

# PREMIÈRE ÉVALUATION DE LA NÉCROMASSE DANS LA CHÊNAIE A QUERCUS ILEX ET LE MAQUIS ÉLEVÉ A ERICA ARBOREA ET ARBUTUS UNEDO DE PORT-CROS (VAR, FRANCE)

André LAVAGNE\* et Elise DELCOURT\*

**Résumé :** Les auteurs évaluent dans les deux principales phytocénoses du Parc national de Port-Cros, la forêt à *Quercus ilex* (yeuseraie) et le maquis élevé à *Erica arborea* et *Arbutus unedo*, les réserves en bois mort. Pour cela, ils distinguent la nécromasse (bois réellement mort mais non décomposé) de la subnécromasse (bois vivant mais moribond). La nécromasse est estimée à 6-7 t/ha pour la yeuseraie et à plus de 20 t/ha pour le maquis élevé. En tenant compte de la subnécromasse, il faut ajouter à ce chiffre 12 t/ha pour la yeuseraie et 13 t/ha pour le maquis élevé. Si l'on tient compte des *Pinus halepensis* moribonds (subnécromasse), les réserves sont encore plus considérables et sont évaluées à 72 t/ha (yeuseraie à *Pinus halepensis*).

**Abstract :** In the both most important phytocenoses of Port-Cros Island, National Park, i.e. *Quercus ilex* forest and *Erica arborea* - *Arbutus unedo* high maquis, dry (dead) wood reserves were estimated. The authors distinguish the necromass (really dead but not entirely rotten wood) from the subnecromass (still living dying wood). The necromass was estimated at 6-7 t/ha in the *Quercus ilex* forest and at 20 t/ha in the *Erica arborea* high maquis. Taking the subnecromass into account, it must be added 12 t/ha to the *Q. ilex* forest and 13 t/ha to the *E. arborea* - *A. unedo* high maquis results. With account of dying *Pinus halepensis*, reserves are more important and increase to 72 t/ha (*Q. ilex* forest with *Pinus halepensis*).

## 1. INTRODUCTION

Cette étude fait suite au travail de LAVAGNE (1985), dont elle reprend certaines données et la totalité du protocole expérimental. Nous avons cherché à préciser, sur le plan conceptuel et méthodologique, la notion de nécromasse, dans le cas particulier de deux phytocénoses méditerranéennes.

La prise en compte de la matière végétale morte non décomposée (nécromasse) ne peut en effet se faire de façon strictement identique dans les garrigues, maquis et forêts sclérophylles méditerranéennes, et

\* Laboratoire de Phytosociologie et de cartographie végétale, Université de Provence, Centre Saint-Charles, 3, place Victor-Hugo, 13003 Marseille, France.

dans les forêts et taillis des régions tempérés (NEWBOULD, 1967 ; ANDERSON, 1970 ; KESTEMONT, 1971).

## 2. LES NOTIONS DE NÉCROMASSE ET DE SUBNÉCROMASSE

Au sens strict, la nécromasse correspond à la phytomasse morte, non décomposée. ANDERSON (1970) et KESTEMONT (1971) la subdivisent en (i) litière de feuilles (leaf litter), (ii) litière de bois mort tombé au sol (non leaf litter), y compris les grosses branches et les troncs (timber litter), (iii) le bois mort sur pied (dead trees) et (iv) le bois mort porté par des individus vivants (attached dead).

Dans les écosystèmes tempérés et méditerranéens, le recyclage de la matière organique n'est pas immédiat, ni même rapide, et, en raison de l'arrêt momentané des décompositions microbiennes (dû au froid en région tempérée, plutôt à la phase ensoleillée et sèche estivale en région méditerranéenne), la matière organique morte (bois mort) peut rester longtemps dans la phytocénose avant d'être intégrée ou exportée.

Cet encombrement de la phytocénose par la nécromasse est partout visible dans les deux phytocénoses les plus importantes du Parc national de Port-Cros, la forêt à *Quercus ilex* L. et le maquis élevé à *Erica arborea* L. et *Arbutus unedo* L. La répartition spatiale de cette nécromasse y est du reste presque identique, ce qui justifie une approche méthodologique unique pour ces deux phytocénoses.

