

Le pin laricio de Corse en Pays de la Loire Etude dendroécologique

F. Lebourgeois, INRA-Nancy, Unité d'Écophysologie Forestière, Équipe Phytoécologie

Après l'article de J.-M. Gilbert et R. Chevalier (Cemagref) paru dans le n° 109 de *Forêt Entreprise* sous le titre : "Autécologie du pin laricio de Corse dans les Pays de la Loire et en région Centre", qui faisait le point sur les conditions de station (et notamment de sol) adaptées au pin laricio, nous présentons aux lecteurs les principaux résultats de la thèse de François Lebourgeois, chercheur à l'Inra de Nancy, dont l'un des volets est consacré à l'étude de l'influence du climat sur la croissance.

On remarquera avec intérêt que, à part quelques crises ponctuelles liées à des périodes de sécheresse, les pins laricio – à âge égal – ont une croissance bien meilleure actuellement qu'il y a 50 ans. Ces travaux ont été présentés par le Cemagref à la réunion de mai 1995 du groupe de travail "Pin laricio" de l'IDF.

Philippe Riou-Nivert,
ingénieur à l'IDF,
secrétaire technique du
groupe de travail Pin Laricio

De plus en plus utilisé en boisement d'anciens terrains agricoles, le pin laricio de Corse occupe une place importante dans les reboisements forestiers. Paradoxalement, notre connaissance de son comportement est insuffisante pour répondre de façon sûre aux questions des gestionnaires de peuplements existants et à celles des reboiseurs potentiels.

En 1992, en collaboration avec l'Inra Nancy, le Cemagref de Nogent-sur-Vernisson et le CRPF des Pays de Loire, une étude a été menée dans l'Ouest de la France pour déterminer les principaux facteurs stationnels (sol, eau, nutrition minérale, climat...) influençant la croissance radiale et en hauteur du pin laricio de Corse. Deux démarches ont été suivies :

- une démarche "autoécologique classique", réalisée par le Cemagref (Gilbert *et al.*, 1995) (1),

- une étude dendroécologique par l'Inra (Lebourgeois, 1995), objet du présent article.

L'approche "dendroécologique", qui associe la mesure et la datation des cernes annuels d'accroissement (= dendrochronologie) et l'analyse des conditions physiques et biotiques de croissance (= phytoécologie), permet de combiner les dimensions spatiales et temporelles des phénomènes étudiés.

(1) Dont les principaux résultats ont été présentés dans le n° 109 de *Forêt entreprise* (p 52).

Résultats

Evolution de la croissance radiale depuis 1935 : une augmentation générale avec des crises périodiques

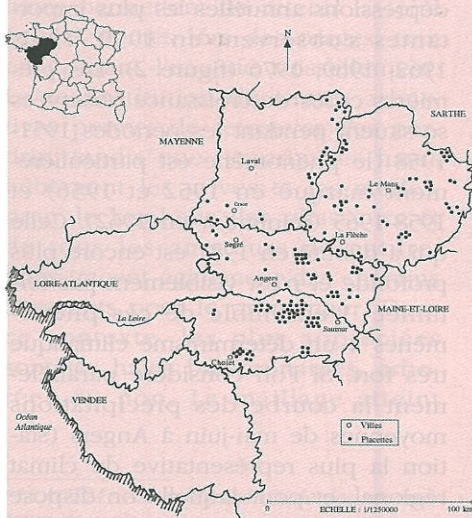
A l'échelle régionale, l'espèce a connu plusieurs crises de croissance variables en durée et en intensité. Les dépressions annuelles les plus importantes s'observent en 1939, 1952, 1962, 1969, 1976 (figure 2). Les premières crises de croissance observées se situent pendant les périodes 1951-1958 (le phénomène est particulièrement marqué en 1952 et 1956) et 1958-1965 (minimum en 1962). Celle qui a débuté en 1981 est encore plus profonde et n'est visiblement pas terminée. L'ensemble de ces phénomènes a un déterminisme climatique très fort. Si l'on considère parallèlement la courbe des précipitations moyennes de mai-juin à Angers (station la plus représentative du climat régional, et pour laquelle on dispose des relevés les plus anciens (période 1921-1991) et la courbe des indices moyens de croissance, on constate que les fortes crises sont associées, dans la majorité des cas, à des précipitations faibles (figure 1).

