

INVENTAIRE DES ESPECES LICHENIQUES ET LEUR
REPARTITION EN FONCTION DE L'INTENSITE DE
LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE DANS LA REGION
DE ANNABA

Par S E M A D I Ammar

Institut des Sciences de La Nature
UNIVERSITE DE ANNABA - ALGERIE -

R E S U M E

Nous avons essayé de faire une prospection aussi bien à l'intérieur de la ville de Annaba qu'à ses alentours, pour suivre l'importance de la répartition de la végétation lichénique. Nous avons constaté que cette végétation est très faible, même nulle au niveau de l'agglomération, par contre elle est très importante et très développée dans les zones non polluées telles que la région d'El-Kala ou la région de Saïda.

Cela rejoint la constatation de NYLANDER (1866): "La plupart des lichens semblent fuir les villes et ceux qu'on y rencontre n'y arrivent souvent qu'à un développement incomplet".

Plusieurs zones autour du centre de la ville sont notées, elles correspondent à différents degrés de développement lichénique et en relation avec la pollution urbaine, la poléophobie des lichens se traduit par une diminution du nombre et du recouvrement des espèces, et aussi par une régression de la luxuriance et de la fertilité.

La zonation de la végétation lichénique autour des villes est un moyen efficace pour la délimitation de la zone polluée.

I. I N T R O D U C T I O N

Le monde végétal, animal et minéral est plus ou moins sensible à la pollution atmosphérique. Les lichens dont la nutrition est étroitement liée à l'atmosphère sont des végétaux qui réagissent à des doses infimes de polluants.

On peut constater une modification de la flore lichénique corticole avec une teneur en dioxyde de soufre de quelques dizaines de microgrammes par m³ par exemple, alors qu'aucun symptôme n'est constaté sur les autres composantes de l'environnement.

"Les lichens donnent à leur manière, la mesure de la salubrité de l'air, et constituent (si l'on peut dire) une sorte d'hygromètre très sensible" (NYLANDER, 1866 in SEMADI A., 1983).

1. UTILISATION DES LICHENS COMME BIO-INDICATEURS DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

Les lichens diffèrent des végétaux supérieurs par quelques particularités fondamentales:

- . une activité continue
- . un métabolisme lent
- . un grand pouvoir d'accumulation
- . l'absence de moyens de lutte contre la pollution

1.1. ACTIVITE CONTINUE

Quelle que soit la saison, les lichens présentent une activité continue. En hiver par exemple, l'activité photosynthétique des lichens n'est pas interrompue, contrairement

aux végétaux supérieurs qui perdent leurs feuilles. Ainsi ils sont soumis à toutes les immissions des polluants et leur sensibilité à la pollution de l'air s'explique en général, par cet élément essentiel qui est la pérennité.

1.2. METABOLISME LENT

Les lichens sont caractérisés par un taux de croissance très faible et par une grande longévité. Cette dernière permet de suivre l'évolution de la pollution. Après une intoxication par les polluants, les lichens n'arrivent pas à récupérer et risquent de disparaître.

Il est à noter que les espèces crustacées résistent mieux à l'environnement industriel et urbain que les espèces foliacées et fruticuleuses. Ceci est lié aux échanges faibles et à la croissance plus lente caractérisant les lichens crustacés.

1.3. GRAND POUVOIR D'ACCUMULATION

Les cellules des lichens accumulent de façon non sélective des quantités très importantes de substances prélevées dans l'atmosphère comme le soufre, le fluor, le plomb, les éléments radioactifs, etc...

1.4. ABSENCE DE MOYENS DE LUTTE CONTRE LA POLLUTION

Les lichens sont dépourvus de racines. Leurs rhizines ne sont pas considérées comme organes d'absorption mais permettent la fixation du lichen sur son phorophyte. Etant donné l'absence de cuticule, le lichen absorbe les aliments par toute la surface du thalle.

La pression osmotique élevée des cellules permet aux lichens de capter la vapeur d'eau même en atmosphère non saturée (DEREULLE S., 1978).

Les observations fort nombreuses de l'évolution de la flore lichénique dans le temps et dans l'espace et les diverses expériences récentes dans ce domaine, ont amené les chercheurs à utiliser les lichens comme indicateurs biologiques du degré de pollution atmosphérique.

