

وزارة التربية الوطنية
MINISTRE DE L'EDUCATION NATIONALE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

DEPARTEMENT

GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

EVALUATION DES RETOMBEES
PARTICULAIRES
DANS LA MITIDJA

Proposé par :

Pr R. KERBACHI
Mr M. BOUGHEDAQUI

Etudié par :

NOUREDDINE KADI

Dirigé par

Pr R KERBACHI
Mr M BOUGHEDAQUI

PROMOTION

Juillet 1993

E.N.P. 10, Avenue Hacem Badi El-Harrach - ALGER

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التربية الوطنية
MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

DEPARTEMENT GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

EVALUATION DES RETOMBÉES
PARTICULAIRES
DANS LA MITIDJA

Proposé par :

Pr R. KERBACHI
Mr M. BOUGHEDAOU

Etudié par :

NOUREDDINE KADI

Dirigé par

Pr R KERBACHI
Mr M BOUGHEDAOU

PROMOTION

Juillet 1993

E.N.P. 10, Avenue Hacem Badi El-Harrach - ALGER

1- Page 11 (Pollution par Les transports)

* - L'émission de particules en relation avec le déplacement des véhicules : Les moteurs à essence génèrent des produits à base de plomb utilisé comme antidétonant dans le carburant. De leur côté, les moteurs diesel donnent souvent lieu à l'émission de suies, particules de carbone d'une grande finesse.

2- Page 17 : Supérieure au lieu de sphérique.

3- Page 17 : Comprimé au lieu de comprime.

4- Page 29 : Tableau II 6 au lieu de II 4.

5- Page 34 : 300 T/km²/an.

6- Page 58 : valeur de PH de (S₂, 4^e quinzaine) 7,3 au lieu de 4,3.

7- Page 63 : abscisse : sites au lieu de quinzaines.

8- Page 70 : 12 g/m²/q au lieu de 7 g/m²/q.

9- Page 79 : se déposent au lieu de se dépose.

10- Page 80 : observées au lieu d'observés.

11- " " Composées au lieu de Composés.

12- " " issue au lieu de Issu.

13- Page 81 : classées au lieu de clacées.

" " Pennsylvanie au lieu de transylvanie.

" " Plomb au lieu de Plan.

DEDICACES

A mes chers parents

A ma grand mère (yaya)

A mon grand père (mohand)

A tous mes oncles et tantes

A mes frères et soeurs

A tous mes cousins et cousines

A l'équipe de hand ball de BOUFARIK

A tous mes amis (es)

A toute la promotion (93)

A tous ceux qui me sont chers

REMERCIEMENTS

A l'issue de mon travail, je tiens à exprimer mes remerciements :

- A mes promoteurs Messieurs R, KERBACHI et M BOUGHEDAOUI .

- A tous les enseignants qui ont contribué à ma formation .

J'exprime ma gratitude à tous ceux qui m'ont humblement aidé dans la réalisation de ce modeste travail ; je cite :

Mr Boukert mohamed

Mr Slamani Badr eddine

Mr Bellamine Hocine

Mr Oukali Hassen

Mr Yakoub Mohamed (sofiane)

Mr Messaoud Mustapha (DPT genie civil)

Mr Houas (ANPE)

Mr Bourouis ABD EL Ghani

Le personnel du parc national de chrea

Mr Khelouati Karim

Je demeurerai éternellement reconnaissant envers :

Mon ami Ali pour les services qu'il m'a rendus avec sa voiture

Mes amis Adel , Othmane , Smain , Ahmed , Mouloud , Nacer

Mon père ; pour son soutien moral et matériel

Ma mère , pour ses encouragements

Mon frère Younes , pour avoir contribué par son savoir faire en matière de dessin .

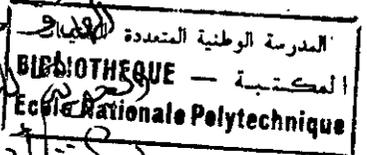
Mes frères Kamel et Yahia , pour leur proposition
d'aide
Mes soeurs , Nadjiba , Ouiza , Souad ,pour leur
soutien moral.

" L'homme est absurde par ce qu'il cherche,

et grand par ce qu'il trouve ."

Paul Valery

من هذه الدراسة هو محاولة التعرف على مستوى الترسبات الجسيمات في المنطقة من جهة الترسبات. من خلال ذلك



تمكنت أن نقدر موضوعياً هذه الترسبات. النتائج المحصلة عليها تؤكد وجود تلوث ضعيف نوعاً ما - لكنه غير مهم - مقارنة مع ما سجل في المناطق الأكثر تصريفاً، كما تبينت رجحان التلوث ذي المصدر الطبيعي ومساهمة ضئيلة للمنطقة الصناعية بالشرق خاصة مصنع الإسمنت. مفتاح.

ABSTRACT:

The aim of this study is to estimate the dustfall level in the rural area of MITIDJA . Such measures are to permit an objective appreciation of this dustfall.

The obtained results, confirm the existence of a relatively weak (but not negligible) pollution compared to the one recorded in the strongly industrialized regions, and show the predominance of the pollution of a Natural origin and a slight contribution of the cement factory of MEFTAH.

RESUME

Le but de cette étude est de saisir le niveau de retombées dans une zone rurale, en l'occurrence la MITIDJA . De telles mesures , permettront de faire une appréciation objective de ces retombées.

Les résultats obtenus , confirme l'existence d'une pollution assez faible (mais non négligeable) comparée à celle enregistrée dans les régions fortement industrialisées , et la prédominance de la pollution d'origine naturelle et une légère contribution de la cimenterie de MEFTAH.

SOMMAIRE

I - INTRODUCTION	5
II- SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	7
*1- Les Particules	8
1-1-Particules d'origine naturelle	8
1-2-Particules d'origine anthropogénique	11
*2-Propriétés des particules	14
2-1-Dimension et distribution granulométrique	14
2-2-La forme	15
2-3-Surface spécifique	16
*3-Dynamique des particules dans l'air	16
3-1-Transport des particules dans l'air	16
3-2-Condensation et agglomération	18
3-3-Sédimentation et mécanismes de dépôts	19
3-4-Distribution verticale des particules dans l'air	23
3-5-La resuspension des particules	24
3-6-Solubilité de certains éléments dans les précipitations atmosphériques	25
*4-Spécificité d'une région rurale	28
*5-Niveaux des dépôts dans le monde et valeurs limites d'immission	29
5-1-Niveaux des dépôts	29
5-2-Valeurs limites d'immission	30
5-3-Notion de biomonitoring liée aux dépôts de poussières	32

*6-Effets des retombées particulières.	34
6-1-Effets sur les humains.	34
6-2-Effets spécifiques de certains polluants.	36
6-3-Effets sur les végétaux.	38
6-4-Effets sur les animaux.	39
6-5-Effets sur les eaux superficielles	40
6-6-Effets sur les matériaux	41
*7-Méthode de mesure des retombées.	42
7-1-Définition.	42
7-2-Principe.	42
7-3-Appareillage.	43
III-ETUDES EXPERIMENTALES	47
*1-Réalisation du réseau.	48
1-1-Emplacement des stations.	48
1-2-Equipement de collecte des retombées.	50
1-3-Durée d'exposition de la jauge.	50
1-4-Analyse des échantillons prélevés.	51
1-5-Observations préliminaires.	54
*2-Resultats d'analyses.	
*3-Commentaires et interprétations des résultats.	77
3-1-Evolution du pH.	77
3-2-Retombées totales	77
3-3-Fractions soluble et insoluble.	78
3-4-Composition chimique des retombées.	79
3-5-Resuspension des particules.	80
3-6-Comparaison avec les valeurs limites.	81

4-Effets sur la végétation.	81
5-Régions touchées par les poussières de cimenterie.	82
IV-CONCLUSION GENERALE	84
V -ANNEXE	86
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	89

I-INTRODUCTION

L'atmosphère se comporte comme un réservoir où se produisent des réactions chimiques entre de très nombreuses substances. Les plus importantes de ces substances (l'Oxygène, l'Azote, le dioxyde de Carbone, les composés de Soufre) sont dégagés par les organismes. Entraînées souvent par le cycle de l'eau. Elles circulent dans l'atmosphère avant de se redéposer au sol.

De nos jours, des quantités importantes de gaz, d'aérosols et de particules de poussières sont émises chaque année dans l'atmosphère en raison des activités humaines liées à notre civilisation. Ces émissions de polluants qui, par le passé, ne cessaient d'augmenter dans certains secteurs conduisent à des atteintes considérables et chroniques de notre environnement. Cette situation ne se retrouve pas exclusivement aux abords immédiats des sources polluantes, mais aussi dans des régions très éloignées, ce qui se traduit finalement par des dégâts étendus aux écosystèmes sensibles. Les particules qui, par le passé étaient considérées comme étant un des polluants majeurs de l'atmosphère, se voient devenir peu préoccupant en Europe vu les différentes mesures prises pour diminuer leurs émissions (amélioration de la combustion, dépoussiérage...etc). En Algérie, la pollution de l'air par les particules, n'a pas reçu l'intérêt qu'on devait lui réserver. De ce fait, elle continue à prendre de l'ampleur d'année en année.

Les poussières d'origine industrielle , et particulièrement celles dégagées par les cimenteries provoquent des atteintes considérables à la santé de l'Homme , à la végétation ainsi qu'à l'esthétique.

les régions rurales ne sont pas épargnées , puisque même si elles échappent aux poussières anthropogéniques , elles sont toujours confrontées aux particules d'origine naturelle, surtout dans les zones arides et semi-arides.

Dans le présent travail , on se propose d'évaluer les niveaux de dépôts de poussières dans une région typiquement rurale, en l'occurrence, la Mitidja.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1--LES PARTICULES:

Les particules sont des agrégats de plusieurs molécules parfois identiques , mais souvent différentes. selon leur origine , on distingue les particules ou poussières d'origine naturelle ou anthropogéniques.

1-1-PARTICULES D'ORIGINE NATURELLE:

Différents phénomènes naturels contribuent fortement à la pollution de l'air , parmi ces phénomènes , on énumère les plus importants, à savoir:

1-1-1 L'érosion éolienne

L'érosion éolienne est due à l'action du vent sur la surface du sol qui se traduit par un transport de particules dans l'air à des distances pouvant atteindre des milliers de kilomètres.

Ce phénomène est prédominant dans les régions dont le sol est à texture grossière (sableux) , dans les régions à relief atténué avec de grandes étendues plates favorisant l'action du vent et dans les régions à climat sec , provoquant la dessiccation des horizons superficiels du sol et la disparition de la végétation herbacée . (1)

1-1-2 Embruns marins:

Les brumes et les embruns venant de l'océan apportent dans l'atmosphère continentale des cristaux de sel qui s'agglomèrent en noyaux- de condensation . Les sels

introduits dans l'atmosphère sont principalement composés de Chlorure de Sodium (NaCl), mais également de Chlorure de Magnésium (MgCl₂) de Chlorure de Calcium (CaCl₂) et de Bromure de Potassium (KBr).(2)

1-1-3 Feux de forêts et de prairies:

Les feux de forêts et de prairies peuvent s'étendre sur quelques centaines d'hectares créant des nuages de fumées qui parcourent des centaines de kilomètres.

D'énormes quantités de noyaux de condensation sont souvent produites par ces feux. On a évalué à 2×10^{22} le nombre de noyaux de condensation que peut émettre un feu de prairie couvrant une quarantaine d'ares. (2)

1-1-4 Poussières d'origine extraterrestre:

De petites particules provenant de météorites pénètrent de façon constante dans l'atmosphère. D'après la NASA, cet apport est estimé à environ 10000 T/J. Ces particules sont prédominantes à partir de 10 km d'altitude. (2)

1-1-5 Particules viables:

Les particules viables se trouvant dans l'atmosphère sont de trois types: les pollens, les microorganismes et les insectes.

Le tableau (I-1) nous renseigne sur les particules viables pouvant se trouver dans l'atmosphère, ainsi que sur leur dimensions.

Table III Size Range of Viable Particulates (4)

Particulate	Stokes' diameter (μ m)
Viruses	0.015-0.45
Bacteria	0.3-15
Fungi	3-100
Algae	0.5
Protozoa	2-10,000
Moss spores	6-30
Fern spores	20-60
Pollen grains (wind-borne)	10-100
Plant fragments, seeds, insects, other microfauna	100+

Les microorganismes dans l'air renferment les algues, les protozoaires, les champignons, les levures, les moisissures, les spores, les bactéries et les virus. Certains d'entre eux sont bénéfiques pour l'Homme, d'autres sont associées à des maladies.

