

DETECTION DE PINS MALADES DANS L'INFRAROUGE THERMIQUE (Bande 8-14 μ m)

RIOM Jacques
I.N.R.A.
Laboratoire de Sylviculture de la Pinède Landaise
Domaine de l'Hermitage
33610 CESTAS

I.S.P. Hamburg 1980
Commission VII -2

GUYOT Gérard
I.N.R.A.
Station de Bioclimatologie
Domaine Saint Paul
84140 MONTFAVET

RESUME

Les attaques parasitaires, en particulier les maladies du système racinaire, qui perturbent l'alimentation en eau des pins, ne deviennent détectables dans les longueurs d'onde du visible et du proche infrarouge que plusieurs semaines après leur déclenchement.

Des études dans l'I.R. thermique avec une caméra Aga thermovision portée sur un élévateur hydraulique (17 mètres) apportent des informations intéressantes qui sont présentées et discutées.

I- INTRODUCTION

Les gymnospermes, en particulier ceux du genre Pinus, extériorisent très lentement un stress car la structure de l'arbre, en particulier l'organisation et le port des aiguilles varient peu. Il faut attendre que le stress ait provoqué une variation importante de la teneur en eau des aiguilles, des pigments, ou de la structure tissulaire, pour qu'il soit détectable par les méthodes habituelles de télédétection dans le visible et le proche infrarouge. Un délai important (plusieurs semaines ou plusieurs mois) s'écoule alors entre le stress et sa détection.

II - PROBLEME ETUDIE

Le pin maritime (Pinus pinaster ait) subit fréquemment les attaques de l'Armillaria mella (VAHL) QUEL., Basidiomycète) dans le sud-ouest de la France.

La maladie en se développant sous forme de foyers plus ou moins circulaire est dénommée "maladie du rond". Cependant les attaques sont parfois dispersées dans le peuplement forestier.

Les champignons se développent dans le sol, et s'installent au niveau des racines, puis du collet de l'arbre ; le liber étant détruit, le pin meurt sur pied, jaunit, puis se dessèche. La partie aérienne de l'arbre n'est pas touchée par la maladie.

III - DEROULEMENT DE L'EXPERIENCE

Les mesures ont été effectuées entre le 17 et le 19 Juillet 1979.

3.1. Peuplements étudiés

Deux peuplements ont été étudiés : l'un situé aux environs de Bordeaux est constitué par une plantation régulière de 8 ans, l'autre situé aux environs d'Arcachon est une régénération naturelle.

Dans chacune des deux stations un foyer d'Armillaire, connu depuis plusieurs années, se développe : des arbres morts voisinent avec des arbres sains ou supposés sains.

Dans la première parcelle la végétation spontanée est constituée essentiellement par la graminée *molinia coerulea*, et dans la seconde par des ajoncs (*Ulex europaeus*) et des gènets (*Sacothamnus*) dominants.

3.2. Matériel utilisé

Les mesures thermiques ont été effectuées à l'aide d'une caméra infrarouge (AGA Thermovison 680) fonctionnant dans la gamme de longueur d'onde : 8 à 14 μm . L'unité électronique de commande et de contrôle de la caméra possède un écran cathodique sur lequel il est possible de faire apparaître en brillant sur fond noir des plages isothermes de la scène étudiée. L'écart thermique et le niveau de température correspondant à une plage isotherme peuvent être réglés et fixés arbitrairement en fonction des phénomènes étudiés.

En utilisant un jeu de 8 filtres colorés il est possible de superposer sur une même photo en couleur 8 plages isothermes différentes correspondant à une scène étudiée. La sensibilité de la caméra est telle que l'on peut étaler sur ces 8 plages un écart thermique de 1° C.

