

Approche biophysique



FARHAD RACHIDI,
EPFL-LRE



PROFESSEUR
JEAN-PIERRE ZRYD,
UNIL-LPC

Quels sont les effets réels des champs électromagnétiques non ionisants sur les systèmes biologiques? Les conclusions contradictoires des études consacrées à cette question sont à l'origine d'un projet de recherche conjoint de l'EPFL et de l'Université de Lausanne, qui a débouché sur de nouveaux résultats en 2002.



Les nématodes de cette figure ont une longueur d'environ 1 mm ; ils se déplacent dans le milieu de culture en laissant derrière eux une trace en forme d'onde dont la géométrie fractale peut être analysée.

Les choix se sont portés sur la mousse *Physcomitrella patens* et sur un animal, le nématode *Caenorhabditis elegans*. Nous avons étudié le comportement du nématode sous l'effet de champs magnétiques à basse fréquence. Nous avons émis l'hypothèse qu'un effet éventuel des EMF sur le système nerveux se traduirait par une modification du comportement de déplacement.

La dimension fractale des traces qui exprime leur complexité, pourrait, le cas échéant, indiquer si le champ magnétique affecte le système nerveux, autrement dit le comportement de ces organismes. Or le circuit de neurones de *C. elegans* est parfaitement connu. Il comporte 302 cellules. Des mesures préliminaires ont montré que l'exposition à un champ d'intensité élevée affecte le comportement de *C. elegans* en augmentant la valeur de la dimension fractale des traces, qui deviennent plus complexes.

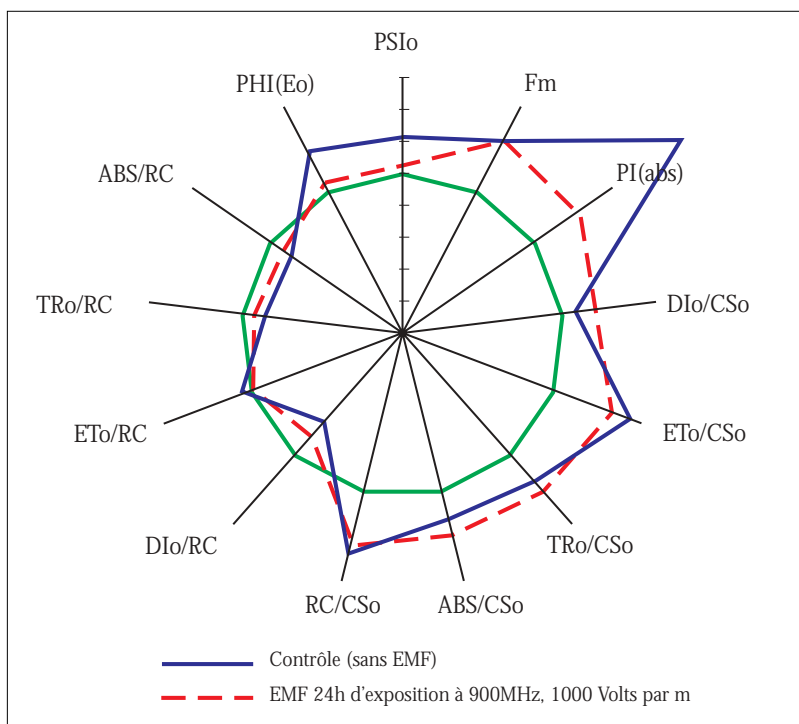
Conjointement à ces recherches consacrées au comportement, nous avons engagé des études sur l'induction de gènes de stress, en particulier sur l'induction possible de promoteurs de choc thermique. Plusieurs travaux effectués

dans d'autres laboratoires semblent indiquer que ces promoteurs peuvent être induits même en l'absence d'effet thermique. Nous entendons vérifier ces résultats.

Nous avons réalisé plusieurs études sur la mousse *P. patens*, en particulier dans le domaine des champs magnétiques à basse fréquence sur la croissance et le développement. Il s'agissait désormais de réaliser une approche d'analyse biophysique permettant une interprétation plus fine des résultats. Notre choix s'est porté sur la mesure de cinétique de fluorescence après irradiation par de la lumière photo-active (rouge).