— La nécromasse au sol comporte deux fractions (fig. 1). (i) La première fraction correspond à la matière organique non décomposée, constituant la litière (leaf litter) ; généralement prise en compte par les pédologues, celle-ci n'a pas été mesurée ici ; elle est du reste pondéra-

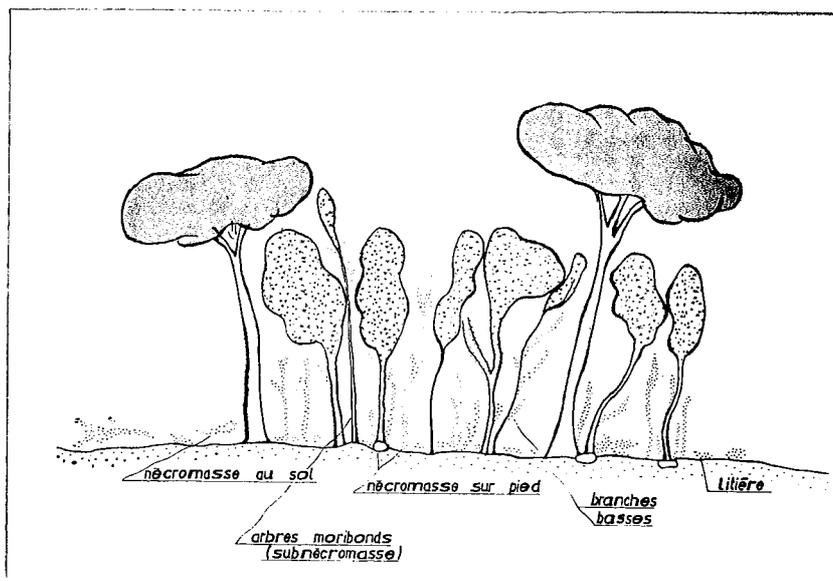


Fig. 1. — Disposition de la nécromasse et de la subnécromasse dans les phytocénoses de Port-Cros.

lement négligeable et implique des méthodes d'étude particulières (RAPP, 1971). (ii) La deuxième fraction correspond au bois mort au sol, bois mort allant du gros tronc en voie de décomposition jusqu'aux petites branches sèches et à certains fruits (pommes de pin) tombés au sol (non leaf litter + timber litter). Ce matériel, non complètement décomposé ou en voie de décomposition progressive, pose de gros problèmes d'estimation de poids, car la densité du bois diminue rapidement avec l'état de décomposition. La prise en compte du seul poids sec simplifie un peu le problème, mais ne le résout pas totalement.

— La *nécromasse sur pied* (dead trees) est pondéralement plus importante. Il s'agit principalement de jeunes sujets (et des moins jeunes) éliminés par la concurrence intra et interspécifique. Le poids spécifique des sujets morts sur pied diminue également avec le temps, mais une prise en compte des poids secs donne une approximation correcte (bien qu'un peu surestimée) de leur poids. La difficulté pour évaluer la totalité de la nécromasse sur pied vient principalement du maintien de branches basses mortes sur certains individus vivants (attached dead) ; son estimation par l'analyse des dimensions est possible, mais il faut retrancher alors le poids de ces branches mortes de la biomasse estimée des arbres vivants. Dans le présent travail, cette fraction n'a pas été prise en compte.

— La *subnécromasse* : A côté de la nécromasse au sens strict, il nous semble intéressant de prendre en compte les individus *encore vivants* mais chez lesquels *l'accroissement est arrêté*, sujets irrémédiablement condamnés à plus ou moins long terme par la concurrence (ou la sénescence) : nous proposons pour ce concept le terme de *subnécromasse* (ou *nécromasse prévisionnelle utile*). Ces individus « moribonds », possédant encore parfois quelques ramures vertes, tiennent leur place dans la phytocénose et interviennent dans la surface terrière. Dans notre station de la Sardinière, ils représentent 44 % des individus présents (LAVAGNE, 1985). La difficulté réside dans la reconnaissance de tels individus moribonds, l'aspect extérieur n'étant pas un critère suffisant : si la plupart des individus de cette catégorie portent des signes évidents de sénescence, ce n'est pas une règle absolue ; *Pinus halepensis* Mill. (pin d'Alep) notamment peut conserver longtemps dans cette situation un port normal et un feuillage indemne. Dans le cadre de ce travail, l'identification des individus « moribonds » a été facilitée par le suivi régulier de la croissance des individus depuis 1979 (LAVAGNE, 1985).