3.3. Protocole de mesure

L'étalonnage de la caméra utilisée est un étalonnage relatif. Il permet de déterminer un écart thermique entre deux points mais il ne permet pas de connaître le niveau réel des températures. Pour déterminer les températures des différents objets d'une même scène il est nécessaire de connaître la température d'un des objets ou de viser alternativement sans modifier aucun réglage : une scène donnée et un ou deux corps noirs dont on connaît la température. C'est cette dernière méthode que nous avons utilisé pour les mesures sur le terrain.

Par ailleurs l'identification des objets visés étant extrêmement difficile sur les thermographies nous avons associé aux mesures thermiques des photographies en noir et blanc ou en couleur du paysage analysé.

Lors de la campagne de mesure qui était une campagne préliminaire, les visées ont été faites soit horizontalement à partir du sol soit verticalement à partir d'un élévateur hydraulique de 17 m monté sur un tracteur. Environ 40 thermographies ont été obtenues durant cette campagne de mesure.

IV - RESULTATS

L'interprétation des thermographies obtenues pose un certain nombre de problèmes car :

- Les champs de visée de la caméra et de l'appareil photographique, qui sont différents (champ plus étroit pour la caméra) n'avaient pas été centrés

exactement lors de ces expériences si bien que dans certains cas l'identification des différents objets visés est difficile.

- La température radiative d'un pin sain ou malade visé verticalement ou horizontalement varie en fonction de la zone examinée ; entre le bord et le centre de la silhouette l'écart de température radiative atteint souvent 3° C (Figure 1). La partie centrale apparait plus chaude que la périphérie car la masse foliaire est plus importante.

- Dans une des deux parcelles étudiées la végétation spontanée était constituée par un couvert de molinie qui, à l'époque des mesures était rentrée en dormance estivale. Sa transpiration était alors fortement réduite aussi elle pouvait avoir une température radiative voisine ou supérieure à celle des arbres malades. Ainsi selon l'orientation de l'axe de visée par rapport au soleil les touffes de molinie peuvent provoquer des "anomalies" thermiques importantes sur les documents thermographiques.

Ces difficultés empêchent d'exploiter en totalité la surface de chaque document thermographique. Cependant, une analyse effectuée sur des lignes de balayage passant avec certitude sur des pins sains et des pins malades montre nettement que dans les conditions de l'expérience ces derniers sont à une température plus élevée : l'écart thermique varie entre 1 et 2° C environ.

La figure 2 montre la complexité de l'interprétation de ce type de thermographies ; sur une ligne de balayage le fond, constitué par de grands pins situés à plusieurs dizaines de mètres en retrait des arbres étudiés, à la même température radiative apparente que les jeunes pins malades situés au premier plan ; les jeunes pins sains voisins des pins malades sont à une température plus basse.

La température radiative d'un pin dépend d'une part de la température propre des aiguilles fonction entre autre de leur transpiration mais d'autre part de la masse du feuillage cachant plus ou moins le fond sur lequel la visée est faite. Si l'on vise horizontalement des arbres le fond sur lequel se fait la visée est alors le ciel (froid) et il est logique que des pins de grande taille paraissent alors plus chauds que des pins de petite taille qui ont une masse foliaire moins importante. Il faut donc noter que l'on ne peut comparer les températures radiatives que d'arbres ayant la même taille et viser sur le même fond.

CONCLUSION

Ces résultats rejoignent ceux qui ont été obtenus chez les pins par Heller (1968) sur *Pinus ponderosa* attaqué par le coléoptère *Dendroctonus frontalis* Zimm ; cet insecte détruit le liber des pins, comme cela est le cas lors des attaques d'Armillaire..

Heller avait constaté en visant des pins sains et des pins attaqués avec un radiothermomètre l'existence d'écarts de température radiative compris entre 1,5 et 5° C.

