

Conception d'une table de mesure du micro relief et de végétation

Sylvie Niollet¹
Florian Delerue²
Maya Gonzalez³

Correspondance
Sylvie.niollet@inrae.fr

Résumé.

Le micro relief peut influencer la germination des graines et la survie des plantules de certaines espèces végétales. Dans le cadre de l'étude de la dynamique des populations, la germination des graines et la survie des plantules est l'étape la plus vulnérable de la régénération des espèces. L'humidité du sol, facteur indispensable à ce processus, peut varier selon l'hétérogénéité de la microtopographie. La végétation environnante peut également impacter l'installation de nouvelles plantules. Il est donc important de pouvoir caractériser l'environnement à une échelle fine allant de la graine à l'échelle du quadrat de 1 m² durant la phase juvénile. Ceci a conduit à la conception d'une table multi fonction combinant la mesure du micro relief et de la végétation sur un mètre carré. Cet article présente ses schémas de fabrication ainsi que des exemples de son utilisation.

Mots-clés

Table de mesure, micro relief, végétation.

¹ INRAE UMR 1391 ISPA, 71 Avenue E. Bourlaux, F 33140 Villenave d'Ornon, France.

² Bordeaux INP, UMR, CNRS 5805, F 33600 Pessac, France.

³ Bordeaux sciences Agro, UMR 1391 ISPA, 1 cours du Général de Gaulle, F 33383 Gradignan, France.

Design of a micro-relief and vegetation measurement table

Sylvie Niollet¹
Florian Delerue²
Maya Gonzalez³

Correspondence
Sylvie.niollet@inrae.fr

Abstract.

Micro-relief can influence the germination of seeds and the survival of the seedlings of certain plant species. In the framework of studying population dynamics, seed germination and seedling survival constitute the most vulnerable step of species regeneration. Soil humidity, a vital component of this process, can vary according to the heterogeneity of the microtopography. The surrounding vegetation can also impact the installation of new seedlings. Therefore, it is important to characterise the environment on a fine scale ranging from the seed to the scale of a quadrant of 1 m² during the juvenile phase. This led joint research unit 1391 ISPA (INRAE-Bordeaux Sciences Agro) to design a multifunction table combining the measurement of the micro-relief and vegetation in a square meter. This article presents the procedures employed to produce this measurement table and examples of its utilisation.

Keywords

Measurement table, micro-relief, vegetation.

¹ INRAE UMR 1391 ISPA, 71 Avenue E. Bourlaux, F 33140 Villenave d'Ornon, France.

² Bordeaux INP, UMR, CNRS 5805, F 33600 Pessac, France.

³ Bordeaux sciences Agro, UMR 1391 ISPA, 1 cours du Général de Gaulle, F 33383 Gradignan, France.

Introduction

L'écosystème forestier peut spontanément se reconstituer suite à la disparition de son couvert végétal. Cependant, cette régénération naturelle nécessite certaines conditions pour bien se réaliser. Ce processus implique plusieurs étapes, notamment la germination et la persistance d'une nouvelle plante, partie intégrante de l'étude de la dynamique des populations de la forêt landaise par l'Unité mixte de recherche 1391 ISPA (INRAE-Bordeaux Sciences Agro). Dans un premier temps, les travaux se sont portés sur l'ajonc d'Europe (*Ulex europaeus*), légumineuse native du sous-bois de la région (Thèse Delerue, 2013 ; Delerue & Gonzalez, 2015), puis sur le pin maritime (*Pinus pinaster*), espèce cultivée de ce massif (Thèse Guignabert, 2018).

La germination, qui correspond au passage de la phase latente de la graine à la plantule, est un processus physiologique irréversible. La phase juvénile de tout nouvel individu étant une phase critique (Harper, 1977), ce phénomène n'a donc lieu que lorsque l'état physiologique de la graine et les conditions extérieures (humidité, T° , O_2 et lumière) sont favorables.