### 3. MATERIEL ET METHODES

La nécromasse (dans les différentes fractions décrites ci-dessus), ainsi que la subnécromasse et la phytomasse, ont été évaluées dans des parcelles de 200 m<sup>2</sup> situées à Port-Cros : Vallon noir et Vallon de la Solitude pour la forêt à *Q. ilex* (yeuseraie), et Sardinière pour le maquis élevé à *Erica arborea* et *Arbutus unedo*.

Pour l'évaluation de la nécromasse au sol, la parcelle a été systématiquement parcourue et le bois mort au sol (et non la litière) a été récolté à la main ou au rateau (fig. 2). Des petits tas (14 fagots) ont été constitués autour de la parcelle et pesés au peson.

Pour l'évaluation de la nécromasse sur pied (mais aussi de la phytomasse), les individus ont été mesurés (circonférence à 1,30 m au-dessus du sol pour *Quercus ilex* et *Pinus halepensis* et circonférence à 0,40 m du sol pour *Arbutus unedo* et *Erica arborea*) et les valeurs des circonférences reportées sur les abaques de d'HORISBERGER (1969) pour *Q. ilex*, sur celles de RAPP (1971) pour *Pinus halepensis*, et sur celles de LAVAGNE (1985) pour *Erica arborea* et *Arbutus unedo*.

Pour l'évaluation de la subnécromasse, nous avons considéré comme « moribonds » les individus dont l'accroissement de la circonférence a été, en moyenne (sur une période de 3 ans) inférieur à 2 mm/an (LAVAGNE, 1985). Les calculs ont été effectués par références aux mêmes abaques et équations de droite que pour la nécromasse sur pied. L'estimation sera meilleure ici, puisque les sujets pris en compte restent vivants, n'ont donc pas (ou peu) perdu leur eau, et ne subissent encore aucune décomposition.

L'essentiel du protocole de travail (choix et description des parcelles, mesure des accroissements annuels) et la définition au niveau des phytocénoses des individus actifs, inhibés et « moribonds », sont précisés dans un travail antérieur (LAVAGNE, 1985); les valeurs de phytomasse sont reprises de ce même travail; il convient de noter qu'il s'agit toujours de la seule phytomasse aérienne, et qu'elle inclut la subnécromasse.

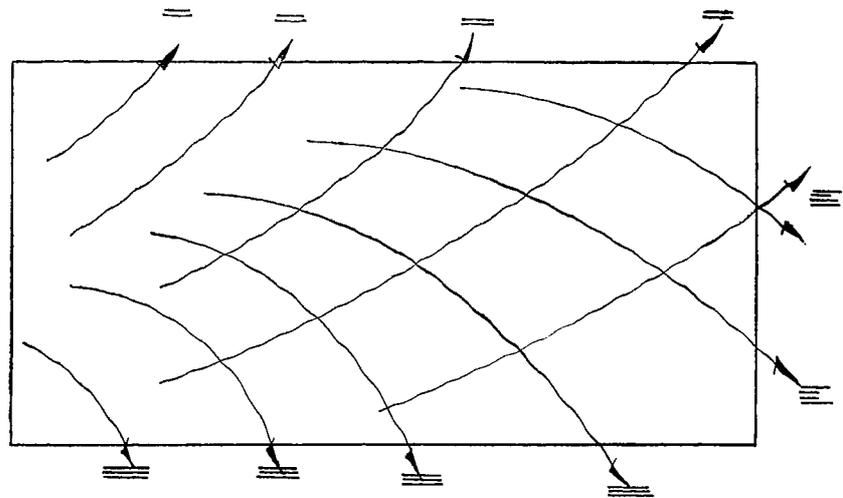


Fig. 2. — Récolte de la nécromasse au sol dans une parcelle de 200 m<sup>2</sup> : trajet des coups de rateau, et emplacement des tas (fagots).