Dans les zones polluées, la croissance des lichens va être limitée, en plus de la réduction du développement du thalle et des ascocarpes, la germination des spores est également inhibée. Pour résumer, la pollution atmosphérique provoque plusieurs altérations du thalle des lichens:

- . Décoloration
- . Réduction de la luxuriance
- . Apparition de zones nécrosées à la périphérie
- . Diminution de l'épaisseur

Ces symptômes ont été constatés dans la zone touchée par la pollution atmosphérique au niveau de la région de Annaba.

II. ETUDE DES EPIPHYTES CORTICOLES POUR LA CARTOGRAPHIE DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

2.1. Toxicophonie des épiphytes

En passant d'une zone non polluée à une zone de plus en plus polluée, on constate que les colonies étendues de lichens se limitent progressivement à des thalles isolés

qui tendent à devenir de plus en plus rabougris ou même méconnaissables et enfin finissent par disparaître les uns après les autres. Nous observons un tel phénomène principalement au niveau des sites 1, 3, 4 et 5 (cf. carte N° 1).

2.2. METHODES DE CARTOGRAPHIE DE LA POLLUTION

Les épiphytes peuvent constituer un moyen pratique pour la délimitation des zones polluées (RIEUX R. et al., 1979). Dans une zone donnée, il est possible de réaliser un nombre important de relevés (observation de plusieurs phorophytes) pour la détermination du taux de pollution.

La précision obtenue peut être plus grande qu'avec un réseau d'appareils de mesures dont la couverture n'est pas aussi dense (DERUELLE S., 1978).

Une méthodologie basée sur des critères quantitatifs s'impose pour mener à bien cette cartographie (LE BLANC, DE STOOVER, 1970).

Les données quantitatives de la flore lichénique permettent la détermination d'un indice de pollution servant à l'estimation de la pollution atmosphérique.

Actuellement, on utilise deux indices: l'I.P.A., basé sur le relevé de toutes les espèces présentes et l'I.P., nécessitant une série d'espèces indicatrices.

2.2.1. METHODE DE L'I.A.P.

L'I.P.A. (Indice de pureté atmosphérique) ou I.A.P. (Index of atmospheric purity) d'après DE SLOOVER (1964).

peut être calculé et reporté sur une carte.

Cette méthode consiste à choisir le plus grand nombre de stations possibles qui seront réparties à travers la zone étudiée. Les arbres choisis doivent être isolés, situés dans les champs ou à l'écart des bords des routes.

Chaque station doit compter 10 arbres de même diamètre et dont les écorces ont des propriétés physico-chimiques voisines qu'il faudra examiner de la base jusqu'à 2 m de hauteur pour chaque espèce, on détermine le recouvrement et la fréquence.

Cette dernière est calculée de la façon suivante:

- 5 - Espèces de fréquence élevée et à haut degré de recouvrement sur la plupart des arbres;
- 4 - Espèces fréquentes ou à haut degré de recouvrement sur quelques arbres;
- 3 - Espèces non fréquentes ou à degré moyen de recouvrement sur quelques arbres;
- 2 - Espèce rare à faible recouvrement;
- 1 - Espèce très rare et avec un recouvrement très faible.

On doit calculer également l'indice écologique de chaque espèce.

(Q) correspondant à la moyenne du nombre d'espèces accompagnant l'espèce retenue, dans toutes les stations où elle est présente.

A la base de ces données, nous obtenons alors pour chaque station la formule de l'I.A.P.

$$I.A.P. = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^n Q \times F \text{ (Le BLANC F., 1971-1972)}$$

n représente le nombre d'espèces à la station

Une fois les indices reportés sur une carte, on définit plusieurs zones d'isopollution.

Les cartes établies avec les indices de pureté de l'atmosphère traduisent avec très bonne fidélité les valeurs relatives de la pollution atmosphérique et ses variations géographiques (DERUELLE S., 1978).

2.2.2. METHODE DE L'I.P.

La pollution peut être cartographiée également par l'utilisation de l'indice de poléotolérance (I.P.). Cette méthode a été mise au point en U.R.S.S. par TRASS (1973) in SEMADI A., 1983.