Le taux d'humidité du sol doit être suffisant pour assurer, dans un premier temps, le gonflement et la germination de la graine, puis le développement du système racinaire et la croissance de tiges. Ces facteurs abiotiques sont liés à des facteurs complexes propres à chaque site. La texture et la variation d'humidité d'un sol en surface sont des éléments environnementaux déterminants qui influencent la germination. La teneur et l'accessibilité aux ressources nutritives sont ensuite essentielles pour le développement de tout nouvel individu (Hartgerink and Bazzaz, 1984 ; De Chantal *et al.*, 2003). De plus, il peut s'instaurer une compétition pour ces éléments vitaux avec la végétation environnante. Le type de substrats (bois mort, sol minéral, mousse, humus, litière) sur lequel s'installe la graine joue aussi un rôle important (Cornett, 2000 ; Oleskog & Sahlen 2000). De même, les souches des arbres déracinés lors de tempête peuvent créer des sols très perturbés en surface,

mais ceux-ci peuvent être favorables à l'émergence d'individus (Carlton and Bazzaz, 1998). La notion de « Safe sites » fait état de microsites propices où l'environnement fournit les conditions optimales à la graine pour qu'elle germe et que la plantule survive (Harper, 1977 ; Battaglia and Reid, 1993). En s'intéressant à ces conditions favorables, il apparaît nécessaire de pouvoir caractériser l'effet du microrelief et l'impact de la végétation avoisinante sur l'émergence et le développement des plantules à des échelles fines.

Pour ces études, l'équipe a choisi une approche d'observation de quadrat allant de $0,01 \text{ m}^2$ à 1 m^2 . Elle a souhaité pouvoir acquérir consécutivement les variables tant du microrelief que de la végétation proche. Pour cela, un outil a été développé. Cet instrument multifonctionnel permet d'obtenir ces mesures et d'optimiser le temps sur le terrain.

Définition des besoins et description du matériel

Il nous fallait un outil permettant de quadriller précisément un mètre carré de terrain et d'acquérir des mesures reproductibles du micro relief et des interactions biotiques, avec la graine ou les plantules, de manière ergonomique. Cet outil doit être robuste et léger (moins de 50 kg) malgré son encombrement et être transportable par deux personnes, sachant que notre région d'étude a l'avantage d'être relativement plane et sableuse.

Pour concilier tous ces éléments, l'idée d'une table de mesure est née, combinant l'acier pour la robustesse et l'aluminium pour la légèreté (Figure 1).

Pour pallier le biais de mesure, et donc réduire l'imprécision due à l'orientation possible de la tige de mesure, une deuxième plaque d'un mètre carré est positionnée parallèlement sous la première, à une distance de 10 cm, pour former un caisson amovible. Cent cellules de dix centimètres de côté sur chacune des plaques de 1 m^2 sont percées précisément en leur centre pour le passage d'une tige graduée. L'alignement parfait des deux plaques percées, maintenues

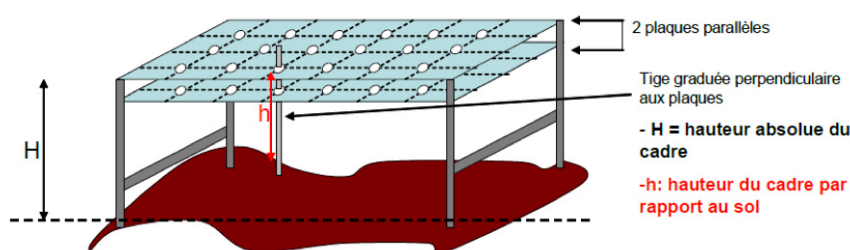


Figure 1. Principe de la méthode pour la mesure du micro-relief (réalisation F Delerue)

à un écartement constant par des entretoises, permet la descente verticalement de la tige graduée. Le caisson est fabriqué en aluminium et la structure d'accueil en acier. La configuration de la table offre la possibilité de positionner le caisson à deux hauteurs différentes selon les besoins.