1-1-6 Eruptions volcaniques:

Les nuages de cendres résultent de la pulvérisation des laves au cours d'éruptions volcaniques très violentes. Ces laves projetées à haute altitude peuvent parcourir des distances considérables. Le "Brouillard sec" qui, en 1703, couvrit 3 mois toute l'Europe provenait d'une éruption volcanique en Islande. (2)

1-2 POLLUTION D'ORIGINE ANTHROPOGENIQUE:

1-2-1 Pollution par les transports:

Les moyens de transport modernes sont tous susceptibles de polluer l'atmosphère, que ce soit ; des véhicules automobiles, chemins de fer, navigation et aviation.

Cependant, la pollution générée par les véhicules automobiles en est la plus importante en milieu urbain. Les véhicules automobiles sont responsables de deux types de pollution particulaire:

-L'émission de poussières en relation avec l'usure de certaines parties du véhicule. En effet, des études Suisses et Américaines ont montré que les frottements des pneus sur la chaussée produisaient essentiellement de grosses particules.

L'usure des plaquettes de freins est une source d'émissions de poussières d'amiante.(3)

1-2-2 La combustion:

La pollution par la combustion est un problème très général, puisqu'il touche plusieurs secteurs industriels en dehors du secteur de l'énergie.

a) Les suies:

Ce sont des particules de Carbone imbrulé provenant du craquage des goudrons ou des hydrocarbures. Les particules élémentaires sont très fines (inférieures à 1µm) et très

légères mais pouvant s'agglomérer entre elles.

b) Les fumérons:

L'agglomération des fibres forme dans certains cas des filaments cotonneux ou des plaques pouvant atteindre plusieurs millimètres, leur densité est très faible et ils sont presque toujours acides.

c) Les envols:

Particules solides mises en suspension par un phénomène mécanique et constituées par des grains de charbon, parfois intacts (représentant souvent 50% des envols), plus souvent cokéfiés et partiellement brûlés ou des particules de charbon cokéfiant, peut produire des sphérules de coke de densité très faible. (2)

1-2-3 Pollution par les diverses industries:

a) Pollution par la sidérurgie:

Les poussières sont l'un des principaux polluants émis par la sidérurgie, leur composition chimique est variable, leur granulométrie s'étale de 10 μm à 100 μm suivant les procédés utilisés. En addition à cela, la sidérurgie est incriminée dans l'émission de particules fines ou fumées très diverses dont les plus importantes sont les fumées rousses d'oxydes de fer ainsi que d'autres oxydes métalliques. On citera, à titre d'exemple, le SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , COKE, K_2O , Na_2O , PbO , ZnO . (2)

b) Pollution dans l'industrie de la fonderie des métaux ferreux

En dehors des suies qui sont dûs à la combustion, on rencontre l'émission de particules fines et grossières. L'emploi de déchets souillés dans la charge provoque parfois des dégagements importants de fumées noires de combustion et de décomposition de la peinture, de l'huile et de la graisse.

c) Pollution dans l'industrie des métaux non ferreux:

Dans la production de plomb, zinc et cuivre, le grillage du minerai et les traitements au four donnent lieu à des émissions de poussières métalliques. Le minerai Arsenié de Cobalt contient de l'Arséniure de Cobalt qui lui même renferme des proportions variables de Nickel et de Fer. Du four de fluidisation à marche continue et après le grillage s'échappe 30% du minerai grillé à l'état de particule. Le four laisse échapper aussi des particules grossières. Lors de l'affinage, les polluants émis sont des produits de combustion, des impuretés diverses contenues dans les déchets traités et des oxydes et particules métalliques dont les dimensions varient de 0.1 μm à 1 μm (2) suivant la nature du métal utilisé.

d) Pollution dans l'industrie du ciment:

Pour produire 1 tonne de ciment, il faut 2.8 tonnes de matière première. La quasi-totalité de la matière première

non-utilisée se retrouve dans les émissions de poussières. Quelques 65000 tonnes de poussières sont émises pour une production de 22000000 de tonnes de ciment. Par dépoussiérage, on peut retenir 88% des poussières émises.(2).

e) Pollution dans l'industrie chimique:

L'industrie chimique n'émet pratiquement pas de poussières à l'exception de celles liées à l'usure des catalyseurs, ainsi que l'émission de poussières de pyrite lors de la fabrication de l'acide sulfurique.(2)

f) Pollution dans l'industrie du pétrole:

L'industrie du pétrole émet des fumées noires qui sont le résultat d'une combustion incomplète dans les torches, vu le caractère aléatoire en quantité et en qualité du combustible brûlé.(2)

2-PROPRIETES DES PARTICULES:

2-1 DIMENSION ET DISTRIBUTION GRANULOMETRIQUE:

Les particules en suspension dans l'air sont caractérisées par leur diamètre équivalent c.à.d, par le diamètre de la particule sphérique qui se comporterait comme la poussière étudiée vis à vis d'un phénomène ou d'une propriété choisie a priori (2), par exemple, le diamètre équivalent relié à la vitesse de sédimentation.

Pour la distribution granulométrique, on distingue: (2)

- Les particules grossières de $>75 \mu\text{m}$: sédimentation rapide.
- Les particules semi-fines de $<75 \mu\text{m}$: sédimentation lente.
- Les particules inhalables de $<5 \mu\text{m}$: suspension aérienne.

2-2 LA FORME:

En réalité, on ne peut jamais dénombrer les différentes formes rencontrées dans une suspension de particules. Cependant, on peut distinguer six grands groupes:

- Particules sphériques: pollen, cendres, fibres de bois, coton verre, amiante.
- Particules irrégulières: minéraux.
- Particules fibreuses: amiante.
- Particules en floccs de condensation: formées par combustion incomplète du fuel, elles contiennent des concentrations élevées en carbone.
- Particules en paillettes: Minéraux. (4)

Table 12 Airborne Dust Particle Shapes (33) (4)

Shape	Percent by weight in sample		Particles*
	Range	Average	
Spherical	0-20	10	Smoke, pollen, fly ash
Irregular	10-90	40	Mineral Cinder
Cubical			
Flakes	0-10	5	Mineral, epidermis
Fibrous	3-35	10	Lint, plant fiber
Condensation floccs	0-40	15	Carbon, smoke, fume

* Larger than $0.1 \mu\text{m}$.

2-3-LA DENSITE:

La densité d'une particule dans l'air peut se situer entre 0.5 et 6.5 g/cm cubes.(4)

2-4-SURFACE SPECIFIQUE:

Les particules dans l'air ont une surface spécifique très importante à cause de leur faibles dimensions, la présence d'irrégularités dans la surface et la présence de pores.(4)

3-DYNAMIQUE DES PARTICULES DANS L'AIR:

3-1 TRANSPORT DES PARTICULES DANS L'AIR:

Le transport des particules dans l'atmosphère est influence de manière décisive par des facteurs tels que, la configuration du terrain (topographie), la hauteur à partir du sol à laquelle le rejet est évacué et les facteurs météorologiques (vent, température). Parmi tous ces facteurs on détaillera le plus important, en l'occurrence, les facteurs météorologiques.

3-3-1 Le vent:

Le vent trouve son origine dans les mouvements de l'air chaud venant de l'équateur qui s'élève et qui est remplacé par un courant d'air froid venant du pôle. Le transport des particules dépend de la direction et de la vitesse du vent.

vents, ces derniers peuvent avoir des directions dominantes. Ce sont les vents dominants qui se reproduisent le plus souvent dans l'année. La direction du vent au sol peut être différente de celle à haute altitude, à cause des effets dus aux frottements avec le sol, au gradient thermique et au relief.

La vitesse de déplacement du courant d'air a aussi une grande importance sur le transport des particules. La dispersion est d'autant plus faible que la vitesse du vent est réduite. Si le courant d'air est assez réduit dans les couches proches du sol, on assiste à un déplacement des polluants seulement sur la verticale. En cas de calme atmosphérique, les particules s'accumulent dans l'espace aux voisinages des lieux d'émissions. (5)

3-1-2 La température:

La température de l'air au voisinage du sol est supérieure à celles d'altitudes élevées. Une particule d'air qui se déplace verticalement dans l'air est soumise en montant à des pressions de plus en plus faibles, elle se dilate et sa température diminue. Par contre, quand elle descend, elle est soumise à des pressions croissantes qui la comprime et font augmenter sa température. La variation de température entraîne un mouvement vertical des particules. L'ascension de l'air à la suite de son

réchauffement par le soleil entraîne avec lui les particules.

En présence de couches d'inversion thermiques, les particules s'accumulent dans les couches d'air inférieures jusqu'au niveau de la couche d'inversion (de quelques mètres à des centaines de mètres).(5)

3-2-CONDENSATION ET AGGLOMERATION:

Les particules subissent plusieurs transformations dans l'atmosphère, certaines servent de noyaux de condensation des gaz, d'autres réagissent chimiquement avec les gaz et les vapeurs pour former d'autres composés. Les noyaux de condensation passe d'un diamètre de $0.005 \mu\text{m}$ à $0.05 \mu\text{m}$ par condensation. La condensation est suivie d'une agglomération ou accumulation des particules, ce qui fait augmenter le diamètre à environ $2 \mu\text{m}$. Les particules dans l'air ont tendance à se heurter vu leur grande mobilité. En effet, quand deux particules se heurtent, elles s'adhèrent entre elles à cause des forces d'attraction superficielle ce qui conduit progressivement à la formation de particules de taille de plus en plus importante, dépassant même les $5 \mu\text{m}$ (6). Les neiges, les pluies, les grêles, les gresils jouent un rôle dans l'agglomération des particules. Le mélange des particules dans l'atmosphère est dynamique et ceci est dû

à leur émission continue par les sources de particules fines, leur formation dans l'air par condensation ou réactions chimiques des gaz et des vapeurs et leur élimination de l'atmosphère par agglomération et sédimentation.(6)

3-3 SEDIMENTATION ET MECANISME DE DEPOT:

Les particules sont éliminées de l'atmosphère selon 2 processus: dépôts secs et dépôts humides.

3-3-1 DEPOTS SECS:

Dans ce cas, les particules sont éliminées de l'atmosphère par effet de pesanteur (sédimentation). La vitesse de sédimentation limite est donnée par la loi de Stokes:

$$V_{sl} = \frac{d_e^2 (D - D')}{18 \mu} \quad (2)$$

V_{sl} : Vitesse de sédimentation limite.

d_e : Diamètre équivalent de la particule.

D : Densité de la particule.

D' : Densité de l'air.

μ : Viscosité dynamique de l'air.

La loi de Stokes est valable pour des particules ayant des nombres de Reynolds inférieurs à 1:

$$Re = \frac{de \cdot V \cdot D}{\mu}$$

de : Diamètre équivalent de la particule.

V : vitesse de sédimentation.

Pour les particules de grand diamètre , la vitesse de sédimentation limite est donnée par la loi de NEWTON:

$$V_n = \sqrt{\frac{8 \cdot g \cdot de \cdot D}{D}}$$

Vn : Vitesse de Newton.

La vitesse de sédimentation ou de dépôts est fonction de la forme , de la densité et de la taille des particules.

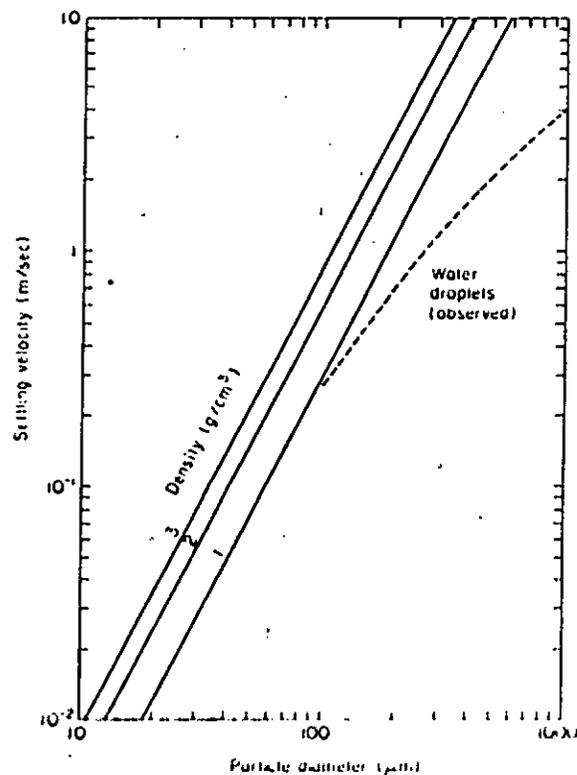


Table II.3 Settling velocity of spherical particles in quiet air as a function of size and density. Based on Stokes' law and Gunn and Kinzer data (20). (20°C, 101.32 kPa.) (4)

a) Dimension:

Voir dans les propriétés des particules.

b) La forme:

La vitesse de sédimentation limite des particules non sphériques est inférieure à celle des particules sphériques parcequ'elles ont des rapports surface/poids plus grands .Par exemple,une particule sphérique sédimente 1.28 fois plus rapidement qu'une ellipsoïde de révolution de même densité et de rapport axial 4:1.(4)

c) La densité:

La vitesse de sédimentation limite des particules croit avec la densité , ceci est illustré par la relation de Stockes et de Newton.