Cependant, à long terme, on observe entre 1935 et 1991, une tendance à un fort accroissement de l'ordre de + 50 %. Les causes de cette tendance positive, également observée pour le bois de printemps (+ 60 %) et pour le bois d'été (+ 35 %), et pour d'autres espèces (feuillus et rési-

Matériel et méthodes

Aire d'étude et échantillonnage

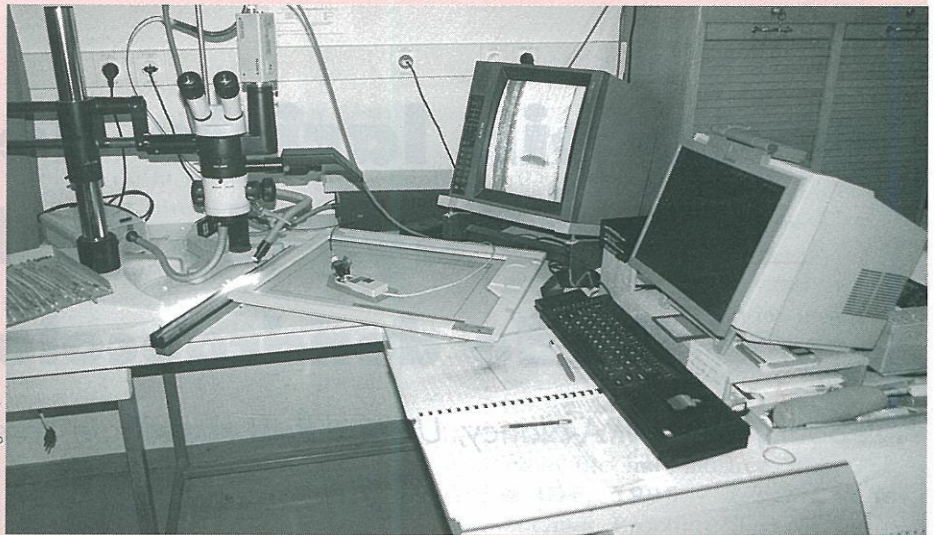
Un total de 1808 pins âgés de 15 à 70 ans (âge moyen = 30 ans) a été échantillonné dans 183 peuplements purs de pin laricio de Corse. Les placettes ont été installées dans trois des cinq départements de la région Pays de la Loire de façon à couvrir la gamme stationnelle la plus large possible (carte ci-contre). Sur chaque site, 10 arbres dominants bien conformés ont été carottés jusqu'à la moelle à 1,30 m du sol à l'aide d'une tarière de Pressler (de 5 mm de diamètre intérieur). Ces arbres ont fait l'objet de diverses notations et mesures (hauteur, circonférence, état sanitaire...), et les milieux ont été décrits (topographie, drainage latéral, pente, exposition, végétation spontanée, sol...). A partir de la description du sol (texture, structure, charge en cailloux et enracinement pour chaque horizon décrit), la réserve utile en eau du sol (ru) a également été calculé pour chaque site.



Enfin, des analyses chimiques des sols et de la nutrition foliaire ont complété ces descriptions stationnelles.

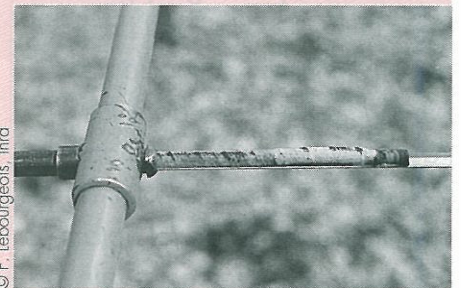
Mesure de la croissance radiale

Après la mesure de la largeur des 49379 cernes, grâce à un système vidéo-informatisé spécifique, et leur conversion en accroissement en surface terrière (= surface, en cm^2 , de



Système de mesures des largeurs de cernes.