#### 4. RESULTATS ET DISCUSSION

Le tableau I regroupe tous les résultats obtenus

##### 4.1 La nécromasse au sol

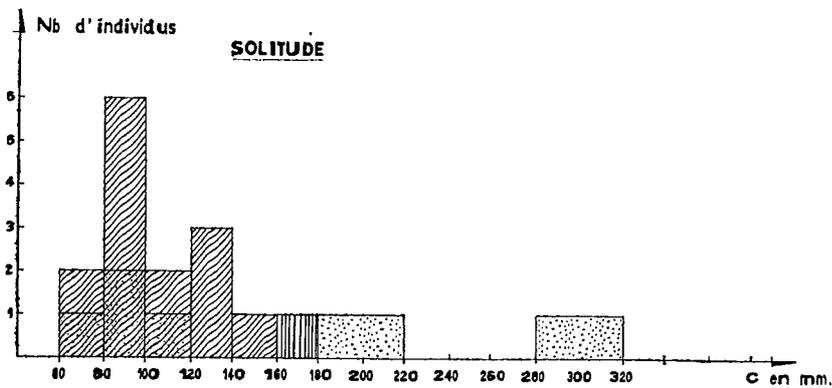
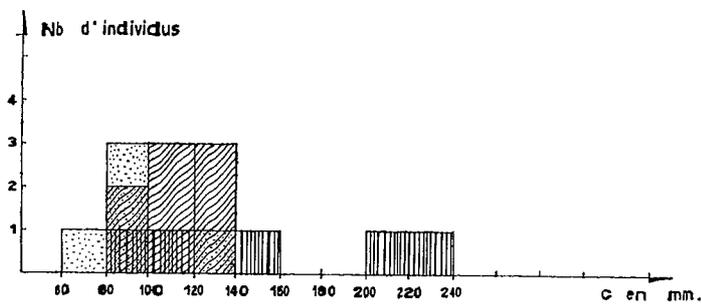
Nous avons réalisé une seule mesure, dans la parcelle du Vallon Noir (forêt à *Q. ilex*) : 59,25 kg/200 m<sup>2</sup>; ce chiffre est relativement modeste si on le compare à la phytomasse vivante de la parcelle :

- 2,7 % (phytomasse excluant *Pinus halepensis* : 2 181 kg),
- 1,4 % (phytomasse incluant *P. halepensis* : 4 231 kg).

TABLEAU I : Phytomasse (P), subnécromasse (S), nécromasse sur pied (Np) et nécromasse au sol (Ns), en kilos de poids sec/200 m<sup>2</sup>, des principales espèces présentes dans les trois parcelles étudiées. Les valeurs de phytomasse (P) proviennent de LAVAGNE (1985 et inédit).

Parcelles Espèces	Vallon Noir				Solitude			Sardinère		
	P	S	Np	Ns	P	S	Np	P	S	Np
<i>Quercus ilex</i>	54,3	0,5			216,0	48,6		5,9	5,5	
<i>Pinus halepensis</i>	1359,0	-								
<i>Erica arborea</i>		15,2				22,5		203,0	229,0	
<i>Arbutus unedo</i>	26,5	30,5			18,5	5,6		58,5	131,0	
total (kg/200 m <sup>2</sup> )	4231,0	1439,8	54,2	59,3	4328,0	234,5	74,7	2489,0	267,4	365,5
total (t/ha)	211,6	72,0	2,7	3,0	216,4	11,7	3,7	124,5	13,4	18,3

VALLON NOIR



*Erica arborea*
 *Arbutus unedo*
 *Quercus ilex*.

Fig. 3. — Répartition des individus morts (nécromasse sur pied), par classes de circonférence du tronc, dans les parcelles du Vallon Noir et de la Solitude (forêt à *Quercus ilex*). Effectifs en ordonnée, circonférence (c) en abscisse, en mm.

## 4.2 La nécromasse sur pied

Nos évaluations ont porté sur les trois parcelles étudiées.

L'histogramme des fréquences des sujets morts encore sur pied (fig. 3), dans les deux parcelles de la forêt à *Q. ilex*, montre que la sélection intervient principalement sur les petites tailles (les individus les plus jeunes) mais qu'elle affecte aussi quelques sujets de moyen et grand diamètre (*Arbutus unedo* de 7 cm de diamètre au Vallon Noir, *Quercus ilex* de 9 à 10 cm de diamètre à la Solitude).