3-3-2 Dépôts humides:

Les particules sont éliminées de l'atmosphère par précipitation,soit après avoir été mouillées (noyaux humides) ou avant . Les noyaux humides qu'on appelle aussi noyaux de condensation vont probablement être captés comme des gouttelettes par des gouttes de pluie plus grandes , qui elles mêmes vont inclure les particules qui ont servi de noyaux pour toutes les gouttelettes précédemment captées. De ce fait, ces particules vont s'agglomérer par coalescence jusqu'à ce qu'elles deviennent quelques milliers dans une goutte de pluie juste avant d'atteindre le sol . (4)

A noter que les particules qui agissent comme des noyaux de condensation sont faibles en nombre .Cependant , elles ont une grande chance d'être captées par des gouttes de pluies que les particules sèches qui n'agissent pas comme des noyaux de condensation . Ce mécanisme de nettoyage (scavenging) ou d'enlèvement humide (wash out) est décrit par la relation suivante:

$$C/C_0 = \exp(-Wt) \quad \text{ou}$$

$$\ln(C/C_0) = -Wt$$

C_0 : Concentration de l'aérosol avant le début du nettoyage.

C : Concentration de l'aérosol après un temps t

W : Coefficient de nettoyage en s^{-1}

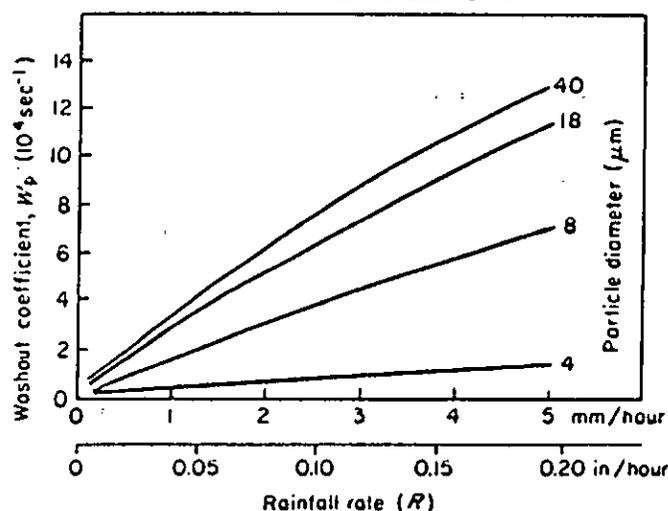


Table II 4 Typical values of washout coefficient as a function of rainfall rate and diameter of the scavenged particle. After Chamberlain (64). (4)

Il ya lieu de signaler que les concentrations des contaminants déposés sont plus élevées durant les premiers 0.5 mm de pluie (7) , mais l'évolution des concentrations durant la précipitation est différente selon que la pluie soit orageuse ou océanique.

3-4-DISTRIBUTION VERTICALE DES PARTICULES DANS L'AIR:

D'après des études effectuées au Japon et aux Etats-unis, il a été rapporté que la distribution verticale des particules dans l'air varie avec les saisons . A proximité du sol, la concentration des particules est élevée en hiver et faible en été avec des concentrations plus ou moins élevées en printemps. En allant en altitude, on remarque une diminution de la concentration en hiver et une augmentation en été, au delà d'une certaine altitude la concentration reste constante et ne diffère pas avec les saisons (175 m pour Tsukuba [Japon]). (8)

Bon nombre d'autres facteurs influent sur la distribution verticale des verticales, nous citerons à titre d'exemple:

- Leur distribution granulométrique.
- Leur nature chimique.
- Leur origine (source d'émission).

3-5-LA RESUSPENSION DES PARTICULES:

Le mot resuspension est synonyme de réentraînement dans l'atmosphère de particules qui se sont déposées . Le mot suspension ou entrainement est utilisé pour les particules qui ne se sont pas déposées . Cependant , il est très difficile de distinguer les deux phénomènes (suspension.et resuspension) , pour cela on utilise le mot resuspension pour les deux phénomènes à la fois (entrainement et réentraînement) . Différents mécanismes contribuent fortement à la resuspension des particules.

3-5-1 L'érosion éolienne

Souvent, un terrain plat ,un climat sec et aride et une absence d'obstacles aux courants d'air sont les conditions qui favorisent la resuspension par le vent . Bon nombre d'autres paramètres influent sur la resuspension en général et l'érosion éolienne en particulier, il s'agit là de:

- L'adhésion et l'enlèvement des particules à la surface.
- La vitesse du vent.
- La taille des particules:la resuspension augmente avec la taille des particules.

3-5-2 La resuspension des eaux de surface:

La formation d'aérosols de sels marins a reçu un récent

intérêt . Plusieurs études sont axées dans ce sens, non seulement pour l'étude de la resuspension des sels marins mais l'on pourrait aussi , par analogie , en déduire le transfert d'autres éléments qui se trouvent dans la mer.(9)

3-5-3 La resuspension par le trafic routier:

Le passage d'une voiture sur une route peut provoquer une resuspension des particules déposées . Un autre mécanisme qui peut être important et qui a lieu dans les conditions humides (chaussée mouillée), est la pulvérisation des gouttelettes par les pneus des véhicules . D'après une étude effectuée par BRANSON en 1986 (9) , on a trouvé des concentrations élevées en Na^+ et Cl^- dans l'air pendant l'hiver dans un environnement urbain et ce peut être dû à l'utilisation de NaCl impur comme agent de dégel dans les routes.

D'autres mécanismes contribuent légèrement dans la resuspension des particules, il s'agit de :

- L'activité piétonnière. (déplacement des individus)
- Les opérations agricoles.
- Les différentes opérations d'hygiène publique.

3-6 SOLUBILITE DE CERTAINS ELEMENTS DANS LES PRECIPITATIONS ATMOSPHERIQUES:

En chimie générale , les composés organiques qui ont une

solubilité aqueuse de l'ordre de quelque mmole/l ou moins sont considérés comme étant insolubles .Cependant,dans des solutions très diluées , comme les précipitations , la solubilité des composés dépend de leur concentration molaire, c.à.d ,si la concentration molaire est inférieure à la solubilité limite , on peut dire que le composé est soluble.

Si les précipitations (sèches et humides) avaient subi une préanalyse en traitement acide, les éléments en trace vont passer en solution , vue la solubilisation d'une partie ou de toute la suspension de matières .Ce passage en solution des éléments en trace dépend de la nature de l'élément et du traitement acide appliqué.(10)

Table II.5 Solubility in water of some of the "poorly soluble" carbonate, hydroxide and sulfide minerals of natural origin (10)

Element E	Mineral of the element Group/Name Formula		Solubility of mineral, expressed in terms of the element			
			Theoretical ($\mu\text{g l}^{-1}$)		Experimental ($\mu\text{g l}^{-1}$)	
			E_1 : (1)	(2)	E_2 : (3)	(4)
Al	<i>Hydroxide</i>					
	Gibbsite	Al(OH) ₃	4×10^{-2}	—	—	—
	Boehmite	AlO(OH)	4×10^{-2}	—	—	8.6×10^0
Ca	<i>Diaspore</i>		2.5×10^{-2}	—	—	—
	<i>Carbonate</i>					
	Aragonite	CaCO ₃	3.5×10^3	—	6×10^3 (25)	6×10^3 (20)
	Calcite	CaCO ₃	2.8×10^3	2.4×10^3 (25)	5.6×10^3 (25)	5.6×10^3 (20)
	<i>Sulfide</i>					
	Oldhamite	CaS	—	—	1.2×10^3 (15)	4.1×10^3 (40)
Cu	<i>Carbonate</i>					
	Malachite	CuCO ₃ ·Cu(OH) ₂	No data available			
	Azurite	2CuCO ₃ ·Cu(OH) ₂	No data available			
	<i>Sulfide</i>					
	Chalcocite	Cu ₂ S	9.3×10^{-9}	—	10^{-9} *	4×10^2 (18)
	Covellite	CuS	3.2×10^{-10}	—	2.2×10^2 (18)	2×10^2 (18)
Fe	<i>Carbonate</i>					
	Siderite	FeCO ₃	3.1×10^2	—	3.2×10^4 (25)	3.2×10^4 (25)
	<i>Hydroxide</i>					
	Goethite	FeO(OH)	2.9×10^{-6}	7.8×10^{-6}	—	2.4×10^1 (25; pH 7)
	<i>Sulfide</i>					
	Pyrite	FeS ₂	6.5×10^{-3}	—	2.3×10^3	2.3×10^3
	Matcasite	FeS ₂	No data (likely to be similar to pyrite)			
	Troilite	FeS	1.8×10^{-2}	—	3.9×10^3 (18)	3.9×10^3 (18)
Mg	<i>Carbonate</i>					
	Magnesite	MgCO ₃	1.9×10^3	—	3.2×10^4	9.8×10^3 (25)
	Artinite	Mg ₂ (OH) ₂ CO ₃ ·3H ₂ O	No data available			
	Nesquehonite	MgCO ₃ ·3H ₂ O	—	—	—	3.1×10^3 (16)
	Landsfordite	MgCO ₃ ·5H ₂ O	—	—	5.6×10^3 (7)	5.2×10^3 (20)
	Hydromagnesite	3MgCO ₃ ·Mg(OH) ₂ ·3H ₂ O	—	—	1×10^3	—
	<i>Hydroxide</i>					
	Brucite	Mg(OH) ₂	2.9×10^3	3.5×10^3 (18)	3.8×10^3 (18)	2.7×10^3 (25; pH 10)†
Mn	<i>Carbonate</i>					
	Rhodochrosite	MnCO ₃	3×10^2	—	3×10^4 (25)	—
	<i>Hydroxide</i>					
	Pyrochroite	Mn(OH) ₂	—	1.2×10^3 (18)	1.2×10^3 (18)	1.1×10^6 (25; pH 8.5)
	Manganite	MnO(OH)	No data available			
	<i>Sulfide</i>					
	Albandite	MnS	1.2×10^1	1.5×10^0 (18)	3×10^3 (18)	3×10^4 (18)
Ni	<i>Sulfide</i>					
	Millerite	NiS ₂ NiS ₂ · γ	5.2×10^{-4}	6×10^{-6} (20)	2.3×10^3 (18)	2.3×10^3 (18) 9.6×10^3 (18)
Pb	<i>Carbonate</i>					
	Cerussite	PbCO ₃	2×10^0	3.8×10^1 (18)	8.5×10^2 (20)	2.3×10^3 (20)
	<i>Sulfide</i>					
	Galena	PbS	3.7×10^{-6}	3.8×10^{-6}	7.4×10^2 (18)	2.6×10^2 (25)
Zn	<i>Carbonate</i>					
	Smithsonite	ZnCO ₃	7.3×10^2	5.1×10^2	5.2×10^3 (15)	9.5×10^3 (25)
	<i>Sulfide</i>					
	Wurtzite	ZnS	3.3×10^{-4}	1.7×10^{-3}	4.6×10^3 (18)	1.9×10^3 (18)
	Sphalerite	ZnS	2.9×10^{-3}	6.9×10^{-3}	4.4×10^3 (18)	4.6×10^3 (18)

On remarque d'après le tableau que les ions Carbonates , Magnésium et Calcium ont des valeurs de solubilité les plus élevées . Par contre , dans le cas des métaux lourds on remarque que les valeurs sont très faibles , sauf dans le cas où ils sont liés aux Carbonates.(10)

4-SPECIFICITE D'UNE REGION RURALE:

Par abus de langage, on appelle toute région non urbanisée, région rurale. En fait, on qualifie de région rurale , toute zone éloignée des grandes villes, à vocation agricole et possédant un tissu urbain très simple . De ce fait , une région rurale présente certaines spécificités vis à vis des dépôts de poussières atmosphérique qu'on essaiera de détailler dans ce qui suit:

a)-Faible densité de population:

Du fait de la faible densité de population, on peut dire que la pollution par les activités humaine et les foyers est négligeable.

b)-Abondance de la végétation:

Les différentes opérations agricoles contribuent fortement à la resuspension des particules , donc à la pollution atmosphériques par les particules .La végétation présente des propriétés d'une surface piège , c'est à dire que les poussières déposées sont retenues plus facilement que sur d'autres surfaces et ce tient au fait que la

présence de végétation (surtout les arbres) fait augmenter la surface de dépôts d'où les poussières seront mieux retenues.