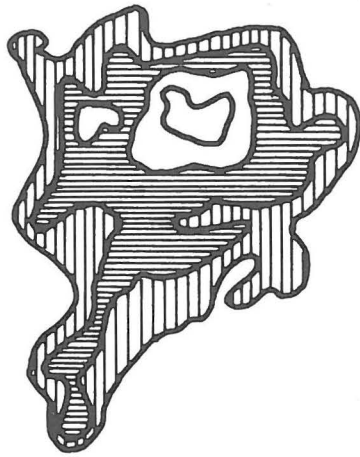
L'objectif initial de l'expérience, à savoir la détection de pins malades n'ayant pas encore extériorisés de symptômes visibles par l'oeil humain n'a pu être atteint car d'une part un délai important semble devoir s'écouler entre l'attaque et son extériorisation et d'autre part les mesures ont été effectuées au cours d'une période très chaude et sèche au cours de

laquelle même les pins sains avaient réduit leur transpiration à cause du déficit hydrique. (pins plantés dans des sables).

Les parcelles étudiées en thermographie sont actuellement suivies au sol afin de vérifier si les quelques anomalies thermiques constatées lors de la campagne de mesure correspondent à une mise en évidence précoce d'une attaque ou à un artefact expérimental. Par ailleurs d'autres campagnes de mesure seront effectuées durant des périodes au cours desquelles la transpiration des pins sains sera plus active.

BIBLIOGRAPHIE

HELLER R.C., 1968 - Previsual detection of ponderosa pine trees dying from bark beetle attack. Proc. 5 th Symp. remote Sensing of Environment. Ann. Arbor. 387-434.



$\Delta\theta$ entre isothermes 0,95° C

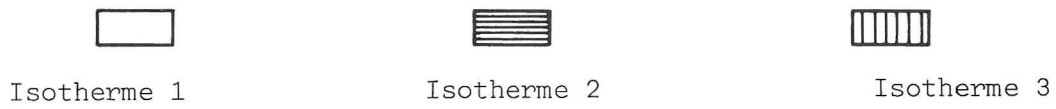


Fig. 1. Schéma d'une thermographie d'un pin vu d'en haut, l'axe de visée faisant un angle de 25° avec la verticale

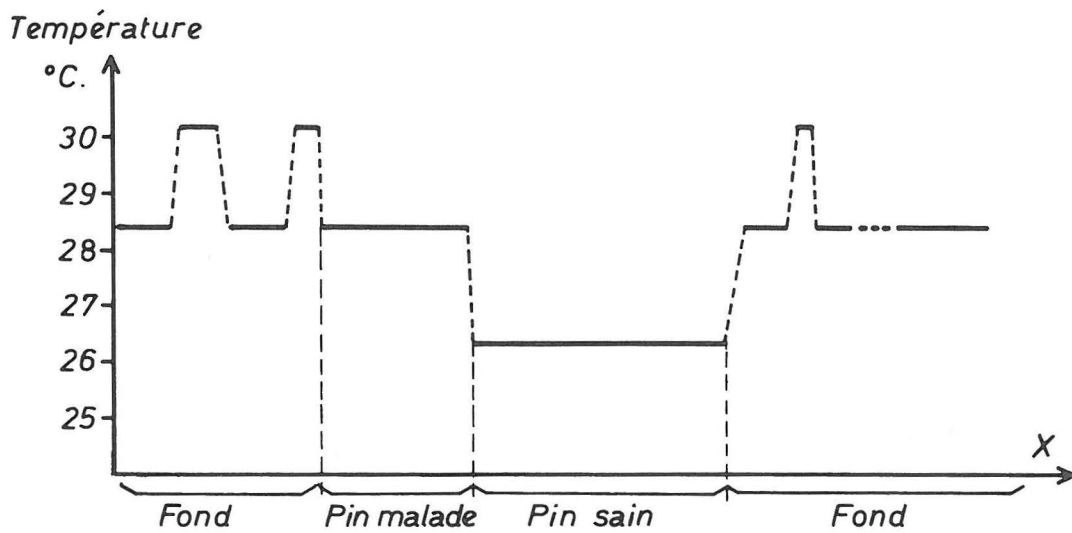


Fig. 2. Variation des températures sur une ligne de balayage en fonction de la cible