

LES MÉCANISMES DE PRODUCTION DE MÉTHANE PAR LES TERMITES EN FORÊT TROPICALE

par Corinne Rouland

Les termites sont généralement connus pour les désastres qu'ils engendrent ; leur importance écologique est, en revanche, souvent ignorée. Pourtant, par leur nombre et leur régime alimentaire, ils influent considérablement sur le recyclage de la matière organique d'origine végétale et la constitution de l'humus.

Particulièrement abondants en forêt tropicale humide, les termites consomment 6 à 7 tonnes de matière organique par an et par hectare, soit 50% de la matière végétale tombée au sol. Ce rôle important dans les processus de décomposition de la matière organique tient à la répartition des différentes espèces dans des biotopes variés, qu'elles ont pu coloniser grâce à des régimes alimentaires divers. On peut, en effet, distinguer trois types de termites en fonction de leurs modes d'alimentation :

- les **xylophages**, qui consomment du bois parvenu à différents états de décomposition ;

- les **humivores**, qui creusent des galeries souterraines et se nourrissent,



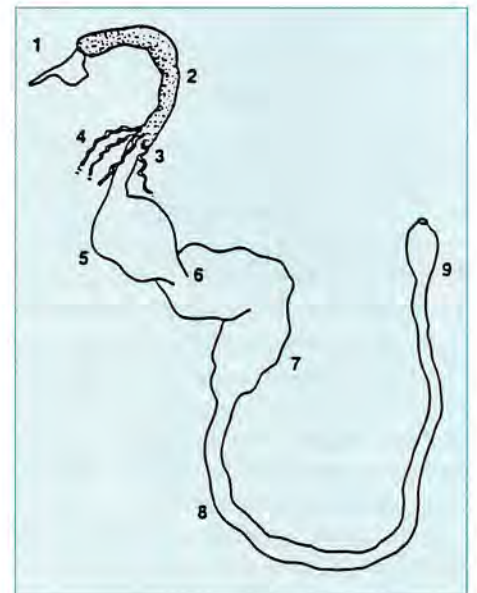
■ Première phase de la fructification d'un champignon symbiote dans une termitière (Cliché J. Renoux)

comme les vers de terre (Lombriciens), à partir des particules organiques en décomposition présentes dans l'humus ;

- les **champignonnistes** qui réalisent une symbiose digestive avec un champignon Basidiomycète du genre *Termitomyces* ; ce champignon se développe à l'intérieur de la termitière sur des structures végétales (meules) construites par les termites ouvriers à partir de fragments de végétaux (feuilles, racines, herbes, bois mort...). Le termite se nourrit de la partie inférieure de la meule prédégradée par le champignon.

La digestion du bois et de ses composants par les termites est due à un métabolisme aérobie (production de dioxyde de carbone CO₂) et/ou à un métabolisme anaérobie (sans l'intervention de l'oxygène de l'air) caractérisé par une émission de méthane, produit typique des processus de fermentation intestinale. L'émission de méthane par les termites, d'abord suggérée par Cook (1932), a été largement confirmée depuis. Cette production est apparemment d'origine bactérienne, car elle est stoppée par l'emploi d'antibiotiques bactériens spécifiques ; des bactéries méthanogènes hydrogénophiles ont, de plus, été récemment isolées.

En raison de la vaste répartition des termites, des extrapolations ont été faites pour évaluer la part de l'émission globale annuelle dont ils sont responsables. Ces extrapolations ont donné des résultats très variables : de 5 à 40%. En effet, les auteurs n'ont pas, le plus souvent, tenu compte de la consommation du méthane *in situ* par les bactéries méthylophiles du sol, ni des diversités interspécifiques (régimes alimentaires) des populations de termites, pourtant les principaux facteurs de variabilité des résultats.



■ FIGURE n°1 : Schéma du tube digestif d'un termite humivore, *Thoracotermes macrothorax*.
1 - Proctodéum (intestin antérieur) ; 2 - Mésentéron (intestin moyen) ; 3 - zone intermédiaire, début du proctodéum (intestin postérieur ou IP) ; 4 - tubes de Malpighi ; 5 - premier segment de l'intestin postérieur (IP1) ; 6 - valvule entérique (IP2) ; 7 - panse (IP3) ; 8 - côlon (IP4) ; 9 - rectum (IP5)

Numération bactérienne

La production de méthane chez les termites est due à la fermentation anaérobie des différents constituants de la matière végétale (cellulose, hémicelluloses, lignine...) qui constitue leur alimentation. Cette dégradation anaérobie s'effectue dans l'intestin postérieur du termite (fig. n°1), plus particulièrement dans la panse (IP3), dont le caractère anaérobie a été depuis longtemps démontré. Au niveau de cette panse se trouve une microflore fermentaire abondante et diversifiée, dont des bactéries méthanogènes.