Au niveau de chaque station choisie, on doit examiner plusieurs arbres d'âge différent et de différentes espèces.

Sur chaque arbre, on doit réaliser quatre relevés, deux sur la face la plus exposée à la pollution principale et deux sur la face opposée. Sur chacune de ces faces, un relevé est situé à la base du tronc et l'autre à une hauteur de 1,20 m à 1,40 m.

Pour chaque relevé, on doit noter la surface de recouvrement des différentes espèces à l'aide d'une échelle à 10 degrés, définie de la façon suivante:

1. pour une espèce dont le recouvrement est compris entre 1 et 3%
 2. pour un recouvrement compris entre 3 et 5 %
 3. pour un recouvrement compris entre 5 et 10 %
 4. pour un recouvrement compris entre 10 et 20%
 5. pour un recouvrement compris entre 20 et 30%
 6. pour un recouvrement compris entre 30 et 40%
 7. pour un recouvrement compris entre 40 et 50%
 8. pour un recouvrement compris entre 50 et 60%
 9. pour un recouvrement compris entre 65 et 80%
10. si le recouvrement est supérieur à 80% chaque espèce prise en considération doit être affectée d'un coefficient de poléotolérance compris entre 1 et 10.

A partir de ces données, on peut calculer l'indice de poléotolérance de chaque station en appliquant la formule suivante:

$$I.P. = \sum_1^n \frac{a_i \times c_i}{c'_i}$$

n = nombre d'espèces

a_i = degré de poléotolérance de l'espèce donnée

c_i = degré de recouvrement

c'_i = degré de recouvrement total (de l'ensemble des espèces du relevé).

Cet indice doit être compris entre 0 et 10 et permettra d'établir une zonation de la pollution autour des villes (DERUELLE S., 1978).

Si I.P. = 0 ; on a absence de lichens

Si I.P. = 10, on a un désert lichénique (individus solitaires rabougris).

I.P. compris entre 7 et 10 caractérise la zone de combat. Pour I.P. compris entre 4 et 7, on a une zone mixte et pour I.P. inférieur à 4 on a une zone normale.

III. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Il importe de rappeler que la grande sensibilité des lichens en fait des indicateurs biologiques de choix pour détecter les effets de la pollution atmosphérique, à des niveaux inférieurs à ceux qui provoquent les premiers symptômes sur les autres végétaux et sur les animaux.

Tout ceci, en relation directe avec la santé de l'homme, montre l'intérêt considérable que présentent les études lichénologiques appliquées à la pollution atmosphérique.

Il semble en général que les végétaux inférieurs et surtout les lichens épiphytiques sont plus sensibles aux pollutions atmosphériques que les plantes vasculaires (LE BLANC F., 1969).

Nous avons remarqué que plus la pollution atmosphérique est importante plus le nombre, la couverture, la vitalité et la fréquence des épiphytes sont réduites (Tableaux 1, 2, 3). Si nous prenons par exemple le site se trouvant à 6 Km au S.E. du complexe des engrais phosphatés, nous remarquons que *Lepraria* et *latebrarum* est caractérisé par un degré de recouvrement plus important que celui des espèces qui l'accompagnent. Cette lèpre provient vraisemblablement en grande partie de *Xanthoria parietina* (réaction pourpre à KOH). Elle a résulté d'un thalle désorganisé

TABLEAU N° 1

Utilisation des Lichens pour la cartographie de la pollution dans

la région de Annaba

(Méthode de l'I.P.)