Des études effectuées en Belgique en 1991 ont montré que les dépôts de poussières captées à l'aide de jauges de dépôts sous les arbres étaient nettement supérieurs aux dépôts prélevés sur les mêmes sites mais en terrains dégagés.

c) Autres spécificités:

Une région rurale peut se trouver parfois au voisinage de sources de pollution anthropologiques, à citer l'exemple des autoroutes à grand flux de circulation, et d'éventuelles implantations industrielles. mais, dans le cas où ces sources sont suffisamment éloignées, la pollution qui prédomine est celle d'origine naturelle.

5 NIVEAUX DES DEPOTS DANS LE MONDE ET VALEURS LIMITEES

D'IMMISSION :

5-1 NIVEAUX DES DEPOTS:

En général, les dépôts de poussières dans le monde varient considérablement entre les régions industrialisées et les régions non-industrialisées. Pour les zones non polluées les valeurs peuvent dépasser les 100 g/m²/15j. Le tableau II-4 illustre les différents niveaux de retombées rencontrées dans diverses parties du monde:

Tableau II.6 : Niveaux des retombées dans le monde

LIEU	RETOMBÉES (g/m ² /q)	CARACTERISTIQUES DU LIEU
TORONTO (11)	7.0	MILIEU URBAIN
BANGKOK (12)	33.6	MILIEU URBAIN
	42.3	AIRE RESIDUELLE AVEC DES ACTIVITES INDUSTRIELLES ET COMMERCIALES
CAIRE (13)	3.7	AIRE PUREMENT RESIDENTIELLE ENTOUREE D'AIRES CULTIVEES
ESPAGNE (14)	> 4.5	MILIEU URBAIN

En Suisse, un réseau dit réseau NABEL, mis en place en 1976 fait chaque année, un bilan des retombées de poussières dans tout le territoire Suisse. Les données de 1982 à 1991 sont illustrées dans le tableau II-7.

5-2 VALEURS LIMITEES D'IMMISSION:

Les valeurs limites d'immission (de dépôt), doivent être fixées en fonction des effets des polluants sur l'homme et l'environnement. Les seuils à partir desquels les immissions commencent à devenir nuisibles et incommodes sont définies aux moyens d'études toxicologiques contrôlées et d'études

Retombées de poussières:

valeurs annuelles 1982-1991 (15)

Tableau 11.7

Stations NABEL / Valeurs en mg/(m ² ·jour)								
Station	1	2	3	4	5	6	7	8
Lieu	Dübendorf	Zurich	Bâle	Sion	Payerne	Lugano	Tänikon	Jungfrau- joch
Genre de région	agglomé- ration	centre- ville	ban- lieu	rural ***)	rural	centre- ville	rural	haute- montagne
année	moyennes annuelles							
1982	77	119	102	67	100	140	71	30
1983	58	117	91	71	67	153	58	****
1984	55	109	85	106	75	115	60	****
1985	62	95	70	72	47	114	48	****
1986	51	67	53	67	57	94	40	—
1987	53	88	64*	79*	49	108	50*	—
1988	53	61	51	100	45	107	52	—
1989	64	70	87	100	56	102	59	—
1990	49	71	80	113	56	96	49	—
1991	60	82*	70	108	43	115	43	—

Stations NABEL / Valeurs en mg/(m ² ·jour)								
Station	9	10	11	12	13	14	15	16
Lieu	Berne	Lausanne	Härkingen	Magadino	Davos	Lägeren	Chaumont	Rigi
Genre de région	centre- ville	centre- ville	rural autoroute	rural	forêt	forêt	Jura	préalpes
année	moyennes annuelles							
1988					22	38		
1989					22	59		
1990					21	51		
1991	113	203	85	114	19	35	44	39

et d'études épidémiologiques pour des durées d'exposition et des doses variables, les valeurs limites sont ensuite arrêtées en fonction des seuils ainsi déterminés, c'est à dire, sur la base des effets néfastes pour l'Homme et l'environnement. Elle constitue donc un point critique qui ne devrait pas être franchi.

La Suisse qui compte parmi les rares pays et organisations à avoir établi des normes de dépôts de poussières, a fixé comme limites d'immissions dans l'ordonnance sur la protection de l'air, les valeurs suivantes. (16)

Valeurs limites d'immission de l'ordonnance sur la protection de l'air (16)

Tableau II-8

Substance	Valeur limite d'immissions	Définition statistique
Retombées de poussières (total)	200 mg/m ³ · jour	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
Ploin (Pb) dans retombées de pouss.	100 µg/m ³ · jour	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
Cadmium (Cd) dans retomb. de pouss.	2 µg/m ³ · jour	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
Zinc (Zn) dans retombées de pouss.	400 µg/m ³ · jour	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)
Thallium (Tl) dans retomb. de pouss.	2 µg/m ³ · jour	Moyenne annuelle (moyenne arithmétique)

Les Américains ont établi des valeurs dites Niveaux guides de dépôts, ces niveaux sont donnés par le tableau II-8. (4)

Table II 9. Guidelines for Dustfall in Allegheny County, Pennsylvania** (4)

Classification	Dustfall	
	tons/mile ² /30 days	mg/cm ² /30 days
Slight	0-20	0-0.7
Moderate	20-40	0.7-1.4
Heavy	40-100	1.4-3.5
Very heavy	>100	>3.5

* Referred to as "cleanliness index."

** Collection according to ASTM D 1739-62 for dustfall evaluation (237).

5-3 NOTION DE BIOMONITORING LIEE AUX DEPOTS DE POUSSIÈRES:

Dans le but d'identifier les espèces de plantes qui sont sensibles ou résistantes aux contaminations urbaines et industrielles par les particules, des chercheurs en Inde, dans le district urbain de Ahmadabad ont suivi le niveau de la chlorophylle dans les feuilles de neuf espèces de plantes comme fonction de l'intensité de la pollution. Un autre chercheur étudia les mêmes espèces pour déterminer l'effet des retombées sur le niveau du sucre soluble (des mêmes espèces de plantes).

Les résultats obtenus sont illustrés dans la figure qui suit, pour quatre espèces seulement. (17)

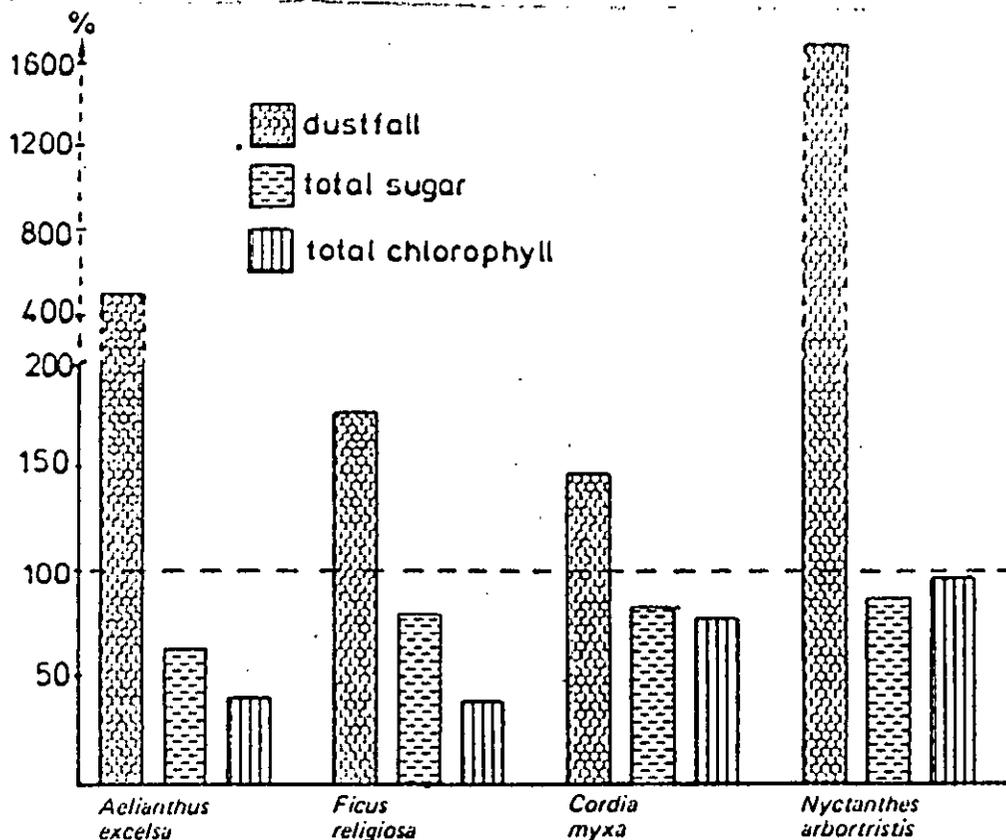


Figure 12. Dustfall on the leaves of *Aelanthus excelsa*, *Ficus religiosa*, *Cordia myxa* and *Nyctanthes arbortristis* and its effect on total chlorophyll and total sugar content. (17)

6 EFFETS DES RETOMBÉES PARTICULAIRES:

6-1 EFFETS SUR LES HUMAINS:

En certaines régions fortement industrialisées, quelques 300 /Km²/an de poussières peuvent se déposer . La santé humaine paie un lourd tribut à la pollution de l'air par les poussières . La région du corps la plus sensible à ce genre de pollution est l'appareil respiratoire .En fait, le dépôt des particules dans les différentes régions du système respiratoire dépend de leurs dimensions . L'ouverture nasale permet aussi bien aux particules fines qu'aux particules grossières de pénétrer . Les particules grossières se déposent dans la région nasale par impaction des poils.Par contre,les particules fines passent dans les régions trachéo-bronchiale et pulmonaire.Les particules inférieures à 6 µm pénètrent dans l'arbre bronchique et celles de taille plus faible que 1 µm vont dans les alvéoles pulmonaires , il en résulte toute une série d'affections.(18)

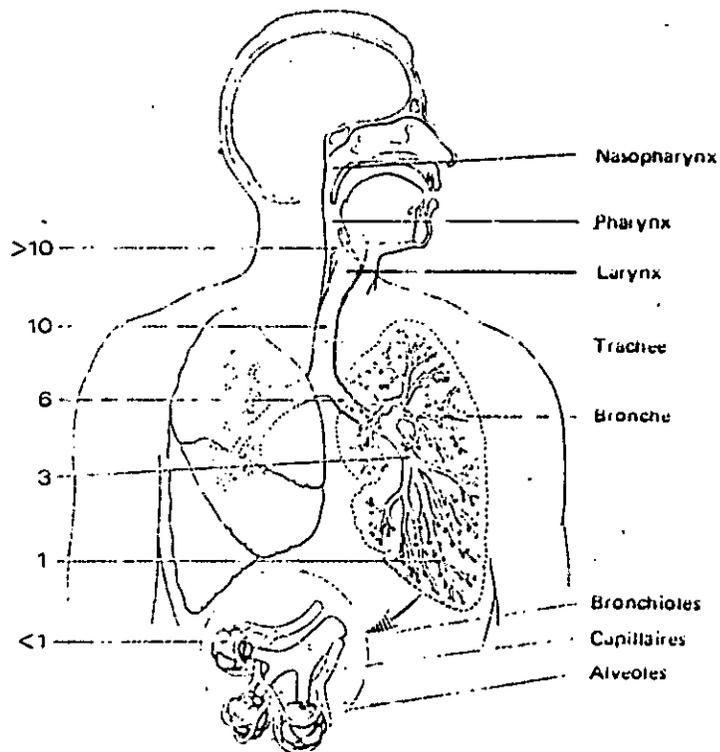


Fig 11.1 Influence de la dimension des particules inhalées dans la contamination du système respiratoire humain (les nombres figurent les diamètres des particules exprimés en μ) (in MASTERS, 1971). (18)

Les allergies sont provoquées par des particules solides microscopiques de diamètre compris entre 1 et 80 μm . Quand elles atteignent l'épithélium alvéolaire, elles provoquent de l'asthme.

