

## Méthode d'extraction de monolithes de prairie pour des expériences en mésocosme

<sup>1</sup>Patrick Pichon et Katja Klumpp

**Résumé** : Des expériences en mésocosme<sup>2</sup> sont utiles en prairie permanente pour étudier les flux et les réponses du système sol-végétation à des facteurs de l'environnement. Pour réaliser ces expériences en mésocosme, il faut prélever des blocs ou monolithes. Ces « blocs de prairie » doivent être de taille suffisante pour garantir l'intégrité physique et fonctionnelle du système. Nous avons mis au point un outil et un protocole d'extraction pour prélever des monolithes de 0,1 m<sup>3</sup> (2 côtés de 50 cm\*40 cm de profondeur). Nous présentons ici la méthode de prélèvement, ses conditions de mise en oeuvre et le protocole de réimplantation sur le site expérimental. Avec cette technique nous avons étudié les effets de modifications environnementales (température, concentration atmosphérique en CO<sub>2</sub> et pluviométrie) et mesuré les échanges aériens et souterrains de CO<sub>2</sub>. Nous l'illustrons à travers deux expérimentations, l'une utilisant les monolithes dans des enceintes de marquage en conditions contrôlées, l'autre à l'air libre dans un dispositif de fumigation contrôlée de CO<sub>2</sub>.

**Mots clés** : méthode d'extraction, mésocosme, prairie.

### Introduction

En France, la prairie occupe près de 25% de la superficie du territoire national, contre 20% en moyenne en Europe. La prairie permanente (plus de 7 ans d'âge) représente 80% de cette surface prairiale. L'étude de ces écosystèmes prairiaux complexes devient primordial lors de changements climatiques importants tels que : l'augmentation de la température, de la concentration en gaz carbonique et une répartition pluviométrique annuelle aléatoire. A l'échelle de la parcelle il est difficile d'étudier ces modifications climatiques. Les expérimentations en conditions réelles (champ) ne permettent pas de contrôler et d'analyser les mécanismes qui pilotent ces processus (par exemple décomposition racinaire, stockage de carbone, stress hydrique, biomasse et modification de la flore). Ces expériences sont réalisées sur de petites structures tels que des « blocs de prairie » (monolithes). Ces « blocs de prairie » doivent être de taille suffisante (par exemple largeur L, hauteur H, profondeur P en cm: 50\*50\*40) ce qui implique un monolithe d'environ 125 kg. Il faut donc mécaniser les opérations de prélèvements et de manutention en conséquence. Nous avons conçu un appareil suivant le modèle Baker (1969), réalisé par l'atelier du Domaine Inra de Crouel. Cet appareil est porté par un tracteur agricole et ne demande qu'une surface de prélèvement réduite.

### 1. Matériel et méthode

**1.1 L'appareil d'extraction de monolithes (figure 1)** comporte deux poutres carrées (C, L 120cm, de section 10\*10 cm) formant ainsi un rectangle de 120\*57 cm, reliées aux extrémités et au centre par les plaques (P). Sur la poutre carrée avant, côté tracteur est soudé l'attelage trois points par chapes pour la liaison avec le tracteur agricole (de préférence quatre

---

<sup>1</sup> INRA Unité d'Agronomie, Equipe FGEP (Fonctionnement et Gestion de l'Ecosystème Prairial) 234 Av. du Brézat 63100 Clermont Ferrand ☎04 73 62 45 59 [pichon@clermont.inra.fr](mailto:pichon@clermont.inra.fr) et [kklump@clermont.inra.fr](mailto:kklump@clermont.inra.fr)

<sup>2</sup> Mésocosme : écosystème en modèle réduit

roues motrices et d'une puissance de 70 cv DIN). Sur l'extrémité de la poutre est soudée la fixation des béquilles (Bq) pour la stabilité de l'appareil lors de son remisage.

Les plaques (P, 10\*1,5 cm) des extrémités (gauche et droite) supportent les roues de jauge métallique (R, Ø 38cm L 14,5cm) réglables en hauteur pour l'ajustement de la profondeur de prélèvement. Les deux plaques centrales (Pu, fer U de 10 cm) portent chacune un disque métallique (D Ø 42 cm) espacés de 50 cm qui découpent la motte de terre (végétation incluse) et réglables en hauteur.

Sur la poutre arrière est soudée la fixation du coutre biseauté en forme de U (dimension intérieure L 50 cm, H 60 cm) pour découper des monolithes. Pour descendre plus rapidement dans le sol, ce coutre en forme de « U » est équipé de deux pointes inclinées aux extrémités. Sur l'arrière le coutre comporte cinq fers plats (17 cm ; épaisseur 1,2 cm) soudés qui supportent les tôles galvanisées qui sont pliées sur trois côtés. Ces tôles en forme de boîte servent à maintenir le monolithe. Leur fond est perforé (pour l'écoulement de l'eau), et en partie haute quatre perforations (Ø 10 mm) permettront la manutention ultérieure des monolithes. A l'arrière du coutre, deux rails maintiennent la boîte latéralement et, sur l'arrière, la boîte est bloquée par un fer plat équipé de deux ergots.