l'anneau correspondant à chaque cerne qui est plus directement proportionnel à la quantité de bois produit annuellement), les profils de croissance ont été interdatés à l'aide d'années caractéristiques pour lesquelles les arbres présentent une forte ou faible croissance (comme celle due à la sécheresse de 1976 par exemple). Cette étape essentielle permet de vérifier qu'aucune erreur n'a été faite au cours des mesures (oubli d'un cerne, cernes manquants, faux cernes). L'analyse plus poussée des données nécessite ensuite de tenir compte de l'effet de l'âge de l'arbre qui se traduit par une diminution des largeurs des cernes en fonction du vieillissement biologique normal. Cet "effet âge", qui complique la comparaison de la croissance d'arbres d'âges différents mais également l'analyse du rôle des autres facteurs sur la croissance, est éliminé en standardisant les accroissements annuels. Connaissant l'âge exact de chaque cerne (cerne d'âge cambial de 1 an, 2 ans, 3 ans, ... 70 ans), la première étape consiste à calculer pour chaque âge et sur l'ensemble de l'échantillon, la surface moyenne des cernes disponibles. La relation ainsi obtenue permet de convertir chaque surface de cernes (ici 49 379) en indices de croissance radiale (Ic exprimés en %) en faisant le rapport de la surface du cerne

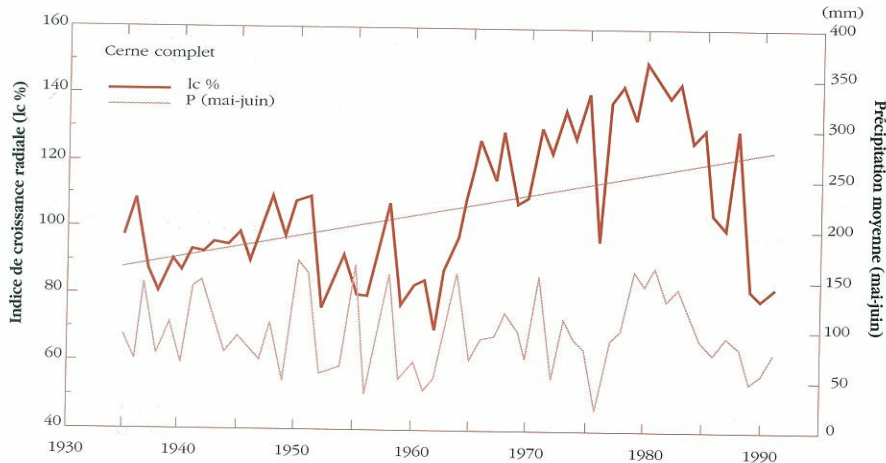


Carottage à l'aide d'une tarière de Pressler.

mesuré sur la surface moyenne ajustée, au même âge cambial, fournie par la relation précédente (courbe "âge"). A âge égal, un cerne aura un indice de croissance supérieur à 100 % si il est plus large que la moyenne, et inférieur à 100 % si il est plus étroit. A partir de ces indices de croissance dégagés de l'effet de l'âge, diverses courbes peuvent être calculées en faisant les moyennes des indices de croissance par année :

- une courbe de croissance radiale moyenne qui est la résultante des multiples facteurs écologiques qui conditionnent la croissance de l'ensemble des arbres de l'échantillon (courbe de référence) ;
- un ensemble de courbes moyennes partielles, obtenues en stratifiant l'échantillon global selon la valeur prise par divers paramètres dendrométriques et phytoécologiques recueillis sur le terrain.

Figure 1



Evolution de l'indice moyen de croissance radiale (Ic %) et des précipitations moyennes de mai-juin selon la date. Les données météorologiques sont issues de la station d'Angers, et les moyennes ont été calculées sur la période 1921-1991.

neux) aussi bien en France qu'à l'étranger (Allemagne, Amérique du Nord...) sont encore largement inconnues, et ne peuvent faire l'objet que d'hypothèses. Si des modifications d'ordre climatique (températures et précipitations) pendant la saison de végétation sont invoquées par certains auteurs, les effets directs ou indirects sur la croissance des peuplements des dépôts atmosphériques, azotés en particulier, et de l'élévation du taux de CO₂ atmosphérique doivent être également envisagés.

De plus, et particulièrement pour les espèces de reboisement, on peut également invoquer les programmes d'amélioration génétique des espèces, et l'amélioration des conditions de sylviculture, notamment en ce qui concerne la préparation des sols, la densité de plantation et les programmes d'éclaircies.