La Bronchite chronique se traduit par une toux sèche accompagnée d'une hypersécrétion bronchique puis apparaît successivement une hypoventilation pulmonaire qui s'accompagne à long terme de défaillances cardiaques.

La fréquence et la gravité de la maladie, sont nettement plus élevées dans les régions renfermant plus de 100 $\mu\text{g}/\text{mètres cubes}$ de particules.

Le carcinome pulmonaire est provoqué par la présence d'hydrocarbures polycycliques carcinogènes dans les poussières.(18)

6-2 EFFETS SPECIFIQUES DE CERTAINS POLLUANTS:

Le Cadmium est connu pour provoquer de l'hypertension. Il a été prouvé que les malades atteints d'hypertension excrètent davantage de cadmium et en retiennent davantage dans les tissus des reins que les sujets normaux.

Le Plomb se répartit dans l'organisme et on le retrouve dans différents tissus notamment le tissu osseux, et il semblerait que la teneur en Plomb des os soit plus élevée pour les personnes âgées que pour les sujets jeunes, ce qui correspond à une fixation au cours des ans. Dans le sang, le Plomb interfère le processus normal de maturation des globules rouges, ce qui peut conduire à une anémie.(18)

Tableau 1110 - ABSORPTION MOYENNE DE PLOMB CHEZ UN INDIVIDU « NORMAL » AUX ÉTATS-UNIS (in SIMMONS, 1974) (18)

Source de contamination	Consommation journalière	Concentration du Plomb dans la source	Plomb ingéré (en mg/j)	Fraction absorbée	Plomb absorbé par jour (en mg)
Alimentation	2 kg	0,17 ppm	330	0,05	17
eau de boisson	1 kg	0,01 ppm	10	0,1	1
	Air { urbain	20 m ³	1,3 mg/m ³	26	0,4
rural		20 m ³	0,05 mg/m ³	1	0,4

L'inhalation des silicates provoque la silicose ou

fibrocytose pulmonaire .Elle est causée par l'accumulation d'hydrocystes dans le parenchyme pulmonaire qui phagocytent les particules minérales et se transforment en fibrocytes , il en résulte une sclérisation des alvéoles pulmonaires qui perdent toute élasticité de ce fait.

4-2-2 Point sur l'Amiante:

Pendant ces 20 dernières années ,les effets biologiques et pathologiques des poussières d'amiante ont fait l'objet de nombreuses recherches , tous azimuts , métrologiques , épidémiologiques,expérimentales,fondamentales ...etc.

Deux organes cibles sont particulièrement visés par ce polluant majeur:

Le parenchyme pulmonaire et la sereuse mesotheliale pleurale ou peritonéale . A ce niveau,les fibres d'amiante provoquent soit des maladies inflammatoires conduisant à la fibrose du poumon et de la plevre, soit des transformations cellulaires aboutissant aux cancers du poumon et de la peritoine.

Le type de cancer le plus fréquent , directement lié à l'exposition à ce matériau est une forme particulière dénommée mesotheliome pulmonaire , il s'agit d'une infiltration fibreuse diffuse du parenchyme alvéolaire et des plèvres qui prend un caractère tumoral.(17)

6-3 EFFETS SUR LES VEGETAUX:

La matière particulaire est responsable de la phytotoxicité généralement par dépôts à la surface des feuilles des plantes empêchant de ce fait la respiration au niveau des stomates, ce qui réduit la photosynthèse.

6-3-1 Effets spécifiques de certains métaux lourds:

S'il est admis que certains de ces métaux sont indispensables aux plantes, d'autres, par contre, ont des effets phytotoxiques lorsqu'ils sont absorbés dans des proportions irrationnelles.

Le dépôt de fortes doses de poussières riches en éléments traces pourrait entraîner des absorptions exagérées de ces éléments par les plantes (si les conditions du sol, notamment le pH, le permettent), provoquerait des accidents de végétation (symptôme de phytotoxicité, chute de rendements). De ce fait, il est très intéressant de comparer les niveaux de dépôts de certains métaux lourds avec leur capacité d'assimilation par les plantes.

L'Arsenic:

Ne provoque pas par lui-même de lésions apparentes, mais s'accumule dans les plantes en rendant leur utilisation impossible, ce qui entraîne des pertes économiques.

6-3 EFFETS SUR LES VEGETAUX:

La matière particulaire est responsable de la phytotoxicité généralement par dépôts à la surface des feuilles des plantes empêchant de ce fait la respiration au niveau des stomates, ce qui réduit la photosynthèse.

6-3-1 Effets spécifiques de certains métaux lourds:

S'il est admis que certains de ces métaux sont indispensables aux plantes, d'autres, par contre, ont des effets phytotoxiques lorsqu'ils sont absorbés dans des proportions irrationnelles.

Le dépôt de fortes doses de poussières riches en éléments traces pourrait entraîner des absorptions exagérées de ces éléments par les plantes (si les conditions du sol, notamment le pH, le permettent), provoquerait des accidents de végétation (symptôme de phytotoxicité, chute de rendements). De ce fait, il est très intéressant de comparer les niveaux de dépôts de certains métaux lourds avec leur capacité d'assimilation par les plantes.

L'Arsenic:

Ne provoque pas par lui-même de lésions apparentes, mais s'accumule dans les plantes en rendant leur utilisation impossible, ce qui entraîne des pertes économiques.

Le Zinc:

Son action est mal connue , toutefois , à des doses élevées, elle limite la vie végétale d'une région à quelques espèces bien déterminées caractéristiques des sols à haute teneur en silicate hydraté de Zinc .

Les particules d'oxydes métalliques de Zinc , obturent les stomates et provoquent un lent dépérissement des végétaux.

6-3-2 Effets des poussières de cimenteries:

On relève la présence de croûtes grisâtres sur les plantes situées autour des cimenteries d'épaisseur variable avec l'intensité des retombées . Ces croûtes s'adhèrent aux feuilles , bouchent les stomates et brûlent la matière végétale . La chaux s'hydrate et pénètre à l'intérieur des feuilles , dénature le cytoplasme, le noyau cellulaire et les chloroplastes et détruit la chlorophylle . Les poussières attaquent également la cuticule en ôtant toute résistance aux plantes.

6-4 EFFETS SUR LES ANIMAUX:

Le Zinc , le selenium , les poussières , les suies et le Plomb pourraient avoir des effets nocifs sur les animaux , d'après les expériences effectuées en laboratoires. Toutefois , les cas des maladies dues à ces agents sont extrêmement rares.

Ces polluants sont fixés par l'organisme animal par l'intermédiaire des voies respiratoire ,ils peuvent par ailleurs pénétrer par la voie digestive.En effet,les animaux herbivore en consommant de l'herbe ayant déjà concentré une dose importante de polluants en particulier les métaux lourds , pourraient présenter avec les années des symptômes d'atteinte à leur santé dus à l'accumulation des polluants. (2)

6-5 EFFETS SUR LES EAUX SUPERFICIELLES:

Le dépôt de poussières sur les eaux de surface (lacs , barrages,...etc) en particulier les métaux lourds,pourrait provoquer une accumulation de ces polluants au cours des années . L'apport peut par ailleurs se faire par lessivage par les eaux pluviales , de ces mêmes polluants déposés au sol .Le dépôt de 100 µg/m²/j de plomb,fait augmenter la concentration de l'eau en cet élément de 34µg/l une valeur proche de la limite de qualité des eaux destinées à la consommation humaine et qui est de 50 µg/l. Cependant, le Plomb ,déposé ne passe pas en totalité en solution, puisqu'il y'a une partie qui reste en suspension et sédimente avec le temps.

6-6 EFFETS SUR LES MATERIAUX:

6-6-2 Dégradation des façades:

L'effet le plus visible et le plus concluant est le noircissement des façades par les dépôts de suies et de poussières.

6-6-2 Dégradation des toitures:

Ce phénomène concerne les toitures en Zinc assez répandues dans la ville de Paris . La dégradation se manifeste selon 2 processus:

- Projection de fragments de sulfates ferreux avec excès d'acide sulfurique.
- Projection de suies légères chargées de SO₂.L'attaque se fait sur les surfaces exposées aux dépôts habituels de suies.

6-6-3 Dégradation des peintures:

Les dépôts de particules solides noires ont pour effets d'assombrir les peintures surtout quand elles sont fraîches .Les spores des fougères peuvent causer la décoloration des peintures en trouvant des éléments favorables à leur germination dans les constituants organiques des peintures.(2)

6-6-4 Salissures dans la vie domestique:

Provoquées essentiellement par les particules grossières en se déposant sur les rebords des fenêtres, les voitures...etc. Le lavage fréquent des objets sur lesquels se déposent les particules renforce l'action néfaste de ces dernières, car une action abrasive se manifeste de ce fait. Les particules fines peuvent se déposer sur les vêtements réduisant ainsi leur usage. Elles peuvent également s'infiltrer à l'intérieur des habitations par les ouvertures (portes et fenêtres), salir les murs, les plafonds, les tapis...etc et augmenter ainsi le travail de la ménagère. (2)

7 METHODE DE MESURE DES RETOMBEES: (20)

7-1 DEFINITION:

Les retombées de poussières sont définies comme étant les particules qui se déposent dans un collecteur sous les conditions atmosphériques sèches ou humides. Différents processus physiques et chimiques autres que ceux liés à la pesanteur sont responsables du dépôt de différents composants de l'air.

7-2 PRINCIPE:

Rétention des retombées atmosphériques dans un récipient de capacité suffisante pour retenir les retombées atmo-

sphériques et les précipitations collectées durant une période. L'échantillon doit être analysé.

7-3 APPAREILLAGE:

7-3-1 Equipement utilisé pour la collection des retombées:

a) La jauge de dépôts (Deposit gauge):

La jauge est un récipient cylindrique d'un diamètre intérieur de 200 ± 2 mm et d'une profondeur de 400 ± 10 mm. La jauge de dépôt doit être suffisamment solide pour maintenir sa forme et permettre son transport après son remplissage, le matériau doit être choisi selon le besoin en vue d'éventuelles analyses chimiques anticipées.

b) Le support:

La jauge doit être placée dans un support de diamètre inférieur à 240 mm (voir figure). Pour les mesures dans les terrains ouverts, la plate-forme support doit être surélevée du sol de 1400 ± 200 mm.

Le support doit être suffisamment rigide pour éviter les oscillations, et on doit s'assurer que la jauge soit maintenue horizontalement.

c) Le couvercle:

Il sert à sceller la jauge pendant son transport, il doit être fait d'une matière qui ne réagit pas avec les poussières collectées. Le polyéthylène en est un exemple approprié.

7-3-2 Collection des retombées atmosphériques:

a) Opérations préliminaires:

Nettoyer soigneusement la jauge et son couvercle en les rinçant avec de l'acide nitrique dilué et de l'eau distillée. Une fois nettoyée, la jauge doit être scellée pour son transport.

b) Exposition de la jauge:

Le site doit être loin de l'influence de sources de pollution spécifiques telles que, les cheminées, le trafic routier, les arbres et les poussières du sol. Il doit être horizontal, l'obstacle le plus proche doit dépasser les 5 m de distance. L'angle entre le plan de l'ouverture de la jauge et la droite qui joint le centre de cette ouverture le sommet d'un haut obstacle doit être inférieur à 30°, en plus le site doit remplir d'autres conditions énumérées comme suit:

-Un terrain ouvert.

-Un toit horizontal, ce dernier doit être celui d'un immeuble de dimensions et de hauteur moyennes par rapport à la ville.

-Une jauge centrée par rapport au toit.

c) Positionnement de la jauge:

la hauteur du plan d'ouverture de la jauge doit être de (1.8 ± 0.2) m, il est impératif que la jauge soit maintenue horizontalement.

d) Additifs:

Il faut mettre suffisamment d'eau distillée dans la jauge pour éviter un éventuel séchage lors des périodes sèches .L'eau n'a cependant aucun effet sur les poussières qui se déposent . On peut , en vue de diminuer le point de congélation de l'eau et/ou éviter la croissance des bactéries et algues faire un apport en additifs appropriés qui n'interfèrent pas avec les analyses.

e) Période d'exposition:

La période d'exposition est, en général , de 30 ± 2 j.

f) Transport:

A la fin de la période d'exposition, la jauge doit être enlevée de son support et scellée immédiatement à son couvercle.

g) Stockage:

Pendant le stockage , la jauge doit être soigneusement scellée , les analyses doivent avoir lieu le plus vite possible.