Les populations bactériennes fermentaires méthanogènes, hydrogénophiles et acétoclastes (★), ont été quantifiées chez dix espèces représentatives des différents groupes alimentaires. Selon leur régime alimentaire, les espèces montrent de nettes différences. Ainsi les termites humivores hébergent une microflore méthanogène - en particulier hydrogénophile - abondante. Cette flore est en revanche réduite - et principalement constituée de bactéries acétoclastes - chez les xylophages alors qu'elle est très variable chez les espèces champignonnistes : si la population de méthanogènes est relativement élevée chez *Macrotermes muelleri*, elle reste peu développée dans l'autre genre, *Microtermes sp.*



■ Soldat d'un termite *Macrotermes renouxi* (Cliché C. Rouland)

Emission de méthane *in vitro*

La mesure *in vitro* des émissions de méthane montre que celles-ci sont très variables selon les régimes alimentaires (tab. n°1). Ainsi, les espèces humivores sont toutes fortement productrices de méthane, alors que les xylophages n'en émettent pratiquement pas. Chez les champignonnistes, comme nous l'avions noté pour la numération bactérienne, les émissions de méthane sont très différentes selon les espèces ; *P. militaris* est le plus producteur, avec des émissions voisines de ce qui est observé chez les humivores.

La population bactérienne méthanogène symbiotique et la production de méthane présentent des différences similaires en fonction du régime alimentaire des termites considérés (fig. n°2) : les termites xylophages, essentiellement acétogènes, ne produisent que peu de méthane (de 0,13 à 0,21 micromoles par gramme de termite et par heure) alors que les termites

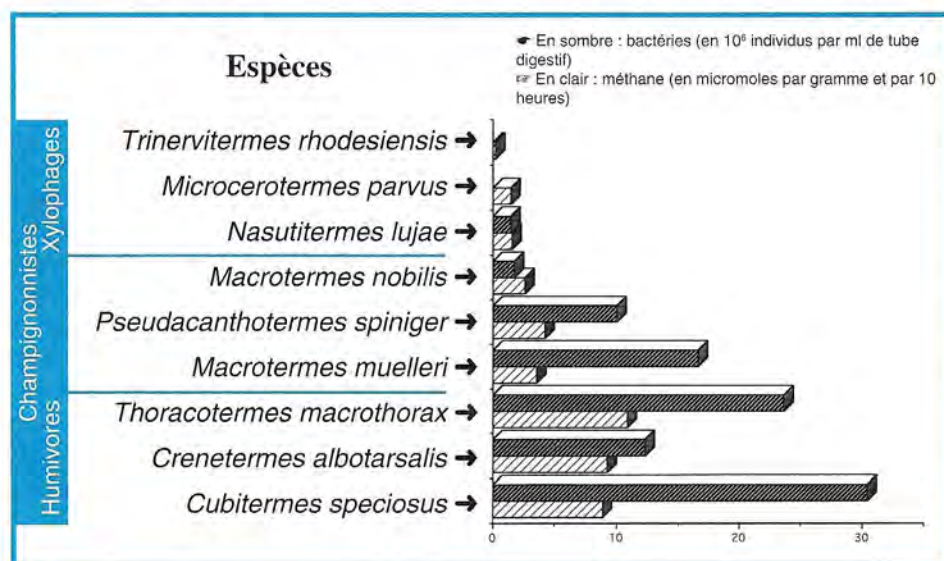
Tableau n°1
Production de méthane *in vitro* par les grands ouvriers de plusieurs espèces de termites africains à régimes alimentaires différents