Site	EPIPHYTE	PHOROPHYTE	ai	ci	Ci	I.P moyen	Observation
1	<i>Lepraria cf latebrarum</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	10	5	6	5,22	Site de transition
	<i>Lecanora cf chlorotera</i>	"	5	4	6		
	<i>Caloplaca cerinella</i>	"	8	3	6		
2	<i>Xanthoria parietina</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	10	1	1	7,6	Zone de combat
	<i>Lecanora chlorotera</i>	"	5	1	1		
	<i>Caloplaca cerinella</i>	"	8	1	1		
3	<i>Xanthoria parietina</i>	<i>Casuarina equisetifolia</i>	10	4	5	7	Zone de transition
	<i>Lecanora hagenii</i>	"	10	3	5		
4	<i>Xanthoria parietina</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	10	4	5	4,25	Zone de transition
	<i>Lecanora cf chlorotera</i>	"	5	3	5		
	<i>Lecanora hagenii</i>	"	10	3	5		
5	<i>Lecanora allophana</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	6	2	5	4,65	Zone de transition
	<i>Xanthoria parietina</i>	"	10	3	5		
	<i>Physcia orbicularis</i>	"	10	3	5		
	<i>Physcia ascendens</i>	"	7	3	5		
6	<i>Lecanora allophana</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	6	4	6	5	Zone de transition
	<i>Physcia orbicularis</i>	"	10	4	6		
	<i>Physcia grisea</i>	"	9	3	6		
7	<i>Physcia ascendens</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	7	8	10	4,4	Zone de transition
	<i>Xanthoria parietina</i>	"	10	5	10		
	<i>Lecanora hagenii</i>	"	10	3	10		
	<i>Physcia luganensis</i>	"	10	5	3		
8	<i>Buellia canescens</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>			8	3,6	Zone de transition
	<i>Lecanora allophana</i>	"	6	4	8		
	<i>Physcia orbicularis</i>	"	10	5	8		
	<i>Xanthoria parietina</i>	"	10	4	8		
	<i>Physcia ascendens</i>	"	7	3	8		

ai = degré de poléotolérance de l'espèce donnée I.P. = indice de poléotolérance
 ci = degré de recouvrement Ci = degré de recouvrement total (l'ensemble des espèces
 du relevé)

TABLEAU N° 2

Utilisation des lichens pour la cartographie de la pollution dans la
région de Annaba. Méthode de l'IPA

Site	EPIPHYTES	PHOROPHYTES	Q	F	IPA
1	<i>Lepraria cf latebrarum</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	2	3	1,2
	<i>Lecanora cf chlorotera</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	2	2	
	<i>Caloplaca cerinella</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>			
2	<i>Xanthoria parietina</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	3	5	2,7
	<i>Lecanora cf chlorotera</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	2	3	
	<i>Lecanora hagenii</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	3	2	
3	<i>Lecanora allophana</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	3	1	3,3
	<i>Xanthoria parietina</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	3	5	
	<i>Physcia orbicularis</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	3	2	
	<i>Physcia adscendens</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	3	3	
4	<i>Lecanora allophana</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	3	1	1,1
	<i>Physcia orbicularis</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	3	2	
	<i>Physcia grisea</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	2	1	
5	<i>Physcia adscendens</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	3	3	3,3
	<i>Xanthoria parietina</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	3	5	
	<i>Lecanora hagenii</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	3	2	
	<i>Physcia luganensis</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	3	1	
6	<i>Buellia canescens</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	4	1	3,7
	<i>Lecanora allophana</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	3	1	
	<i>Physcia orbicularis</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	3	2	
	<i>Xanthoria parietina</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	3	5	
	<i>Physcia adscendens</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	3	3	

Q = indice écologique (correspondant à la moyenne du nombre d'espèces accompagnant l'espèce retenue dans toutes les stations où elle est présente)

F = fréquence

IPA = indice de pureté atmosphérique

dans des conditions de milieu très défavorables. Ceci caractérise une zone de forte pollution (I.P.A. = 1,2; I.P. = 5,22).

D'une façon générale, plus l'I.P.A. est important, plus l'air est pur (cf. tableau 3).

Le calcul de l'I.A.P. au niveau des différentes stations permet de tracer les courbes donnant les zones d'isotoxicité. Dans le cadre de notre étude, nous nous sommes limité à un nombre réduit de stations localisées au sein de la zone agro-industrielle, pour avoir une approche de la répartition spatiale des épiphytes en fonction du degré de pollution. En effet, le suivi détaillé de la végétation lichénique en tant que bioindicateur de l'évolution de la qualité de l'air dans cette région nécessiterait une étude prolongée.