Dans la forêt à *Q. ilex*, la nécromasse sur pied est faible :

— 54,20 kg/200 m<sup>2</sup> (environ 2,7 t/ha) au Vallon Noir, soit 1,3 % par rapport à la phytomasse totale (*Pinus halepensis* inclus),

— 74,70 kg/200 m<sup>2</sup> (3,7 t/ha) à la Solitude, soit 1,7 % par rapport à la phytomasse totale de la parcelle.

Si l'on admet que ces chiffres sont donnés par excès, on peut considérer que la nécromasse sur pied est à peu près égale à celle au sol. Au total, pour la parcelle du Vallon Noir, la nécromasse représente 5,7 t/ha, soit 2,7 % par rapport à la phytomasse totale (*P. halepensis* inclus). Cette valeur est représentative des forêts à *Q. ilex* du même type que celle du Vallon Noir, c'est-à-dire sur pentes assez fortes et vallons encaissés.

Dans le maquis élevé à *Erica arborea* et *Arbutus unedo* de la Sardinière, la nécromasse sur pied est nettement plus importante (fig. 4). L'histogramme des fréquences met en évidence une sélection sévère, principalement dans les classes de circonférences comprises entre 8 et 18 cm (maximum pour *Erica arborea* : 12-14 cm; maximum pour *Arbutus unedo* : 14-16 cm); elle existe aussi chez des sujets plus âgés (ou de plus grande dimension). Évaluée à partir des abanques de LAVAGNE (1985), la nécromasse sur pied atteint 365 kg (18,2 t/ha) dans notre parcelle de 200 m<sup>2</sup> (tabl. I), soit 14,7 % de la phytomasse (qui atteint 124 t/ha).

Par comparaison, KESTEMONT (1971) obtient 5,1 % (nécromasse sur pied/phytomasse aérienne) pour des taillis caducifoliés à *Quercus robur* L. de Belgique.

## 4.3 La subnécromasse

Les sujets moribonds se situent dans toutes les classes de circonférence (fig. 5), ce qui englobe donc aussi bien des individus jeunes ou de faible diamètre éliminés par la concurrence que des sujets plus gros dominants mais sénescents (ex. : pins d'Alep du Vallon Noir).

Si l'on excepte le cas de *Pinus halepensis* au Vallon Noir, les phytomasses calculées des arbres moribonds (tabl. I), bien qu'importantes, ne sont pas exceptionnellement élevées. Un examen subjectif aurait laissé supposer des valeurs plus considérables. A la Sardinière (maquis élevé à *Erica arborea* et *Arbutus unedo*), la subnécromasse représente donc 10,8 % de la phytomasse totale (nécromasse sur pied 14,7 %).