Espèces	Production de CH ₄ en μM/g termite/h	Valeurs Moyennes
Xylophages		
<i>Microcerotermes parvus</i>	0,14 ± 0,03	0,16 ± 0,03
<i>Nasutitermes lujae</i>	0,15 ± 0,015	
<i>Nasutitermes arborum</i>	0,13 ± 0,022	
<i>Trinervitermes rhodesiensis</i>	0,21 ± 0,06	
Champignonnistes		
<i>Macrotermes muelleri</i>	0,35 ± 0,09	0,52 ± 0,21
<i>Macrotermes bellicosus</i>	0,42 ± 0,02	
<i>Pseudacanthotermes spiniger</i>	0,42 ± 0,1	
<i>Pseudacanthotermes militaris</i>	0,88 ± 0,28	
Humivores		
<i>Noditermes sp.</i>	0,64 ± 0,07	0,88 ± 0,20
<i>Thoracotermes macrothorax</i>	1,09 ± 0,12	
<i>Cubitermes speciosus</i>	0,89 ± 0,15	
<i>Crenetermes albotarsalis</i>	0,93 ± 0,1	

champignonnistes et humivores hébergent peu de bactéries acétogènes et produisent des quantités significatives de méthane : de 0,35 à 0,88 mM/g termites/h pour les

champignonnistes, de 0,64 à 1,09 pour les humivores.

Il est donc indispensable, pour effectuer une estimation globale de la production de méthane par les termites, de tenir compte de la répartition des différents groupes alimentaires au sein des biotopes étudiés.



■ FIGURE n°2 : Emission de méthane et numération des bactéries méthanogènes chez plusieurs espèces de termites africains à régimes alimentaires différents

Estimation des populations de termites sur différents sites

Les études menées dans différents sites tropicaux montrent de grandes différences de répartition des trois groupes alimentaires : ainsi si les termites humivores sont largement représentés en forêt tropicale, leur nombre diminue considérablement en savane ou en zones cultivées.

(★) : Les bactéries hydrogénophiles produisent à partir du dioxyde de carbone et de l'hydrogène, plus de méthane (CH₄) que les bactéries acétoclastes (qui fabriquent surtout un acétate).

Emission de méthane dans l'atmosphère

Certains auteurs ayant signalé que le méthane émis par les termites pouvait être en partie réabsorbé par la microflore méthylophile présente dans les sols ou dans les constructions, le flux de méthane a été mesuré sur deux sites (la forêt du Mayombe et les champs de canne à sucre de la SARIS, République du Congo), de nuit c'est-à-dire pendant la période où les termites champignonnistes (*Macrotermes muelleri* dans la forêt du Mayombe, *Pseudacanthotermes spiniger* à la SARIS) récoltent leur nourriture à l'air libre à l'extérieur du nid. Les résultats montrent qu'il y a une nette augmentation du flux de méthane atmosphérique (de 1,7 à 2,3 ppm) la nuit, dans les zones où les termites se trouvent en activité de récolte.

La mesure des flux de méthane au niveau des termitières épigées de termites champignonnistes (*Macrotermes muelleri*) et de termites humivores (*Thoracotermes macrothorax*) indique (fig. n°3) que le méthane, produit dans les nids, est bien émis dans l'atmosphère. Bien que les valeurs obtenues *in vivo* soient inférieures à celles

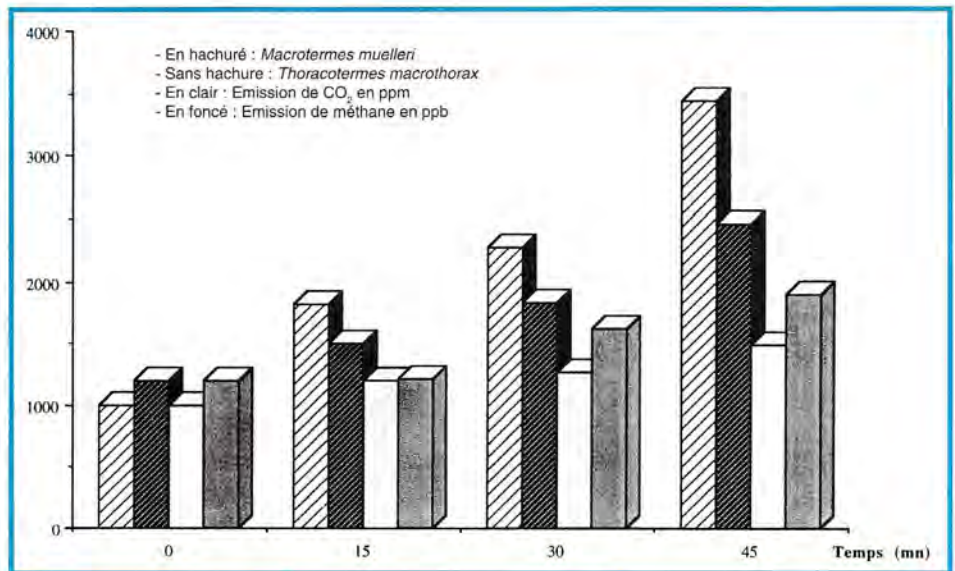
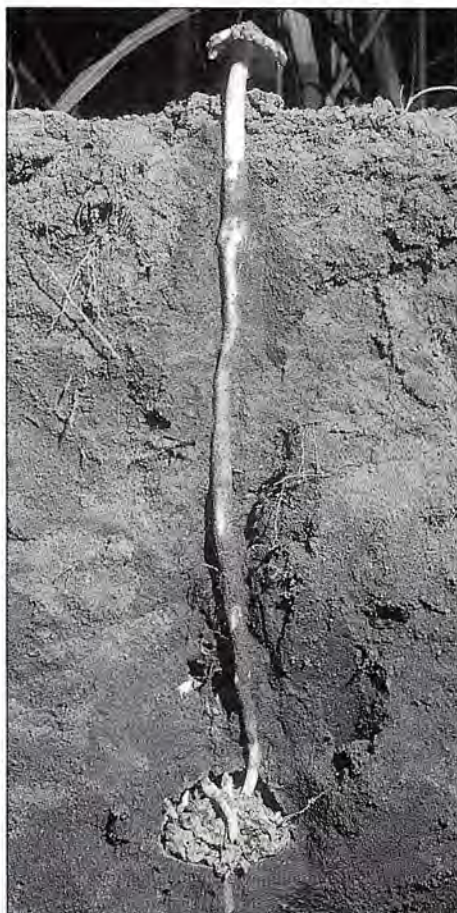