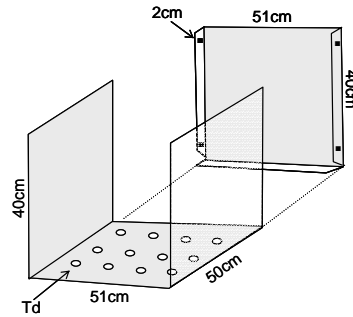


**Figure 1 :** Appareil d'extraction de monolithes avec roues de jauge R qui permettent de régler la profondeur, disques de découpe de la motte (D), châssis (C), attelage 3 points par chape (A), fer plat (P), fer « U » pour relier le châssis et support des disques (Pu), jauges de réglage en hauteur (J<sub>R</sub>), coutre biseauté avec pointes d'insertion, béquilles (Bq), fixation boîte (Fb) avec un fer plat à ergots.

**1.2. Le prélèvement de monolithes** s'effectue après un inventaire floristique précis pour étudier la diversité initiale et la densité de végétation sur des transects. On délimitera ensuite l'emplacement futur de monolithes en respectant cette diversité végétale. Pour faciliter le prélèvement et éviter les problèmes de « bourrage », la hauteur de végétation ne dépassera pas 10 cm ; le sol sera humide, de profondeur homogène et sans blocs (cailloux, rochers).

Après avoir fixé l'appareil sur le tracteur, la boîte (**figure 2**) est positionnée sur le support de l'appareil et bloquée par le petit fer plat. Ensuite on coupe le tapis végétal (profondeur 10 cm) à l'aide d'une pelle, l'appareil peut rentrer progressivement dans le sol. Le tracteur avance très lentement pour préserver la structure du sol, la position du relevage tracteur est en position basse. Si la profondeur est insuffisante, les utilisateurs font appui pour faciliter la descente. Le bloc (végétation et sol) coulisse alors dans la boîte. Quand celle-ci est remplie, on stoppe l'avancement du tracteur. Ensuite on coupe la motte à l'aide d'une pelle bêche en laissant 20 cm de marge sur la longueur de part et d'autre de la boîte. Enfin, le tracteur soulève le monolithe hors du sol, on recoupe la face arrière du sol avec une scie égoïne en

suivant le bord de la boîte. Ensuite on enlève le petit fer plat (Fb) avec un tournevis en faisant levier, la boîte est légèrement reculée pour fixer la paroi par quatre vis auto perceuses ( $\varnothing$  6 mm) avec une visseuse. La face avant est recoupée. On pivote la boîte d'un quart de tour et on fixe la deuxième paroi (idem paroi 1). Une fois la boîte fermée, le monolithe est déposé sur le côté hors de la ligne de prélèvement. Sur un transect de 25 m on peut prélever environ 15 monolithes (**figure 3B**). Les lignes de prélèvements sont espacées dans la parcelle pour permettre les déplacements du tracteur et la manutention des blocs en toute sécurité (risque de renversement dans une zone de prélèvement). Les monolithes peuvent être stockés sur palette par groupes de quatre pour leur transport ultérieur.

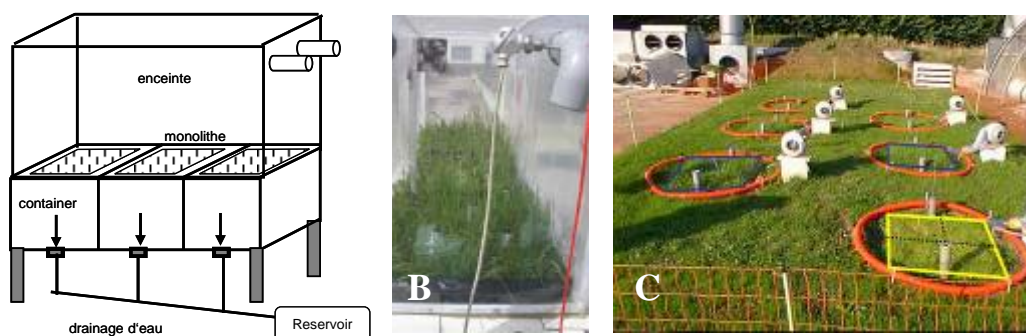


**Figure 2 :** Boîte en tôle galvanisée (épaisseur 1,5 mm), le fond et la paroi latérale font une unité qui est pliée sur 2 côtés. Le fond est troué (Td,  $\varnothing$  20mm) pour le drainage. Les côtés sont fermés avec des plaques et fixés par vis.