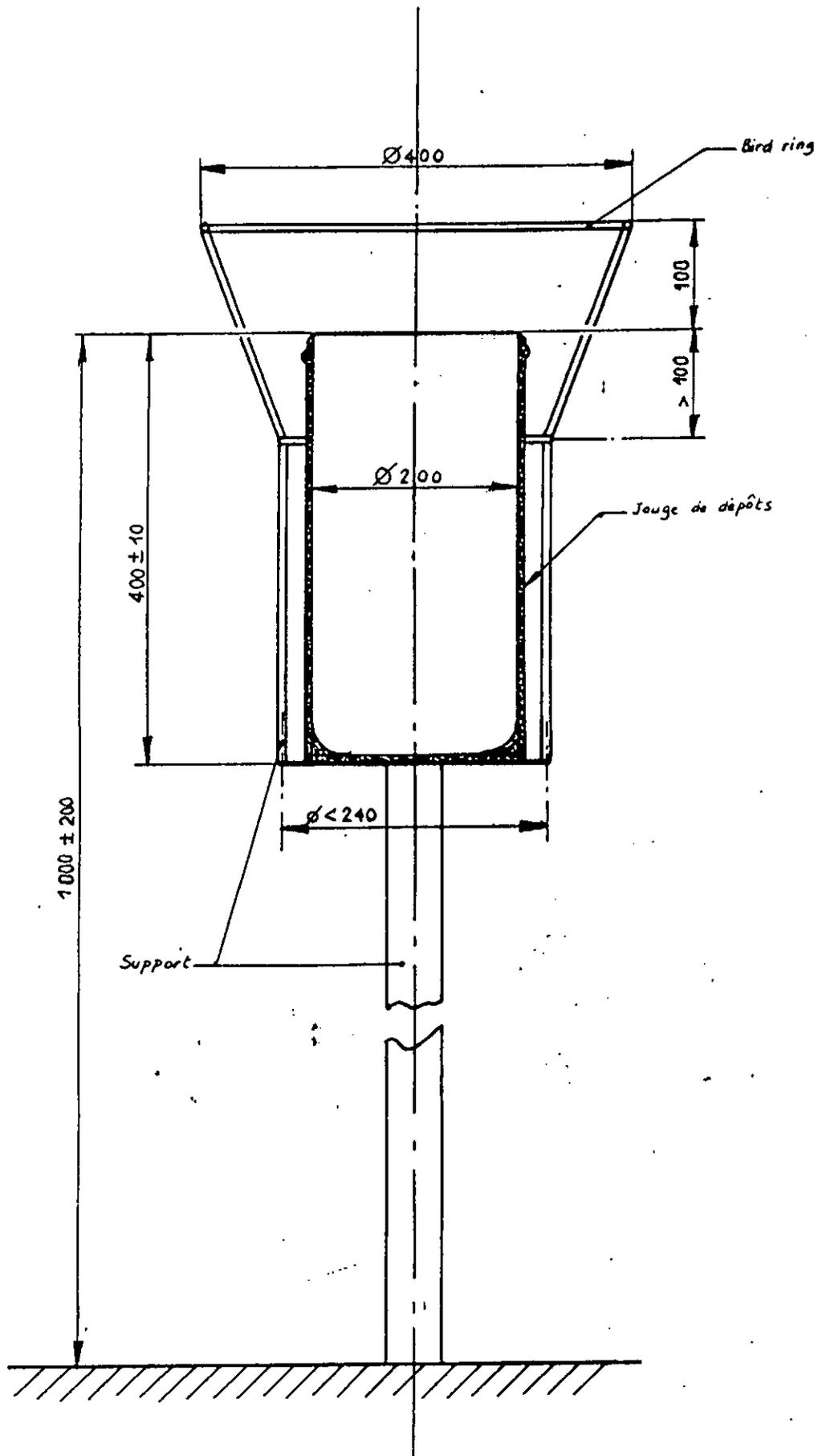


Figure 11.3 - Jauge de dépôts (20)

ETUDES EXPERIMENTALES

III-ETUDE EXPERIMENTALE

1 REALISATION DU RESEAU :

Le réseau de mesure mis en place compte 7 stations, son but étant de saisir l'état général de la pollution atmosphérique par les particules dans la région de la MITIDJA . De telles mesures permettront de faire une appréciation objective de cette pollution.

De part son principe, le réseau doit être à même d'enregistrer le type de pollution qui se rencontre fréquemment dans cette rurale à vocation agricole et d'en faire la comparaison avec une zone fortement polluée , en l'occurrence , MEFTAH ,et une région en haute montagne:CHREA.

1-1 EMLACEMENT DES STATIONS:

L'emplacement des stations figure sur la carte (fig.III), dans ce qui suit, nous ferons une brève description des sites:
S1-MEFTAH:dans la cimenterie.

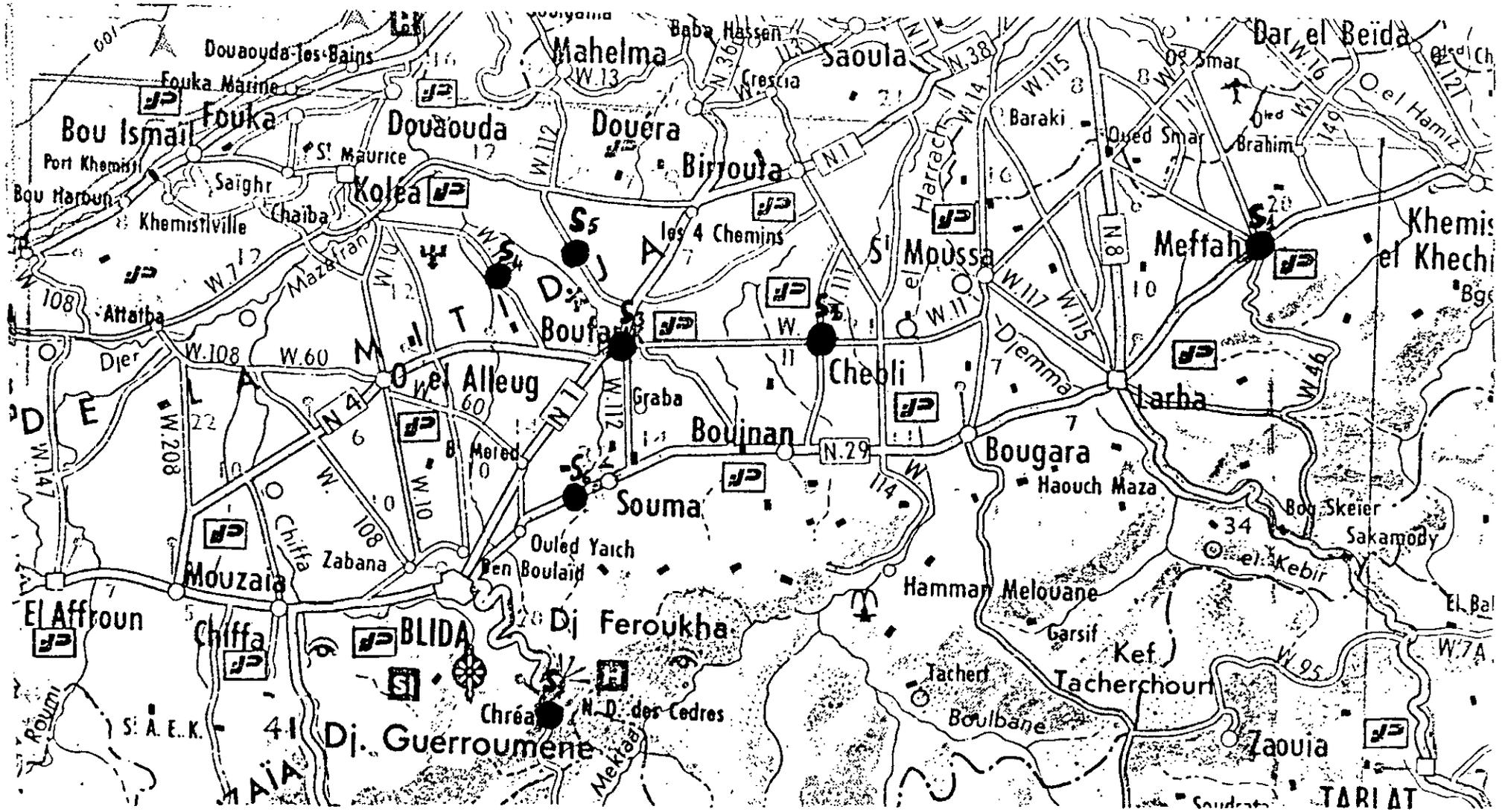
S2-CHEBLI:petite agglomération rurale.Le site est à proximité d'un champ d'oranger.

S3-BOUFARIK:ferme à la sortie de la ville.La jauge est installée sur le toit d'une écurie.

S4-BEN KHELLIL:région typiquement rurale.La jauge est installée sur la terrasse d'une maison.

S5-BEN CHAABANE:région typiquement rurale . Le site est un terrain ouvert dégagé (terre agricole).

Figure III.1 : Carte de la région (Emplacement des stations).



S6 SOUMAA:institut d'agronomie de BLIDA . Le site est un terrain ouvert.Dans cette station, sont installées 2 jauges , une surélevée, l'autre (R), posée sur le sol pour l'étude de la resuspension.

S7-CHREA:Centre-ville., sur la terrasse du siège du parc national.

1-2 EQUIPEMENT UTILISE POUR LA COLLECTE DES RETOMBÉES:

Pour la collecte des retombées , on a utilisé des jauges de dépôts conformes aux normes du point de vue hauteur . Le diamètre d'ouverture des jauges, lui par contre, n'est pas conforme aux normes, à l'exception de la jauge installée à MULHAI. Pour les 2 jauges installées à SOUMAA, le diamètre est de 25cm pour les 5 autres, il est de 26 cm.

1-3 DUREE D'EXPOSITION DE LA JAUGE:

Comme on l'a déjà signalé , la durée d'exposition pour chaque prélèvement devrait être de 30 ± 2 jours , pour que l'échantillon soit représentatif , cependant , pour des considérations pratiques et pour avoir 2 fois plus de prélèvement, donc 2 fois moins d'incertitudes, on a divisé la période par 2 (15 jours par prélèvement).

Les quinzaines sont réparties comme suit:

- 1ere quinzaine: du 31/03/93 au 14/04/93
- 2eme quinzaine: du 15/04/93 au 29/04/93

-3eme quinzaine: du 29/04/93 au 13/05/93.

-4eme quinzaine: du 13/05/93 au 25/05/93.

-5eme quinzaine: du 27/05/93 au 10/06/93.

1-4 ANALYSE DES ECHANTILLON PRELEVES:

La démarche à suivre pour l'analyse des échantillons prélevés, est donnée par la figure III-2. A présent, on détaillera les différentes étapes.

1-4-1 Le dégrillage:

C'est une préfiltration de l'échantillon en vue d'éliminer les éléments grossiers (les insectes , les fragments de végétaux...etc).

1-4-2 La filtration:

Avant de procéder à la filtration, l'échantillon doit subir une decantation . Une fois la decantation achevée, on commence par faire passer le surnageant à travers un filtre à l'aide d'une pompe à vide . Vers la fin , on change de filtre pour récupérer le gâteau . Les filtres subiront par la suite un séchage à l'étuve à 105 °C pendant une heure, et doivent être pesés pour déterminer le poids de matière insoluble (on doit noter la masse des filtres avant usage).