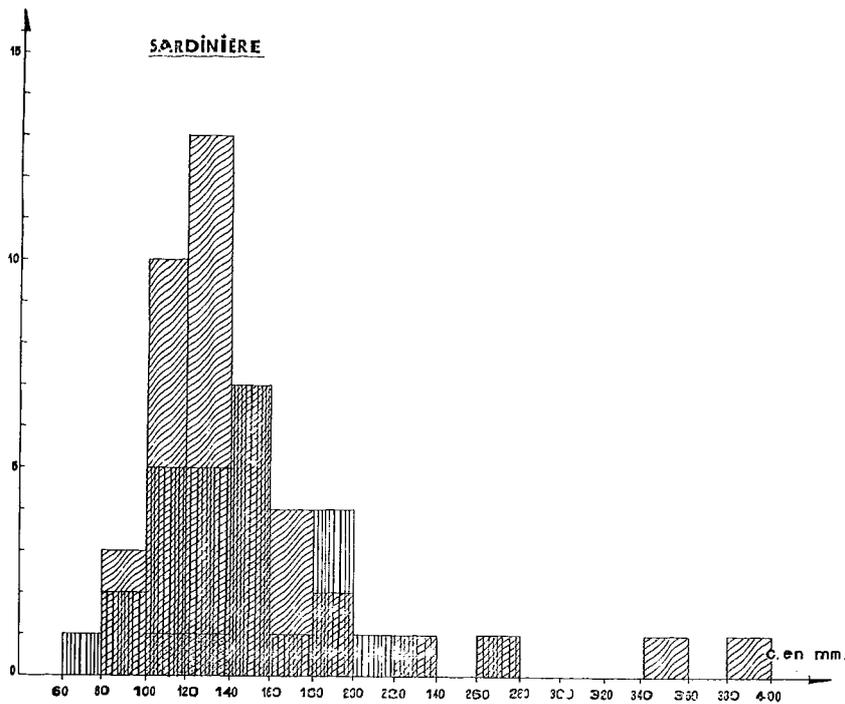


Fig. 4. — Répartition des individus morts (nécromasse sur pied), par classes de circonférence du tronc, dans la parcelle de la Sardinière (maquis élevé à *Erica arborea* et *Arbutus unedo*). Effectifs en ordonnée, circonférence (c) en abscisse, en mm. Mêmes symboles que pour la fig. 3.

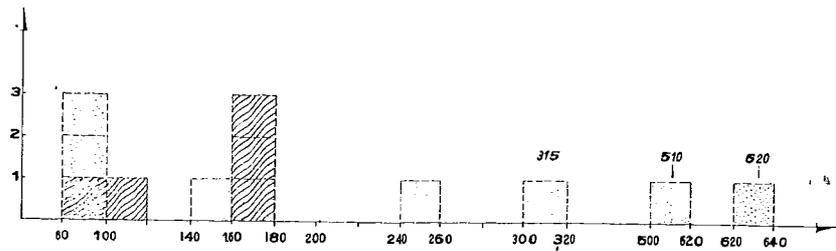
A la Solitude (forêt à *Quercus ilex* dominant), elle est inférieure et atteint seulement 5,4 % de la phytomasse vivante ; elle est ici supérieure à la nécromasse sur pied (1,8 %).

Le cas du Vallon Noir doit être analysé séparément car la présence de deux individus de *Pinus halepensis* dominants mais « moribonds » dans la parcelle augmente considérablement la subnécromasse potentielle : avec 1 440 kg sur une parcelle de 200 m<sup>2</sup>, celle-ci représente en effet 33,8 % de la phytomasse totale.

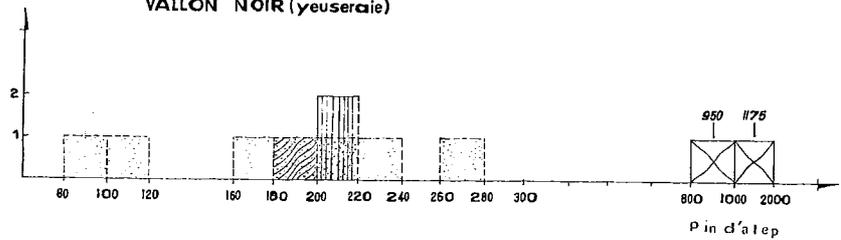
#### 4.4 Réserves de bois mort

La nécromasse au sol est pondéralement la plus faible et d'utilisation économique la plus difficile, puisqu'elle correspond à la fraction la plus engagée dans les décompositions. La récolte serait d'environ 3 t/ha sous *Quercus ilex*, 2 t/ha sous *Erica arborea* et *Arbutus unedo* (cette dernière valeur correspondant à une estimation empirique, en l'absence de mesure précise), mais ne pourrait se répéter que tous les dix ans ou vingt ans au mieux. La nécromasse sur pied, peu importante également sous *Quercus ilex* (3 à 4 t/ha), s'élève à 18 t/ha dans le maquis élevé, ce qui correspond à une extraction possible de bois mort non négligeable.

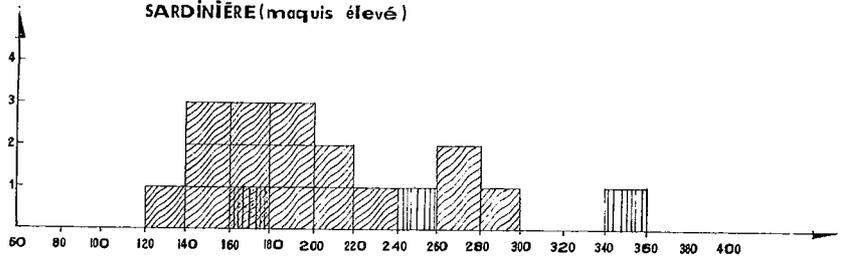
SOLITUDE (yeuseraie)



VALLON NOIR (yeuseraie)



SARDINIÈRE (maquis élevé)



*Quercus ilex*
 *Erica*
 *Arbutus*

Fig. 5. — Répartition des individus moribonds (subnécromasse) par classe de circonférence, dans les trois parcelles étudiées. Effectifs en ordonnée, circonférence en abscisse (en mm).