Le caisson est constitué de plaques en aluminium de 2 mm d'épaisseur et d'un mètre de côté, d'équerres de

20 x 20 x 2 mm et d'entretoises fabriquées avec un tube carré de 25 x 25 x 2 mm (Figures 2 et 4). Les plaques sont constituées d'un maillage de cellules de 10 cm², percées en leur centre au diamètre de 6,2 mm (Figure 3). Les éléments sont fixés entre eux par des rivets et des vis auto perforants. Les équerres positionnées sur le contour sont découpées à chaque angle pour éviter leur chevauchement (Figure 5 et 6).

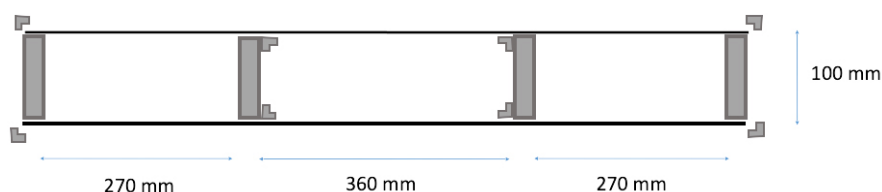


Figure 2. Caisson de la table de mesure : vue de profil

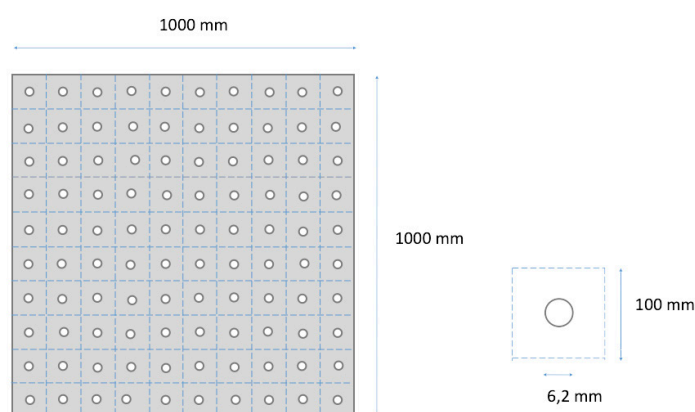


Figure 3. Caisson de la table de mesure : vue de face

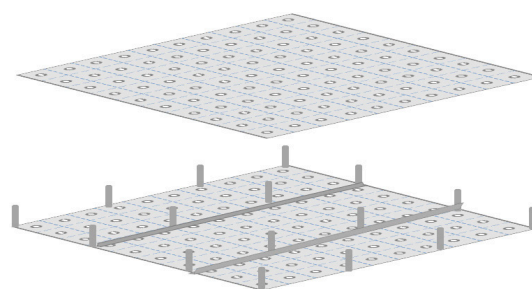


Figure 4. Caisson de la table de mesure : vue éclatée de la partie basse.

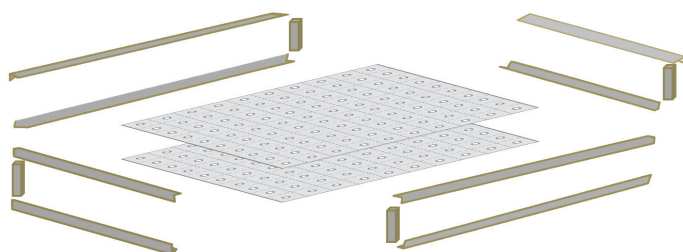


Figure 5. Caisson de la table de mesure : vue éclatée partielle.



Figure 6. Caisson de la table de mesure : photo de l'angle (Sylvie Niollet)

La table est principalement fabriquée avec des équerres en acier de 25 x 25 x 3 mm, soudées entre elles, permettant tant la rigidité que le maintien du caisson amovible ; elle pèse 18,4 kg. Sur une face, les équerres sont découpées de manière à permettre le passage du caisson, ce qui permet le positionnement du caisson aux hauteurs A ou B (Figure 7). Un fer plat de 30 x 30 x 2 mm est soudé pour rigidifier le bas de la structure. La mesure du microrelief ou de la végétation s'effectue avec une tige de 6 mm de diamètre et d'une longueur de 1 250 mm, graduée tous les 5 mm, que l'on fait descendre par les trous du caisson prévus à cet

Exemples d'applications

Cet outil a été conçu et utilisé durant les travaux de deux thèses, l'une pour l'étude de la dynamique de l'ajonc d'Europe (*Ulex europaeus*), l'autre pour l'étude de la régénération du pin maritime (*Pinus pinaster*) en milieu dunaire. Pour ces deux études, les chercheurs voulaient caractériser l'environnement des graines et des plantules, afin de connaître l'impact du micro relief et de la végétation environnante sur la germination des graines de l'espèce concernée.