Les plantes disposent d'un système membranaire sophistiqué qui leur permet d'absorber la lumière visible et de transformer l'énergie électromagnétique en énergie de liaison chimique (photosynthèse). L'intégrité des membranes et de leurs constituants (photo-systèmes) est mesurable de manière non invasive en analysant les transitoires de fluorescence.

Toute altération, même infime, de l'intégrité membranaire se traduit par une perturbation des paramètres mesurés. La figure ci-après illus-



Visualisation graphique des paramètres-test obtenus à partir des données brutes des mesures de cinétique de fluorescence, les paramètres affectés sont : **Fm** intensité de la fluorescence maximale (non affectée), **PHI(E0)** : probabilité pour un photon absorbé de déplacer un électron dans la chaîne de transport des électrons, **PI (ABS)** indice de performance, **PSIO** capacité de transfert d'un exciton vers la chaîne de transport d'électrons.

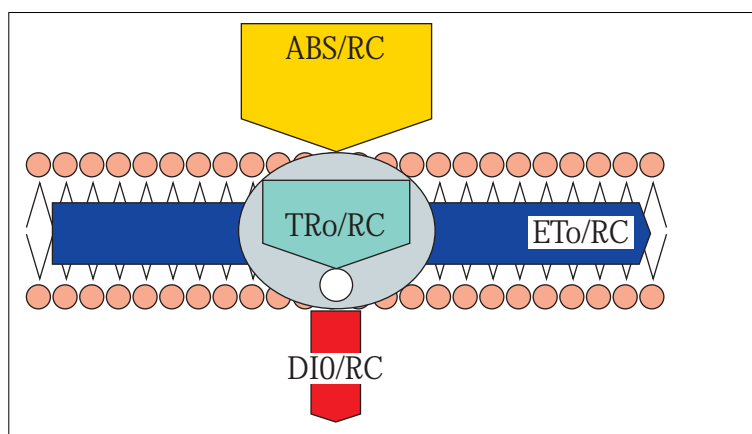
tre les résultats d'une expérience au cours de laquelle les plantes ont été soumises pendant 24 heures à un champ électromagnétique de 900 MHz et de 1000 V/m. On constate effectivement une altération des paramètres de fluorescence.

Une interprétation possible des résultats peut être visualisée dans le modèle fonctionnel de la membrane photosynthétique illustré par la figure ci-contre. Le flux d'énergie lumineuse (ABS/RC) est partiellement utilisé par les photosystèmes (TRo/RC) et transmis à la chaîne de transport d'électrons de la photosynthèse (ETo/RC).

Une partie de l'énergie est dissipée sous forme de fluorescence (DIo/RC) et de chaleur. L'indice de performance (PI abs) traduit l'effet d'ensemble de ces paramètres. Il est réduit sous l'effet du champ électromagnétique, dont l'action sur l'intégrité membranaire est ainsi démontrée.

PUBLICATION

• J.P. Zryd, M. Ianoz, F. Rachidi, P. Zweiacker, *Influence of HF electromagnetic fields on the development and the molecular biology of the moss Physcomitrella patens and the nematode Caenorhabditis elegans*, 14th International Symposium on Electromagnetic Compatibility, Proceedings Supplement pp. 179-180, February 2002.



Modèle de membrane photosynthétique, la largeur des flèches est proportionnelle aux flux d'énergie.

Mandataires responsables :	Professeur Jean-Pierre Zryd (UNIL-LPC) Farhad Rachidi (EPFL-LRE)
Correspondant :	Martin Bettler (Romande Energie SA)
Durée du projet :	2001-2003
Postes de travail :	4,5 homme-années
Coût total :	Fr. 223 000.-
Partagé entre :	RDP-CREE Fr. 60 000.- Forschungskooperation Nachhaltiger Mobilfunk Fr.163 000.-