La poléophobie des lichens est attribuée à la pollution atmosphérique qui varie selon un gradient décroissant à partir des villes. Pour les sites choisis, nous remarquons que l'I.P.A. varie de 1,1 à 3,7 ; valeurs très réduites caractérisant des zones polluées (cf. tableau 2).

Au sein de l'agglomération et de la zone industrielle en général, nous signalons l'absence de lichens d'où le désert épiphytique dont les délimitations sont mentionnées sur la carte.

Ensuite, nous signalons une zone mixte comprise entre le désert épiphytique et la zone normale "non polluée". Au niveau de la zone mixte, nous notons un rabougrissement et une altération des espèces existantes.

TABLEAU° 3

Epiphytes identifiés sur *Fraxinus angustifolia* dans la région de

Annaba

EPIPHYTES	N° des sites, distance et direction par rapport à la source de pollution					
	1 6 km SE	2 13 km SE	3 15 km S	4 17 km S	5 20 km SE	6 22 km SW
<i>Lepraria cf latebrarum</i>	+					
<i>Lecanora cf chlorotera</i>	+	+				
<i>Caloplaca arinella</i>	+					
<i>Xanthoria Parietina</i>		+	+		+	+
<i>Lecanora hagenii</i>		+			+	
<i>Lecanora allophana</i>			+	+		+
<i>Physcia orbicularis</i>			+	+		+
<i>Physcia adscendens</i>			+		+	+
<i>Physcia grisea</i>				+		
<i>Physcia luganensis</i>					+	
<i>Buellia canescens</i>						+

Xanthoria parietina par exemple, épouse la couleur gris-verdâtre au lieu de la couleur jaune dorée luxuriante, couleur ayant été remarquée dans la zone normale (région d'El-Kala).

IV. C O N C L U S I O N

Les courbes C1 et C4 sur la carte délimitent les zones d'isopollution à l'aide des lichens utilisés comme bio-indicateurs de la pollution atmosphérique.

La courbe C1 délimite le désert épiphytique (SERNANDER, 1926) zone sans lichens épiphytes. Il est à signaler que le désert lichénique s'étend avec le temps, ce qui signifie que la végétation lichénique peut réagir à une croissance de l'urbanisation.

La zone comprise entre C1 et C4 est appelée zone de transition ou zone de combat avec quelques espèces lichéniques peu abondantes, elle correspond à la pollution fluorée faible à modérée.