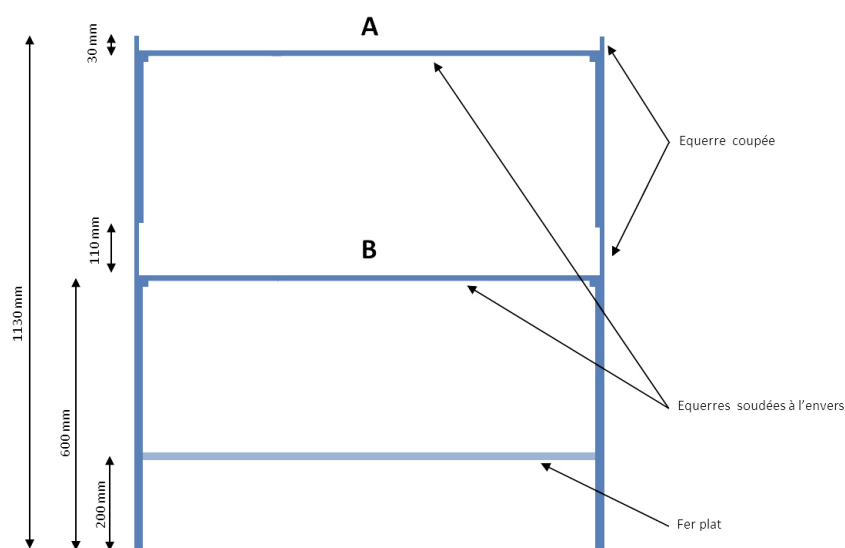


Figure 7. Table de mesure : vue de profil depuis le côté d'entrée du caisson

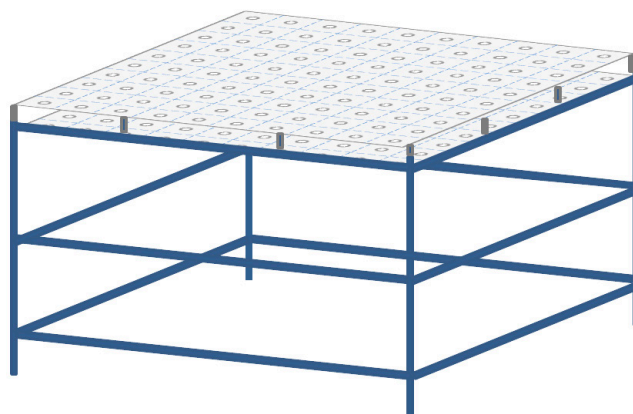


Figure 8. Vue schématique de la table de mesure et de sa tige graduée

effet (Figures 8 et 9). La tige métallique présente des traits transversaux rainurés avec une scie à métaux, un trait plus grand est positionné tous les 10 cm avec un repère pour chaque dizaine (chiffres romains) afin d'aider à la lecture. Ce diamètre de tige métallique apporte une rigidité satisfaisante et une lisibilité des traits que l'on a accentuée en peignant en rouge la tige et en noir les repères.

La table de mesure a été fabriquée en 3 semaines, de l'achat des matériaux jusqu'à la peinture. Tout le travail sur l'aluminium a été fait avec des outils à main (petite astuce, sinon vous aurez des semelles et des copeaux engraisant votre matériel). L'aluminium est un métal tendre et mou, facile à travailler avec des outils à main.