On récupère le filtrat , on note son volume , son pH , et sa conductivité, après cela, on prélève 200 ml du filtrat dans un

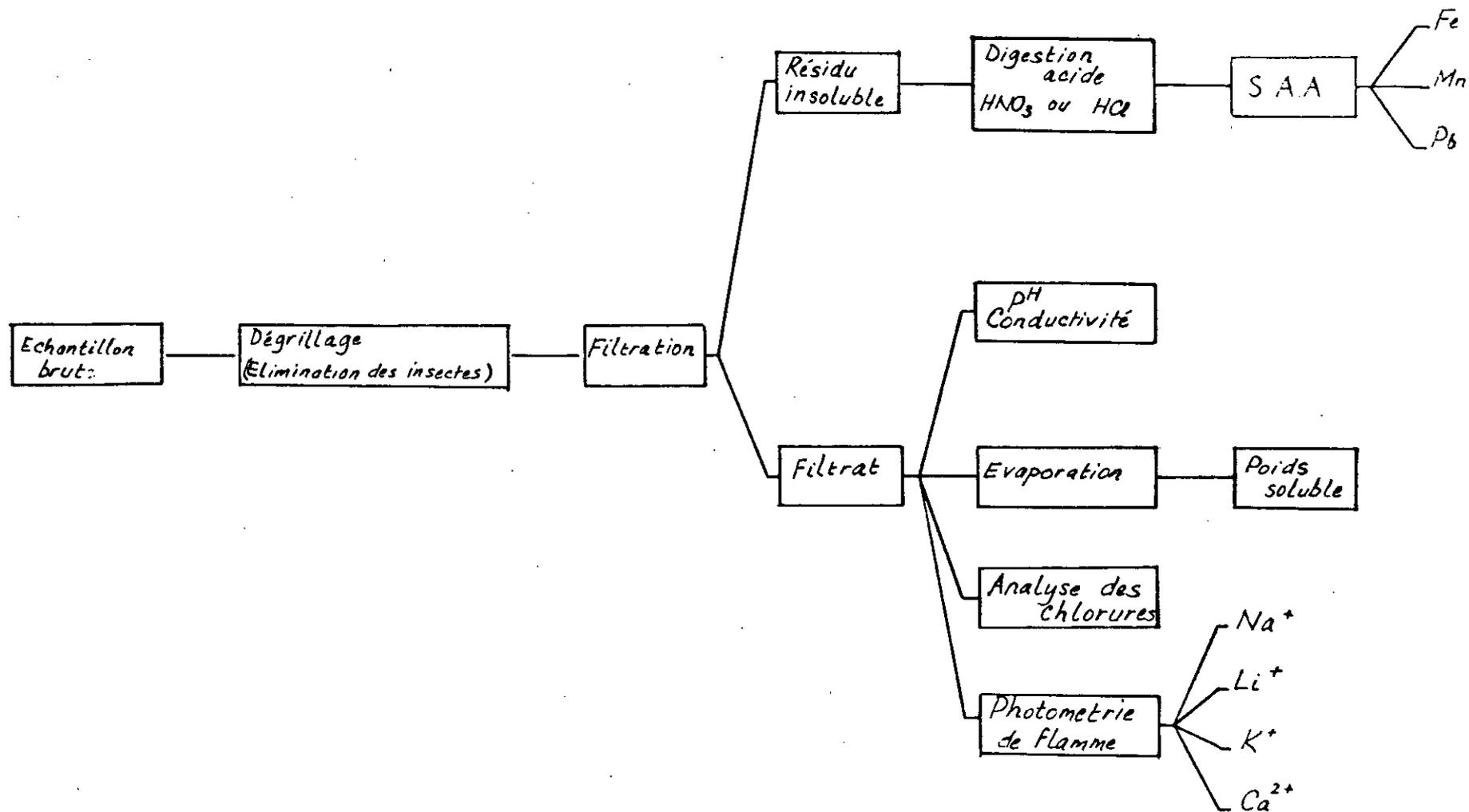


Figure III-2 - Méthode d'analyse des échantillons

bécher ,on le place dans l'étuve jusqu'à évaporation totale, par la suite , on note la masse du bécher chargé en matière soluble et on en déduit la masse de matière soluble de tout l'échantillon (le bécher doit être pesé vide auparavant), par la suite , on passe a l'analyse des Chlorures , Sodium , Potassium,Lithium,Calcium, dans la partie soluble . La partie insoluble subira un digestion acide à l'aide de l'acide nitrique ou/et l'acide chlorhydrique .On récupère la partie non solubilisée et on note sa masse , vers la fin , on fait l'analyse du Fer , Manganèse et Plomb présents dans la partie insoluble de l'échantillon.

1-5 OBSERVATIONS PRELIMINAIRES:

Les solutions de jauges contenaient un nombre très élevé d'insectes particulièrement les abeilles, ceci coïncidait avec le printemps où les abeilles quittent leurs ruches pour aller butiner de fleur en fleur.

Pour ce qui est de la coloration verdâtre de toutes les solutions collectées, à l'exception de celles de MEFTAH et de CHREA, elle est due à la présence de Chlorophylle. Celle-ci diminuait dès l'approche de l'été.

Les volumes d'eau recueillis, augmentent par périodes pluvieuses et diminuent par périodes sèches.

Fig III.3

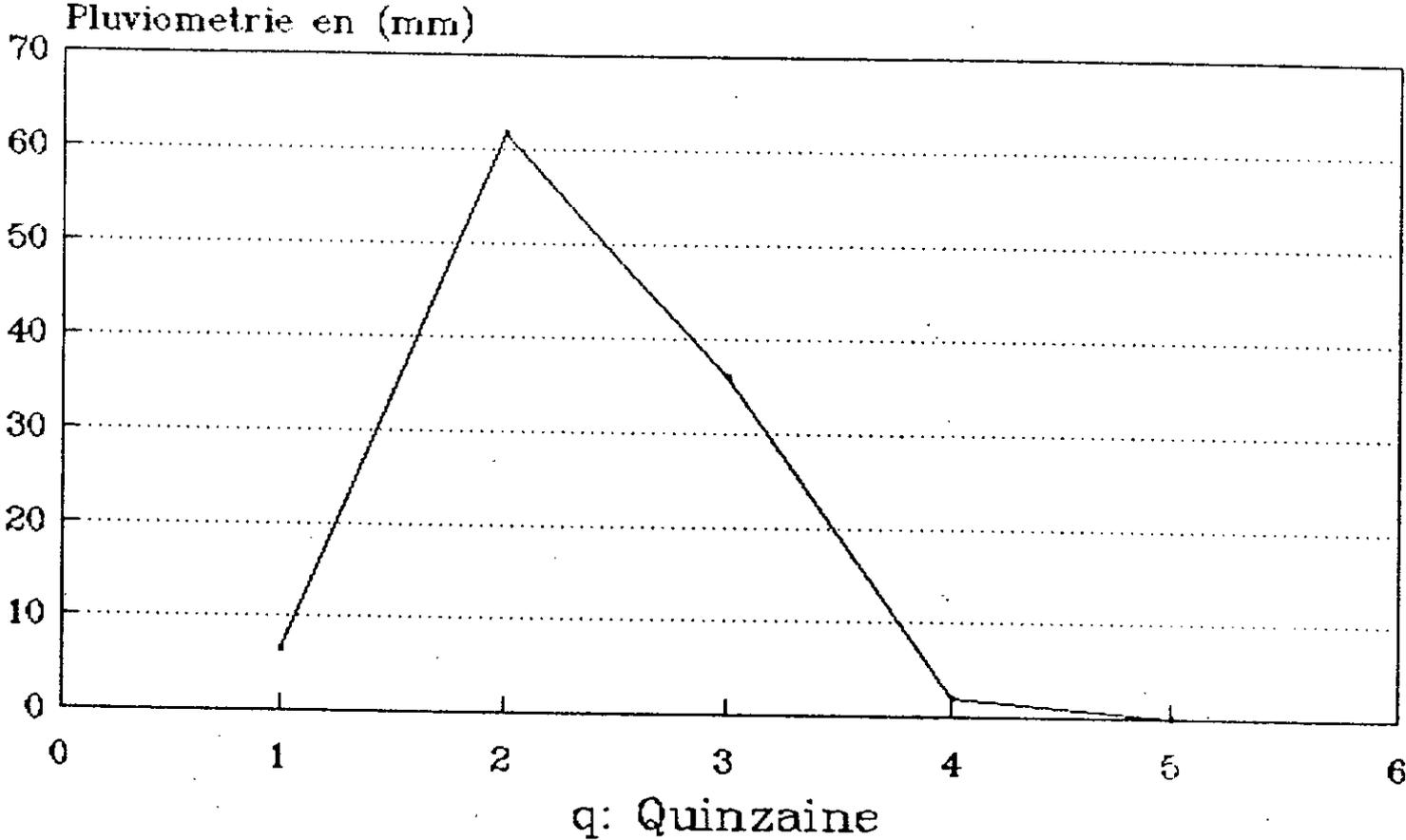
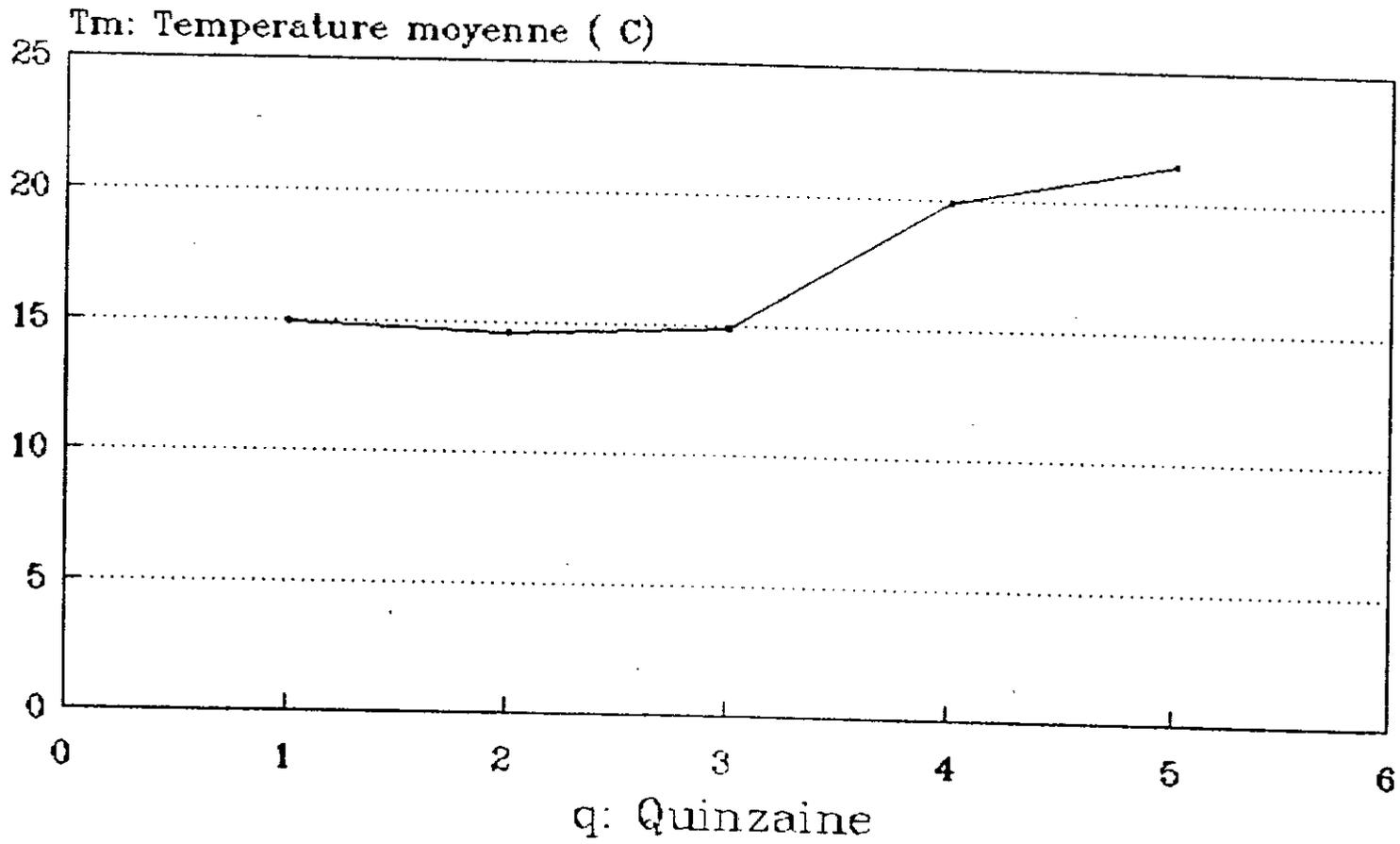
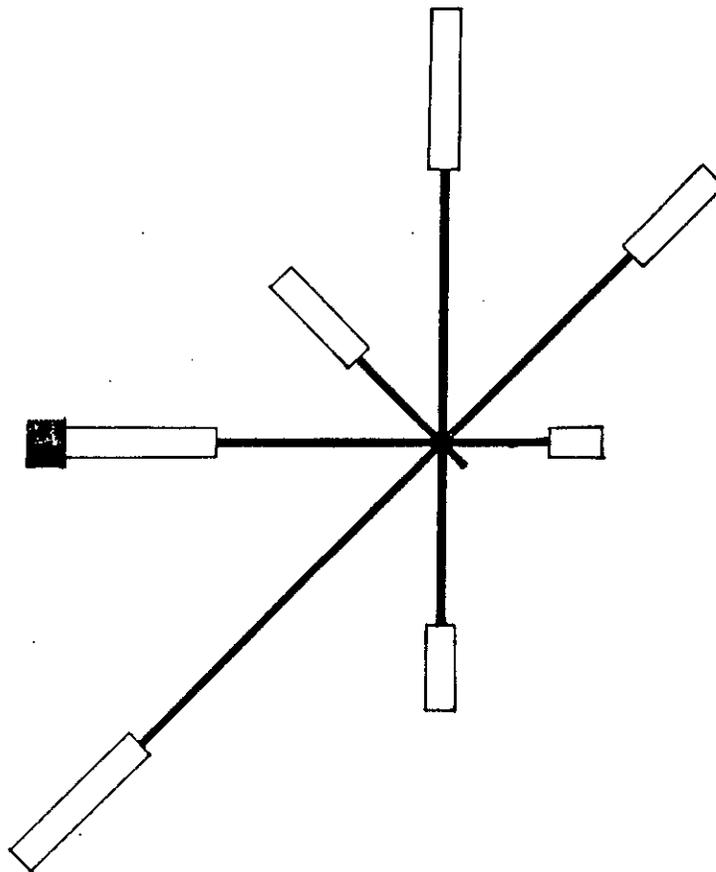