FIGURE n°3
Mesure des émissions de méthane et de dioxyde de carbone par une termitière de *Macrotermes muelleri* (champignonniste) et une termitière de *Thoracotermes macrothorax* (humivore) en fonction du temps (en minute)

obtenues *in vitro*, le rapport CH₄/CO₂ constant dans les deux types d'expériences, indique qu'il n'y a pas de piégeage particulier du CH₄ au niveau des parois de la termitière. Les valeurs plus faibles obtenues *in situ* seraient dues à une fuite des animaux hors du nid lors de l'expérimentation.

Une production sans doute sous-estimée

En conclusion, il apparaît que la production de méthane par les termites est en étroite corrélation avec leur régime alimentaire, les termites champignonnistes et humivores étant les plus producteurs. En s'appuyant sur ces observations, le potentiel global d'émission de méthane par les termites a été estimé à 27 Tg (27 millions de tonnes) par an. Cette valeur est légèrement supérieure à celle indiquée par les premiers auteurs, essentiellement parce que la production de méthane par les termites champignonnistes - qui représentent la biomasse la plus importante dans de nombreux biotopes - avait été sous-estimée par ces chercheurs. Cependant, l'estimation actuelle demeure encore incertaine, en raison d'une part, du peu de données existant sur les populations de termites en Amérique du Sud et, d'autre part, des difficultés à estimer la quantité de méthane réellement émise dans l'atmosphère par les nombreuses espèces de termites humivores qui, à la manière des vers de terre, se déplacent uniquement dans des galeries hypogées.



Phase finale de fructification d'un champignon symbionte de termitière (Cliché C. Rouland)

L'auteur

Le Professeur Corinne Rouland est chercheur au Laboratoire de Biologie des populations et d'Ecophysiologie des invertébrés à l'Université Paris XII.

Pour en savoir plus

- ◆ Collins N. M., Wood T. G., 1984 - Termite and atmospheric gas production - *Science*, 224, pp84-86
- ◆ Frazer P. J., Rasmussen R. A., Creffield J. W., French J. R., Khalil A., 1986 - Termite and global methane, another assessment - *J. Atmospheric chem.*, 4, pp295-317
- ◆ Grassé P. P., 1982 - Anatomie, physiologie, reproduction des termites - *In Termitologia*. Masson, Paris, 676p
- ◆ Maldague M., 1964 - Importance des populations de termites dans les sols équatoriaux - *Trans. 8th Inter. Cong. Soil Sc.*, 3, pp743-751
- ◆ Zimmerman P. R., Greenberg J. P., 1982 - Termites, a potentially large source of atmospheric methane, carbone dioxide and molecular hydrogen - *Science*, 218, pp563-565

Cet article est déjà paru dans *Le Courrier de l'Environnement de l'INRA* n°23 de Nov. 1994. Nous le reproduisons avec l'aimable autorisation de l'auteur et de la rédaction.