Croissance radiale et aspect de houppiers : croissance et état sanitaire médiocres pour les arbres en stations sèches

Ce comportement général doit être analysé avec précaution. Si l'on

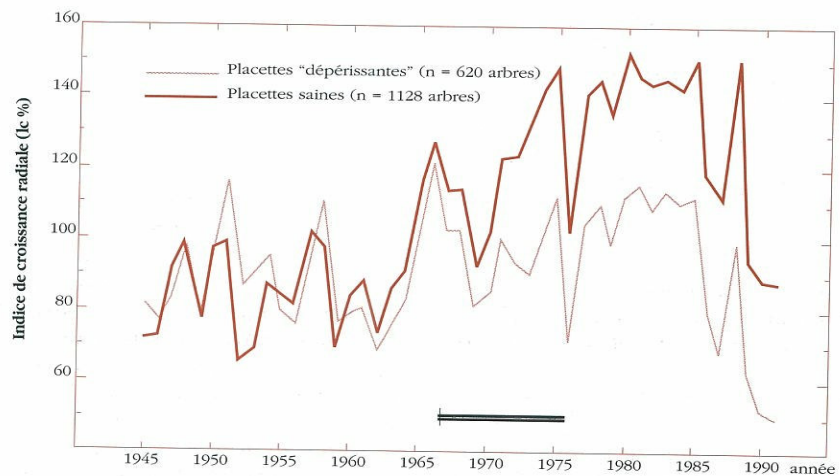
prend en compte l'état sanitaire des peuplements, on observe une diminution importante et ancienne, de la croissance radiale chez les arbres présentant aujourd'hui un déficit

foliaire notable (figure 2). La séparation des courbes intervient dès la fin des années 1960, ce qui coïncide avec le début d'une très longue période (1967-1976) déficitaire au niveau de la pluviométrie totale annuelle (de -1 à -129 mm par rapport à la normale de 601 mm ; état moyen = -61 mm). La différence de comportement de ces peuplements, pourtant tous soumis aux mêmes conditions climatiques, trouve en partie son explication dans certaines différences locales de disponibilité en eau, alors que la richesse minérale des sols ne semble pas intervenir. Les peuplements sains sont localisés sur les stations fraîches (à rétention en eau relativement élevée) (ru) = 72), alors que les autres peuplements sont plutôt sur les stations "sèches" (ru = 56).

Rôle de la nutrition minérale sur la croissance radiale : seul le phosphore est discriminant

Dans le contexte ligérien étudié, seule la qualité de la nutrition phosphorée différencie les niveaux

Figure 2



Evolution de l'indice moyen de croissance radiale (Ic %) pour les différentes classes d'état sanitaire. Les placettes dépérissantes ont au moins un arbre (sur les 10 échantillonnés) présentant des pertes foliaires comprises entre 5 et 25 %. Le double trait représente la période 1967-1976 déficitaire au niveau pluviométrique.

Recherche

d'accroissement radial (figure 3). Les teneurs des autres éléments (Ca, Mg, K, N) sont suffisantes pour maintenir des niveaux de croissance élevés. En toute rigueur, les valeurs proposées ici ne doivent s'appliquer que pour l'ouest de la France, et pour diagnostiquer d'éventuels problèmes nutritionnels dans des peuplements adultes (25-30 ans). De plus, bien que chaque teneur foliaire soit associée à des niveaux de croissance différents, on ne peut pas affirmer de façon certaine que les valeurs extrêmes pour le phosphore de 0,10 % et 0,15 % correspondent au véritable seuil de carence et à la teneur optimale en cet élément. En effet, une vraie carence en phosphore se traduit non seulement par une réduction notable de croissance, mais également par un rougissement caractéristique des aiguilles et une perte foliaire, symptômes qui n'ont pas été observés ici.

Rôle de l'approvisionnement local en eau : la croissance est meilleure sur les stations à réserve en eau relativement élevée

La stratification selon les conditions locales d'alimentation en eau aboutit toujours à la séparation des placettes les plus "sèches" des placettes les plus "fraîches" (figure 4). Les placettes les plus sèches sont caractérisées par des faibles valeurs de réserve utile en eau liées à la profondeur du sol ou à sa nature.

Si l'on considère la stratification selon la réserve utile, la séparation des courbes coïncide avec des crises de croissance, variables en durée et en intensités, concomitantes aux principaux déficits pluviométriques de ces dernières années. Ainsi, par rapport aux stations à réserve en eau relativement élevée ($ru > 75$), la croissance des arbres des stations "sèches" ($ru \leq 25$) s'individualise après les déficits des années 1958-1962, et celle des stations "moyennes" ($ru = [25 \text{ à } 75]$) après la sécheresse de 1969. Après 1976, les écarts augmentent, et seules les années exceptionnellement sèches

1989-1990 réduisent en partie les différences. Ainsi, la réserve utile en eau du sol module clairement la réponse des peuplements aux effets dépressifs des sécheresses climatiques.