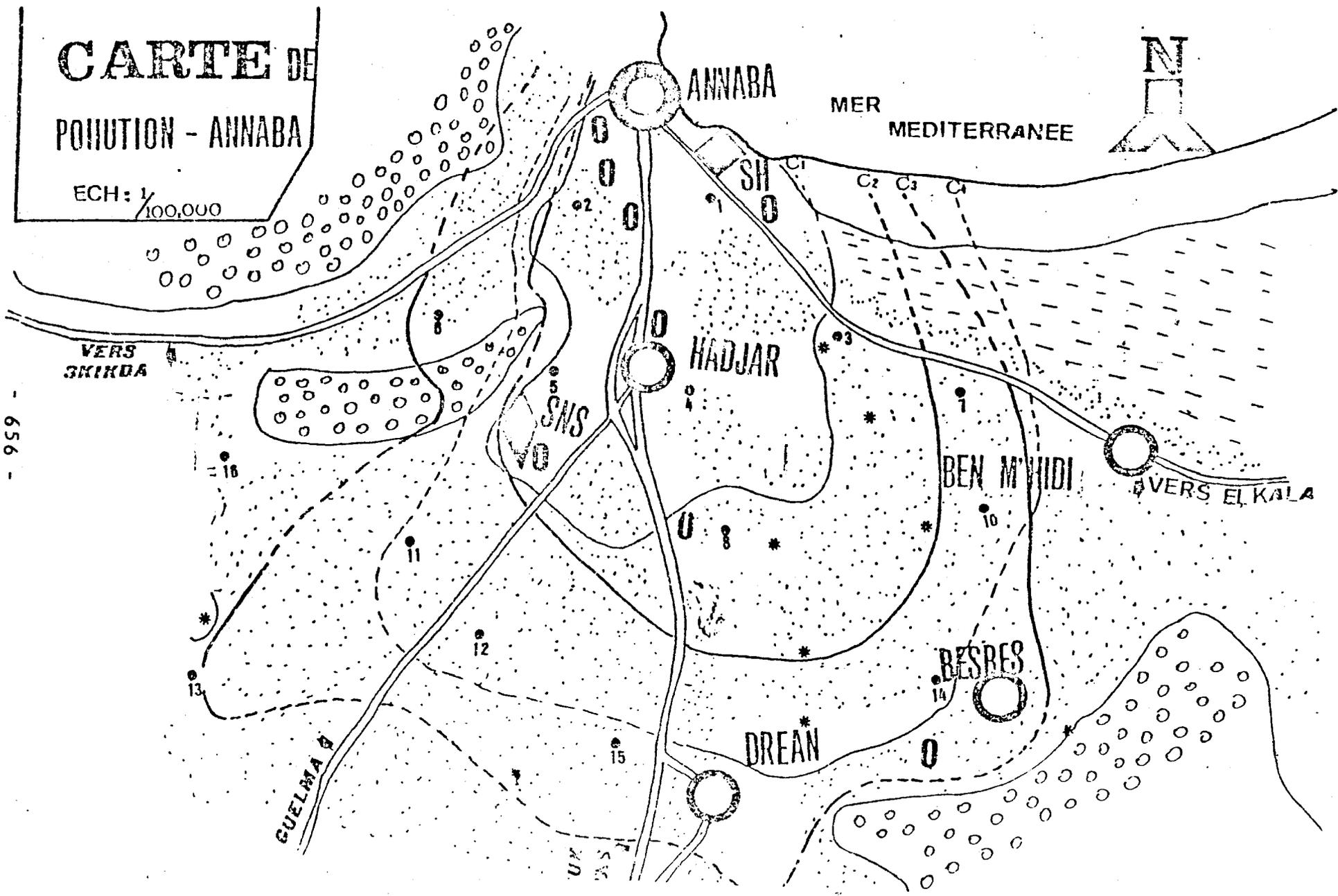
Au delà de C4, c'est la zone normale. Elle est caractérisée par une flore lichénique abondante.

Nous soulignons que cette zone normale va subir dans le temps une régression importante en relation avec l'extension du désert lichénique.

La sensibilité des lichens est si grande qu'ils sont maintenant utilisés comme indicateurs biologiques pour déterminer la pollution acide avec une sensibilité pouvant atteindre $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (DERUELLE, 1976). Les estimations de la pollution avec les lichens comme bioindicateurs sont plus

CARTE DE POPULATION - ANNABA

ECH: 1/100,000



- 956 -

rapides, plus précises, plus sensibles et moins onéreuses que les mesures physicochimiques nécessitant l'installation de stations d'analyse, mais elles ne sont pas spécifiques d'un polluant donné.

B I B L I O G R A P H I E

DERUELLES S., 1978 - Les lichens et la pollution atmosphérique. Bull. Ecol., 9 (2); 87 - 128.

De SLOOVER J., 1964 - Végétaux épiphytes et pollution de l'air. Rev. des quest. Sci. 531 - 561.

Le BLANC F., De SLOOVER J., 1970 - Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal. Can. J. Bot., 48; 1485 - 1496.

Le BLANC F.; COMEAU G.; RAO D.N.; 1971 - Fluoride injury symptoms in epiphytic lichens and mosses. Can. J. Bot., 49 (9) 1691 - 1698.

Le BLANC F.; RAO D.N.; COMEAU G.; 1972 - Indices of atmospheric purity and fluoride pollution pattern in Arvida, Quebec. Can. J. Bot., 50; 991 - 998.

RIEUX R.; BONTE J.; LOUGUET PH., 1979 - Possibilités de l'utilisation d'indicateurs biologiques phanérogamiques et cryptogamiques de la pollution atmosphérique dans les zones urbaines: Cas de la ville de Creteil. Pollut. atmos., 81; 24 - 30.

SEMADI A., 1983 - Incidence de la pollution atmosphérique fluorée d'origine industrielle sur la végétation de la région de Annaba (Algérie). Thèse de Doct. Ing. Univ. Paris 7.