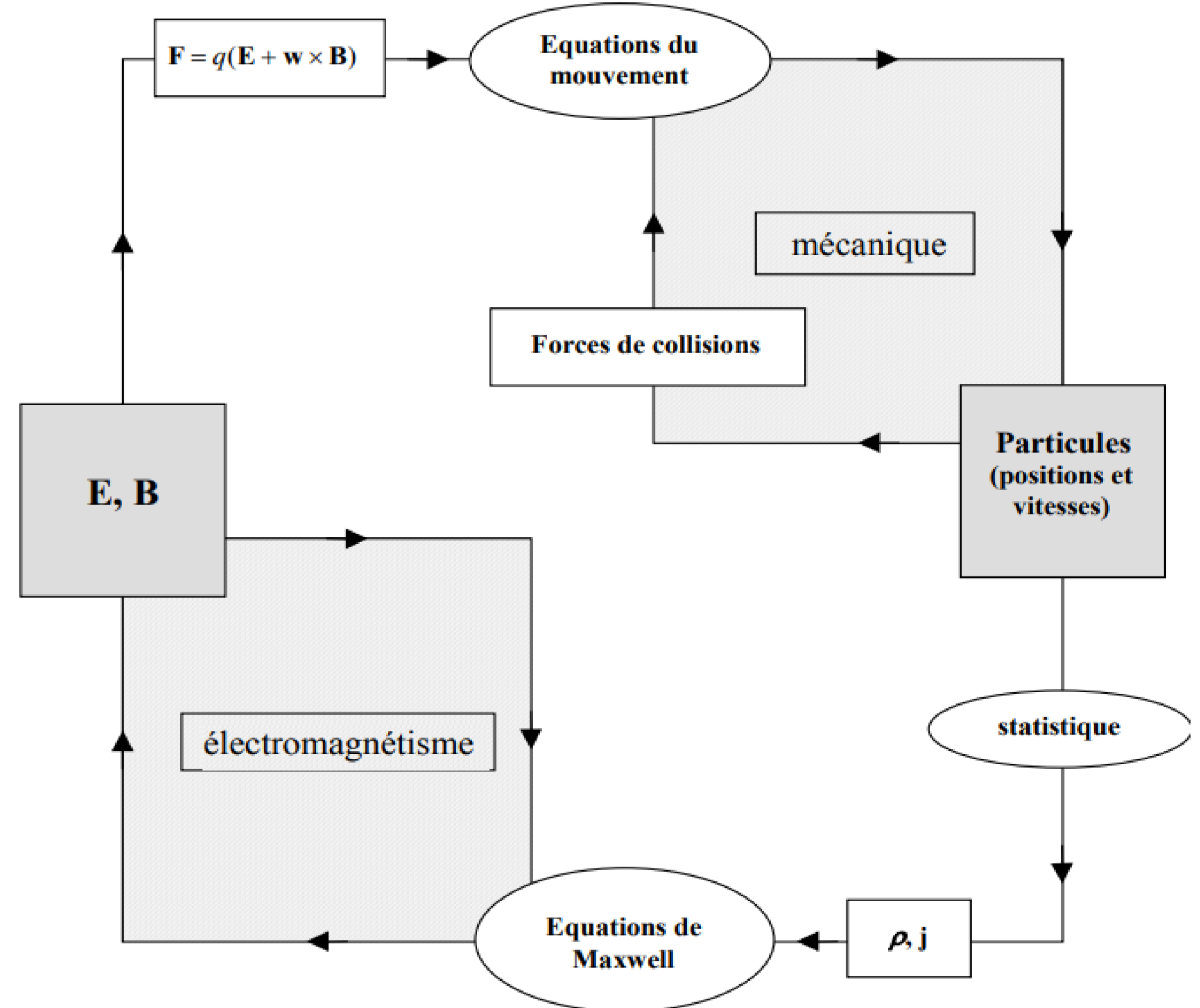
$$v = w \times n$$

N est le nombre de particules.

Alors que w correspond à la pulsation : soit la vitesse du mètre par seconde.

w vitesse particules individuelles.

Il est à noter que ce système couplé est à la base de toute la physique des plasmas.



Conclusion

A ce jour, les recherches scientifiques sont suffisamment fondées et solides pour envisager la construction d'un réacteur en fusion nucléaire comme ITER. Ce projet pourrait être construit en France et est très ambitieux pour l'Homme car il contribue à une production d'énergie plus respectueuse pour l'environnement.

Bibliographie

→ Yves Martin ingénieurs en physique EPFL obtenu son diplôme des physique des plasma en 1986/ Prof ambrogio Fasoli a étudié à milan en Italie et fais son doctorat en 1993
→ Mémoire pour l'habilitation dirigé les recherches de Yann Percherancier « Etudes des effets cellulaires et moléculaires des champs électromagnétique » supervisé et approuvé par l'Equipe BIOEM/Université de Bordeaux CNRS UMR/IMS
→ Les défis du CEA Février 2018 N°224 Aude Ganier et Aurelien Bouarault (infographiste en collaboration avec Jerome Bucalossi (Chef de projet au CEA IRFM)
→ Mercier Cl. Les effets toroïdaux sur l'équilibre et la stabilité magnétohydrodynamiques. In: Les instabilités en hydraulique et en mécanique des fluides. Compte rendu des huitièmes journées de l'hydraulique. Lille, 8-10 juin 1964. Tome 2, 1965