Notre étude avait pour objectif de préciser le comportement du pin laricio de Corse dans le secteur ligérien afin de fournir aux organismes chargés du développement les éléments leur permettant de guider efficacement les propriétaires forestiers dans le choix des stations à reboiser. En toute rigueur, les courbes présentées ici ne sont valables que pour le pin laricio de Corse en région Pays de la Loire. En raison des exigences propres à chaque espèce et du contexte climatique régional, il serait imprudent d'extrapoler ces résultats à une autre espèce dans la même région, ou au comportement du pin laricio dans un autre environnement climatique.

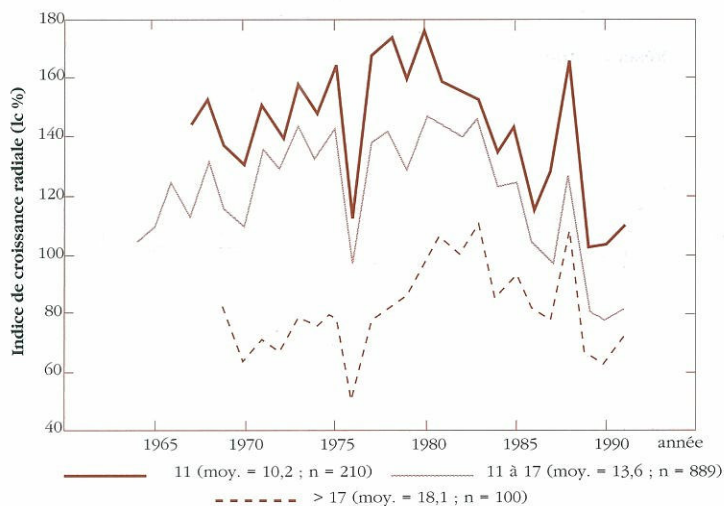
Au-delà de crises de croissance épisodiques, variables en durée et en intensité et liées à des déficits pluviométriques concomitants, le pin laricio ne présente pas sur le long terme de phénomène de baisse générale de la

vitalité. Au contraire, les surfaces de cerne élaborées actuellement sont d'environ 50 % plus élevées que celles des années 1930. Bien que les causes soient encore largement inconnues, l'augmentation à long terme de la croissance radiale des peuplements forestiers apparaît de plus en plus comme un phénomène général, au moins dans les écosystèmes forestiers tempérés naturels et artificiels.

La réserve utile en eau, la nutrition phosphorée et le climat (notamment les précipitations) jouent un rôle très important dans l'expression de la croissance radiale. Si on peut remédier partiellement aux problèmes de carences minérales par des apports du ou des éléments limitants, notamment ici par une fertilisation phosphorée, on ne peut généralement pas modifier les conditions locales d'approvisionnement en eau.