L'extraction de la nécromasse (au sol et sur pied) doit pouvoir se faire sans perturbation majeure de la phytocénose, surtout si l'on laisse en place la litière de feuilles, laquelle assure l'essentiel de l'apport minéral au sol.

On peut facilement évaluer, à partir de nos résultats, les réserves de nécromasse disponible sur Port-Cros et Porquerolles. Il suffit d'estimer, à partir des cartes de végétation au 5000<sup>e</sup> (LAVAGNE, 1979 ; LAVAGNE et MOUTTE, 1972), les surfaces couvertes par les deux phytocénoses étudiées et de les rapporter à la réserve par hectare. Sur Port-Cros, île de 640 ha, les forêts à *Q. ilex* (yeuseraies) et les maquis élevés à *Erica arborea* et *Arbutus unedo* occupent les 4/5 de la surface,

soit 100 ha environ de yeuseraies et 400 ha environ de maquis élevé (carte phytosociologique du Parc national : LAVAGNE et MOUTTE, 1972). La disponibilité globale actuelle de la nécromasse stricte peut être évaluée à :

- $100 \times 6 = 600$  tonnes dans les forêts à *Q. ilex* (yeuseraies),
- $400 \times 20 = 8\,000$  tonnes dans les maquis élevés à *E. arborea* et *A. unedo*.

Ces 8 600 tonnes de nécromasse sont sans doute surévaluées car toutes les formations de l'île ne sont pas aussi opulentes que les parcelles d'étude et, par ailleurs, certains prélèvements ont déjà eu lieu. Bien qu'importantes, ces réserves ne sont pas cependant considérables et ne pourraient constituer à elles seules une source d'énergie suffisante. De plus, une fois ces réserves en place (fruit de deux siècles de protection intégrale) prélevées et utilisées, le renouvellement n'est pas assuré, du moins dans un laps de temps raisonnable. On peut remarquer en plus que la nécromasse sera d'autant plus faible que les maquis élevés évolueront vers la forêt climacique à *Q. ilex*. Le renouvellement de la nécromasse ne pourra donc se perpétuer éternellement.

Cet état de fait nous a conduit à considérer une autre source possible, celle de la subnécromasse.

Si l'on ajoute à la nécromasse les chiffres de la subnécromasse, on arrive à des extractions possibles plus conséquentes :

— Pour le maquis élevé à *Erica arborea* et *Arbutus unedo* (Sardaigne) : 33 t/ha.

— Pour la forêt à *Quercus ilex* monodominant (yeuseraie pure sans *Pinus halepensis* : Solitude) : 18 t/ha.

La réserve de nécromasse disponible, estimée comme précédemment, s'élèverait alors à 14 000 tonnes pour l'île de Port-Cros (Pin d'Alep exclus).

Si des situations telles que celle du Vallon Noir sont reproductibles (et tout laisse à penser qu'elles le sont — travaux de DEVAUX *et al.*, 1975; LAVAGNE et MOUTTE, 1972 —, la subnécromasse extractible serait, pour une forêt à *Quercus ilex* sous *Pinus halepensis*, de 72 tonnes/ha\* ; dans ce type de peuplement, la subnécromasse est représentée à 95 % par *P. halepensis*, et à 5 % seulement par *Quercus ilex* et les autres espèces.

## 5. CONCLUSIONS

Les résultats chiffrés des paragraphes précédents imposent les conclusions suivantes :

(i) La nécromasse au sol offre des réserves faibles mais non négligeables.

---

\* A Port-Cros, les accidents (chablis), fréquents avec les *Pinus halepensis*, ont obligé les gestionnaires du Parc national à commencer cette extraction.

(ii) La nécromasse sur pied lui est à peine supérieure (contrairement à ce que laisserait supposer l'observation), sauf dans le maquis élevé âgé (type Sardinière) où les réserves sont importantes (18 t/ha).