**Figure 3 :** Prélèvement avec le tracteur, la croix jaune indique l'emplacement des trous pour la manutention (A), la ligne de prélèvement et les monolithes conditionnés dans boîtes métalliques (B), transport de monolithes (C).

### 1.3 Réimplantation des monolithes



**Figure 4 :** Utilisation de monolithes dans des enceintes en conditions contrôlées (A et B) et avec anneaux de fumigation contrôlée de  $\text{CO}_2$  à l'air libre (C).

Nous avons utilisé les monolithes pour deux types d'expérimentations. Pour la première, les monolithes sont disposés sur une plateforme expérimentale dans un bac carré (80\*80 cm), le vide entre le monolithe et ce bac est comblé avec des matériaux isolants (polystyrène, pouzzolane ou autres) contre le froid et aussi la chaleur qui peuvent détruire les racines. Cet

ensemble peut recevoir une enceinte (armature métallique et film polyéthylène) pour mesurer les flux de carbone, contrôler la température et la pluviométrie (**figure 4A et 4B**).

Pour la deuxième expérimentation, après avoir creusé un emplacement, les monolithes sont disposés en carré par quatre sur un support drainant et les côtés sont comblés avec de la terre. Autour des monolithes un anneau perforé diffuse l'air enrichi en CO<sub>2</sub>. Le contrôle de la concentration en CO<sub>2</sub> est assuré par un système automatique qui prend en compte la différence de concentration entre la consigne et la mesure et s'ajuste en fonction de la vitesse du vent (**figure 4C**).

## 2. Résultats

Avec cette technique nous prélevons des monolithes sans altérer la structure du sol et le tissu racinaire dans le bloc. Les monolithes sont protégés des éventuels chocs et sont facilement déplacés pour les expériences grâce aux boîtes métalliques. Nous avons prélevé plus de trois cents monolithes dans trois programmes de recherches :

i) Deux programmes avec des anneaux de fumigation de CO<sub>2</sub> type mini FACE (Free Air CO<sub>2</sub> Enrichment); projet Européen (Managing European Grasslands as A sustainable Resource In a CHanging climate, MEGARICH FP4, 1998) (Teyssonneyre *et al.*, 2002 a,b; Picon-Cochard *et al.* 2004; Soussana *et al.* 2005), et un projet national l'impact du changement climatique sur la biodiversité des plantes et le cycle du carbone en prairie (IFB-GICC, IMAGINE, 2004), ii) un programme avec des enceintes pour la mesure d'échanges gazeux (plantes et sol) et marquage au carbone 13 (dans le projet Européen GreenGrass FP5, 2001) (Klumpp *et al.* 2006). Avec l'expérimentation dans le projet GreenGrass, on a étudié le stock du carbone dans le sol après un changement de la gestion (fauche : intensive *vs.* extensive). Ainsi on a montré que la disparition du carbone ancien des matières organiques libres du sol (racine, MO particulières) a été plus rapide pour les monolithes issus de la gestion passée intensive que pour les monolithes issus d'une gestion extensive.

## Conclusion

Ce mode de prélèvement demande des moyens techniques et humains importants : un tracteur avec outil, un engin de levage pour la manutention (ou tracteur avec chargeur), boîtes métalliques, palettes et un minimum de trois personnes. Cette méthode demeure essentielle pour la réalisation des programmes européens de recherche conduits dans l'Unité. Le prélèvement sur le terrain reste la base de toute expérimentation, notamment pour les aspects liés aux changements climatiques.

## Bibliographie

- Baker CJ (1969) A tillage and tool testing apparatus for turf samples. *J. Agri. Engng Res.* 14 (4) 357-360.
- Klumpp K, Soussana JF, Falcimagne R (2006) Effects of past and current disturbance on carbon cycling in grassland mesocosms. *Agro. Ecol. Environ.* In press
- Picon-Cochard C, Teyssonneyre F, Besle JM, Soussana JF (2004) Effects of elevated CO<sub>2</sub> and cutting frequency on the productivity and herbage quality of a semi-natural grassland. *Europ. J. Agro.* 20, 363-377.
- Teyssonneyre F, Picon-Cochard C, Falcimagne R, Soussana JF (2002 a) Effects of elevated CO<sub>2</sub> and cutting frequency on plant community structure in a temperate grassland. *Global change Biol.*, 1034-1046.
- Teyssonneyre F, Picon-Cochard C, Soussana JF (2002 b) How can we predict the effects of elevated CO<sub>2</sub> on the balance between perennial C-3 grass species competing for light? *New Phytol.*, 154, 53-64.