Suivi de l'émergence et du développement des plantules d'ajoncs

La première expérimentation de suivi de l'émergence et du développement des plantules d'ajoncs a été menée sur 72 quadrats d'observation, durant deux ans, dans la forêt landaise sur une parcelle de 0,67 hectare, à la suite d'une coupe rase avec labour. Le dispositif comprend trois blocs et deux traitements (phosphore, semis d'ajonc) croisés dans chaque bloc.

Concernant la caractérisation du micro-relief, la table de mesure est positionnée de niveau et à l'aplomb sur les quadrats d'observation. À l'aide de la tige graduée qui permet de mesurer la hauteur entre la plaque supérieure de la table et le sol (Figure 9), la hauteur relative de chaque cellule du quadrat est mesurée, et ceci est répété sur les 72 quadrats. À titre d'exemple de traitement des données à l'échelle du quadrat, l'écart type de ces hauteurs relatives des cellules participe à indiquer l'hétérogénéité des variations du micro-relief sur le mètre-carré. Les mesures d'une date sur les 72 quadrats se sont déroulées sur 2 jours consécutifs, à 2 personnes. Les valeurs ont été notées sur un fiche de travail qui sert sur le terrain, avant d'être saisies et analysées par traitement informatique. Il faut compter moins de 5 minutes pour positionner d'aplomb la table sur un point d'observation. En revanche, le transport de la table en milieu forestier peut devenir très sportif lorsque la végétation est dense ou lors d'un dénivelé élevé.



Figure 9. Table de mesure (photo Arthur Guignabert)

À l'échelle du quadrat, l'écart type de ces hauteurs relatives des cellules indique l'hétérogénéité des variations du micro-relief sur le mètre-carré. C'est un exemple de traitement des données pouvant montrer l'existence d'une microtopographie plus ou moins accidentée.

Pour la caractérisation des interactions biotiques, un indice de végétation décrit l'abondance de la végétation avoisinante à chaque suivi de l'émergence et du développement des plantules d'ajonc. Lorsqu'une plantule est repérée, on attribue à chacune des 9 cellules (1 centrale (localisation de la plantule) + 8 adjacentes) un nombre correspondant à un taux de recouvrement (0 : 0-25 % ; 1 : 26-75 % ; 2 : 76-100 %). Chaque cellule adjacente est repérée par le positionnement de tiges dans les cellules correspondantes ou, lorsque la végétation est peu dense, il est possible de positionner au sol un cadre quadrillé par des cordes, ce qui réduit le temps d'installation par m². L'indice de végétation correspond à la somme des 9 scores. Pendant deux ans, douze relevés ont été effectués. La table a permis de mesurer facilement la végétation basse dense en descendant une tige graduée jusqu'à la végétation, ce qui a permis d'obtenir la hauteur moyenne de la végétation.

Suivi de l'émergence et du développement des plantules du pin maritime

La deuxième expérimentation concerne le pin maritime suite à une coupe rase. Le dispositif comprend quatre blocs subdivisés en trois zones correspondant aux trois niveaux topographiques de la dune : haut, milieu et bas de la pente. Chaque zone mesure 6 m x 6 m, au centre de laquelle se trouvent 4 quadrats de 1 m², soit 48 quadrats d'observation. Dans cette expérience, 7 cellules prédéterminées sont ensemencées (chacune avec une graine). La germination est alors suivie toutes les quatre semaines d'avril à juillet.

Pour ces cellules et quadrats, le microrelief a été caractérisé de manière similaire à l'expérimentation présentée précédemment. Il est défini par la mesure de la hauteur relative de chaque cellule contenant une graine par rapport aux huit cellules adjacentes.

La végétation environnante, de manière analogue, a été notée pour chaque cellule contenant une plantule ainsi que les huit avoisinantes par une note correspondant à un taux de recouvrement (0 : 0-25 % ; 1 : 26-75 % ; 2 : 76-100 %) selon la couverture au sol de la végétation.

La litière, sur le même principe que la végétation, reçoit un indice de recouvrement (0 ; 1 ; 2) pour chaque cellule suivie. Le type de litière (litière, bois, cône, écorce) est noté également.