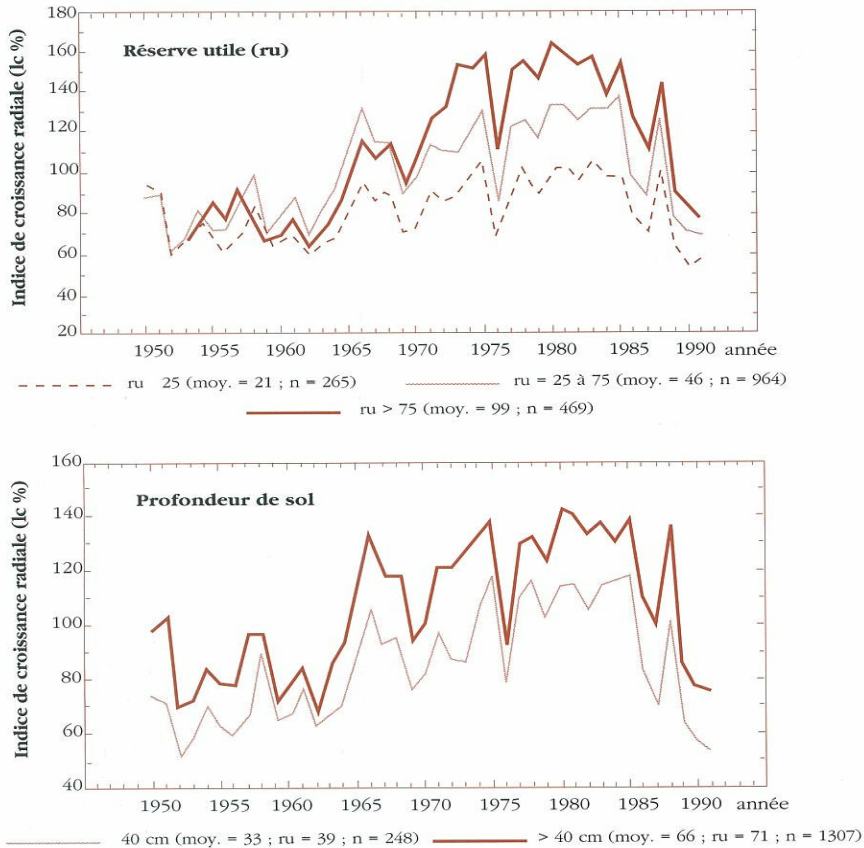
Ainsi, dans le futur, il serait raisonnable, pour ne pas sensibiliser les peuplements aux aléas climatiques, et éviter l'apparition des symptômes de dépérissement à plus ou moins long terme, de limiter les reboisements

Figure 3



Evolution dans le temps de l'indice moyen de croissance radiale (Ic %) selon le rapport foliaire N/P (moy = valeur moyenne du paramètre pour la strate correspondante ; n = effectif d'arbres).

Figure 4



Evolution dans le temps de l'indice moyen de croissance radiale (I_c %) selon la réserve utile en eau (ru) et la profondeur du sol (moy = valeur du paramètre pour la strate correspondante ; ru = indice moyen de réserve utile ; n = effectif d'arbres).

aux stations dont l'alimentation en eau n'est pas un facteur limitant essentiel, c'est-à-dire exclure les stations à topographie défavorable, les sols superficiels (< 40 cm) ou caractérisés par une faible réserve utile en eau (inférieur à 40 par exemple). Le problème de la gestion des peuplements est plus délicat. On ne peut pas recommander un type de gestion particulier. Il s'agirait plutôt de moduler les régimes d'éclaircies selon les types de stations de façon à gommer quelque peu les contrastes naturels entre sites, et à minimiser la compéti-

tion pour l'eau lors de périodes à déficits pluviométriques importants. Dans le cadre des effets des changements globaux sur les écosystèmes forestiers, et plus particulièrement de la variation possible en durée et en intensité des crises climatiques (hypothèse sérieusement envisagée dans l'hypothèse d'un réchauffement planétaire), il est d'ailleurs possible que la question de l'approvisionnement en eau, au niveau de la placette, joue dans les années à venir un rôle encore plus déterminant dans la production, voire dans la survie des peuplements. ■

Bibliographie

- Gilbert J.-M., Chevalier R., Dumas Y. (1995). *Autécologie du pin laricio de Corse dans le secteur ligérien (Pays de la Loire et Centre)*. Rapport final. Cemagref. GT de Nogent-sur-Vernisson. 148 p.
- Lebourgeois F., (1995). *Etude dendroécologique et écophysiological du pin laricio de Corse (Pinus nigra Arnold ssp. laricio Poiret var. corsicana) en région Pays de la Loire*. Thèse de l'Université de Paris-Sud Orsay en Sciences de la Vie, 209 p + annexes.
- Lebourgeois F., Becker M., (1996). *Dendroécologie du pin laricio de Corse dans l'Ouest de la France. Evolution du potentiel de croissance au cours des dernières décennies*. Ann Sci For 6, (sous presse).

Remerciements

Les résultats présentés ici sont le fruit des travaux qui ont reçu le soutien financier de la Direction de l'Espace Rural et de la Forêt et du Conseil Régional des Pays de la Loire. L'auteur remercie l'Office National des Forêts et l'ensemble des propriétaires privés qui ont donné l'autorisation d'échantillonner dans leur forêt, ainsi que le CRPF des Pays de la Loire et le Cemagref (Nogent-sur-Vernisson) pour l'aide apportée lors de la récolte des données sur le terrain.