(iii) La subnécromasse offre des réserves en général plus élevées (de 5 à 10 % de la biomasse totale) mais la principale ressource provient de *Pinus halepensis*, essence paraclimacique en cours d'élimination par la forêt climacique à *Quercus ilex*. Cette substitution naturelle peut profiter à l'homme pour ses besoins énergétiques (72 t/ha) mais le renouvellement n'est pas assuré et un export de cette importance ne peut se faire sans préjudice au milieu (modification du couvert, défaut de minéralisation).

Beaucoup de résultats avancés dans cette étude exploratoire restent approchés et nous ne prétendons avancer ci-dessus que des estimations. De plus, nous avons toujours calculé les phytomasses de *Quercus ilex* à partir des abaques établies pour une population languedocienne (RAPP, 1971) : il conviendrait maintenant d'établir des abaques pour les populations insulaires.

En ce qui concerne les mesures de nécromasse, elles peuvent être améliorées par des pesées directes (prélèvement, transport et séchage) que nous n'avons pas pu réaliser sur l'île de Port-Cros, par la prise en compte de la litière, par évaluation des parties mortes (branches basses) sur les pieds vivants (attached dead).

Les évaluations de la subnécromasse par référence aux relations allométriques établies à partir de la phytomasse donnent des résultats par excès puisque nous n'avons pas considéré la décomposition de la matière organique.

La distinction des arbres moribonds reste éminemment délicate : en l'absence d'un suivi pluriannuel, il n'y a pas de critère facilement lisible de l'état « moribond ».

Si l'on considère ces résultats comme suffisamment significatifs et si l'on veut aller plus loin dans l'analyse des phytocénoses, il conviendrait d'étudier maintenant la réaction des différentes phytocénoses aux divers traitements imposés par l'extraction de la nécromasse et de la subnécromasse, c'est-à-dire analyser principalement les effets d'ouvertures dans ses incidences sur les populations, sur les biotopes et les écosystèmes dans leur ensemble, et, en ce qui concerne la gestion du Parc national, dans ses incidences sur la plus grande pénétrabilité dans les deux formations les plus imposantes du Parc national, la forêt à *Quercus ilex* et le maquis élevé à *Erica arborea* et *Arbutus unedo*.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSON F., 1970. — Ecological studies in a Scanian woodland and meadow area, Southern Sweden. II plant biomass. *Bot. Notiser, Sweden*, 123 : 8-51.
- DEVAUX J.-P., LE BOURHIS M., MOUTTE P., 1975. — Structure et croissance comparées de quelques peuplements de pin d'Alep dans l'île de Port-Cros (Parc national). *Rev. Biol. Ecol. médit., Fr.*, 2 (1) : 15-31.

- HORISBERGER D., 1969. — Etude de la biomasse aérienne du peuplement de *Quercus ilex* de la station du Rouquet. Mémoire D.E.A., Univ. Sci. Techn. Languedoc, Montpellier, Fr.
- KESTEMONT P., 1971. — Productivité primaire des taillis simples et concept de nécromasse. *Ecol. Conserv.*, UNESCO, Fr., 4 : 271-279.
- LAVAGNE A., MOUTTE P., 1972. — La végétation de l'île de Port-Cros. Notice explicative de la carte phytosociologique au 1/5000<sup>e</sup> du Parc national. Louis Jean édit., Gap, Fr.
- LAVAGNE A., 1979. — Carte phytosociologique de l'île de Porquerolles au 1/5000<sup>e</sup>. I.G.N., Paris, Fr.
- LAVAGNE A., 1985. — Etablissement d'une relation circonférence du tronc-poids chez l'arbousier et la bruyère arborescente. Evaluation des biomasses des maquis élevés à Port-Cros. *Trav. sci. Parc nation. Port-Cros*, Fr., 11 : ce volume.
- NEWBOULD P.S., 1967. — Methods for estimating the primary production of forest. International biological Programme Handbook, Blackwell edit., Oxford and Edinburgh, 2 : 1-62.
- RAPP M., 1971. — Cycle de la matière organique et des éléments minéraux dans quelques écosystèmes méditerranéens. C.N.R.S. édit., Fr. : 1-184.

Accepté le 2 décembre 1985