Ces deux expérimentations, menées à l'échelle du micro-site, ont confirmé le rôle primordial de l'humidité du sol pour la germination des graines et la survie des plantules. La microtopographie permet de créer des petites zones

d'accumulation d'eau qui favorisent la germination. Par exemple, les graines de pin maritime ont quatre fois plus de chance de germer dans un creux que dans un sommet. De même, la régénération de l'ajonc est supérieure dans les creux, mais seulement en période de pluviométrie modérée. La végétation et la litière n'ont pas révélé d'influence particulière sur la germination des pins maritimes. Par contre, le développement des jeunes plants d'ajoncs dépend bien de la végétation voisine, alternant des phases de compétition (augmentation de la mortalité avec la végétation) et de facilitation (augmentation de la survie avec la végétation), selon les variations saisonnières et les conditions environnementales plus ou moins stressantes.

Conclusion

Dans le cadre de l'étude de la dynamique des populations au sein de l'unité ISPA, nous avons conçu une table de mesure qui nous permet d'acquérir les variables tant du

microrelief que de la végétation proche des graines et des plantules de l'espèce concernée.

Cette table, dont la structure combine l'acier pour la robustesse et l'aluminium pour la légèreté, ne pèse au final que 32 kg. Conçue avec une partie amovible, elle est aisément transportable, notamment en se positionnant à l'intérieur de sa structure. Elle peut ainsi être déplacée et mise en place par une seule personne. Par contre, son encombrement demande de prévoir un véhicule adéquat.

Elle a été utilisée avec succès durant les travaux de deux thèses, l'une pour l'étude de la dynamique de l'ajonc d'Europe (*Ulex europaeus*), l'autre pour l'étude de la régénération du pin maritime (*Pinus pinaster*) en milieu dunai.

Par ailleurs, cette table peut être utilisée pour l'étude d'autres espèces, d'autres types de sol, voire de l'impact de passage de différents outils. Notamment en grandes cultures, elle pourrait être utilisée pour le suivi des adventices. ■

Références

- Battaglia M. and Reid JB (1993). The Effect of Microsite Variation on Seed-Germination and Seedling Survival of Eucalyptus delegatensis. Australian Journal of Botany.
- Carlton G.C. and Bazzaz F.A. (1998). Regeneration of three sympatric birch species on experimental hurricane blowdown microsites. Ecological society of America ESA.
- Cornett M.W., Reich Klaus P.B., Puettmann J. and Frelich L. E. (2000). Seedbed and moisture availability determine safe sites for early Thuya occidentalis (Cupressaceae) regeneration. American Journal of Botany.
- De Chantal M, Leinonen K., Llesviemi H., and Westman C. J. (2003). Combined effects of site preparation, soil properties, and sowing date on the establishment of Pinus sylvestris and Pecea abies from seeds. Canadian Journal of Forest Research.
- Delerue F, Gonzalez M, Michalet R, Pellerin S, Augusto L (2015). Weak evidence of regeneration habitat but strong evidence of regeneration niche for leguminous shrub. PLoS one 10 (6), e0130886.
- Delerue F. (2013). Population dynamic of an understory legume (Ulex europaeus) in the context of forestry of maritime pine in the « Landes de Gascogne »: Proposition for a conceptual model. Thèse de doctorat.
- Harper J. L. (1977). Population Biology of Plants. Academy Press.
- Hartgerink A.P. and Bazzaz F.A. (1984). Seedling-Scale Environment Heterogeneity Individual Fitness and population Structure. Ecological society of America ESA.
- Guignabert A. (2018). Étude des processus de régénération naturelle du pin maritime en contexte de dune forestière gérée : influence de la sylviculture, du climat et des interactions biotiques. Thèse de doctorat. Bordeaux.
- Oleskog G. and Sahlen K. (2000). Effects of Seedbed Substrate on Moisture Conditions and Germination of Pinus sylvestris Seeds in a Clearcut. Scandinavian Journal of Forest Research.



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-SA). <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « NOV'AE », la date de sa publication et son URL.