Fig III4



STATION
DAR EL-BAIDA



CLASSE DES VITESSES

— 1 à 5 m/s

□ 6 à 10 m/s

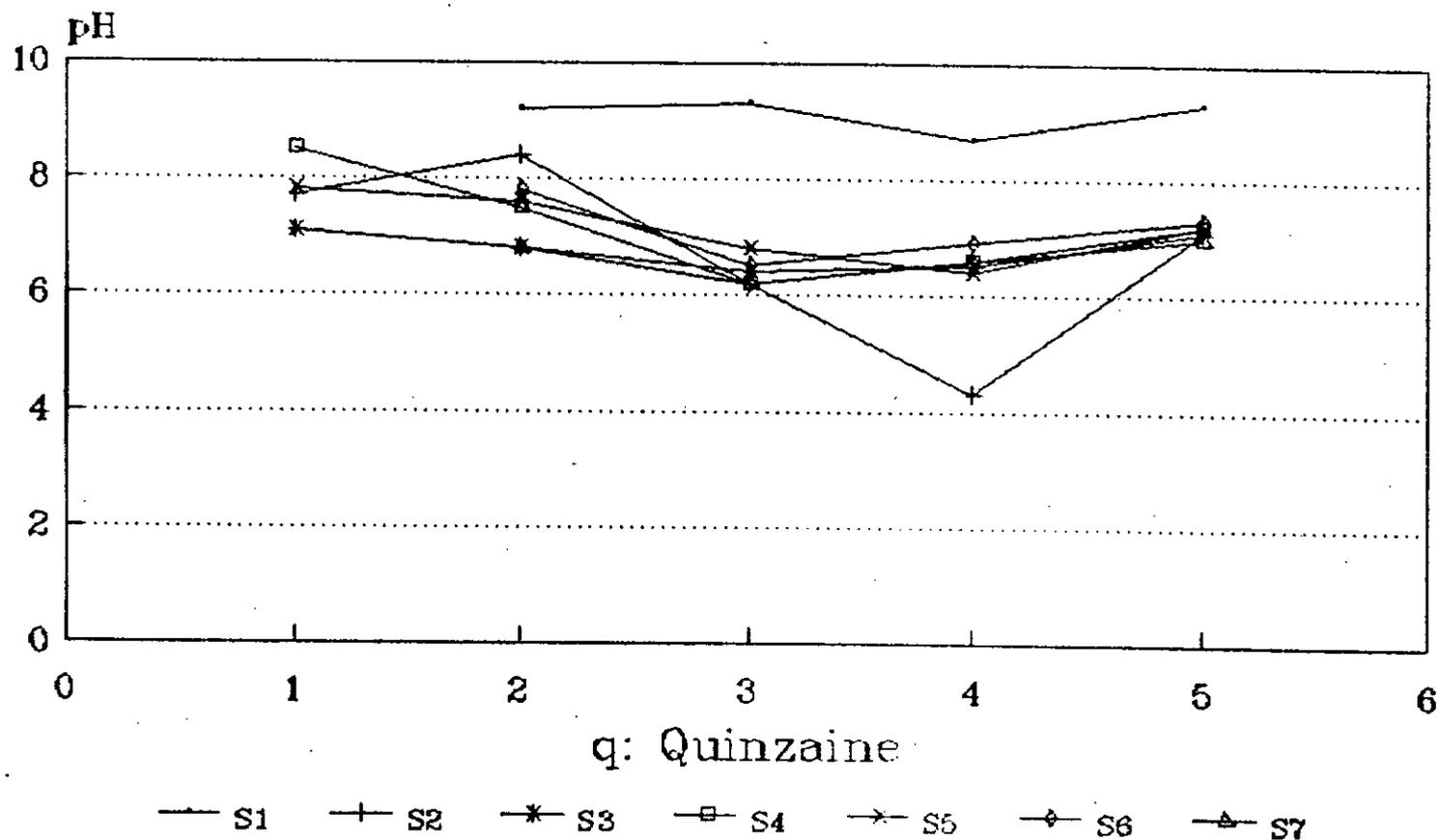
■ 11 à 15 m/s

ECHELLE — 3 cm — 6%

ROSE DES
VENTS
ANNUELLE

Fig: III-5

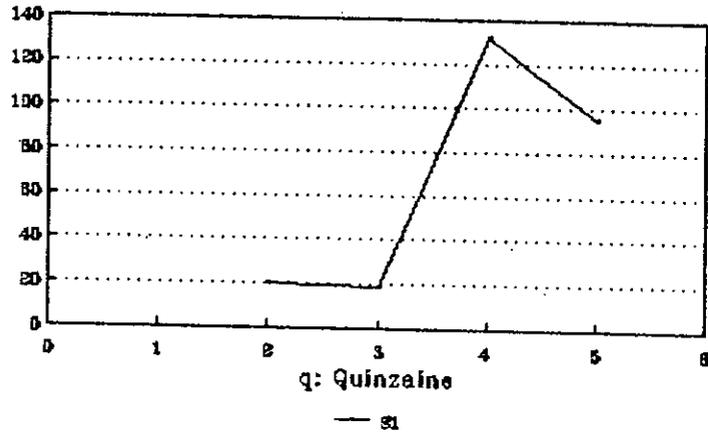
Fig: III 6 : Evolution du pH des solutions de jauge



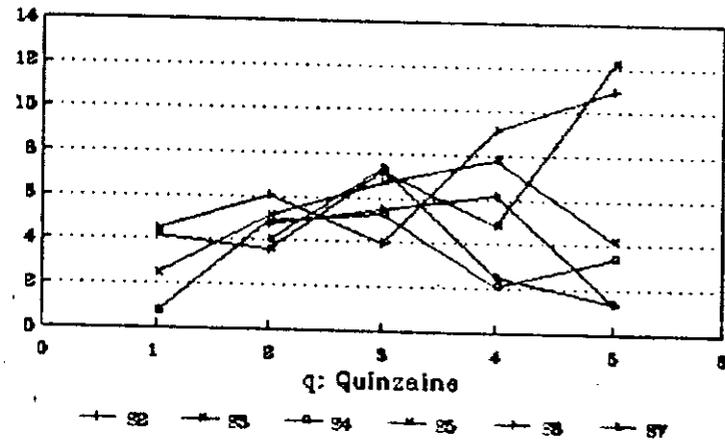
- 58 -

Fig III.7

Retombees Insolubles
(g/m²/q)



Retombees Insolubles
(g/m²/q)



- 59 -

Fig III.8: Retombees Solubles
(g/m²/q)

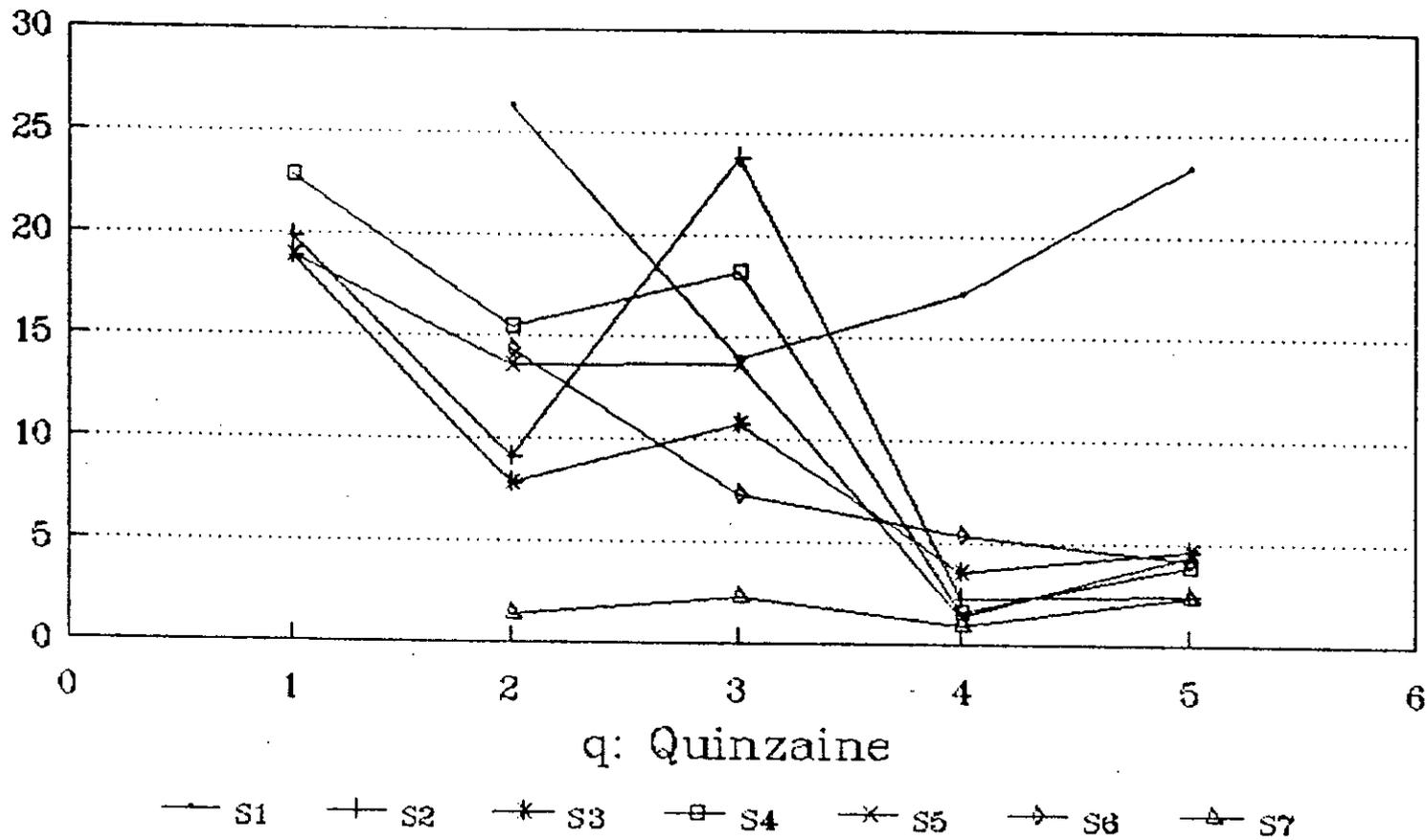
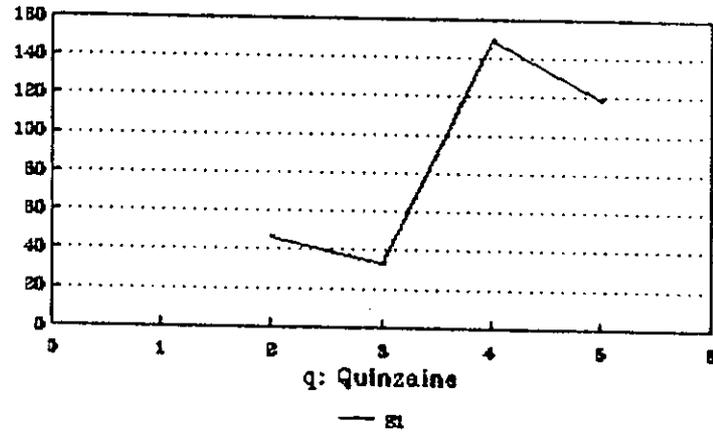
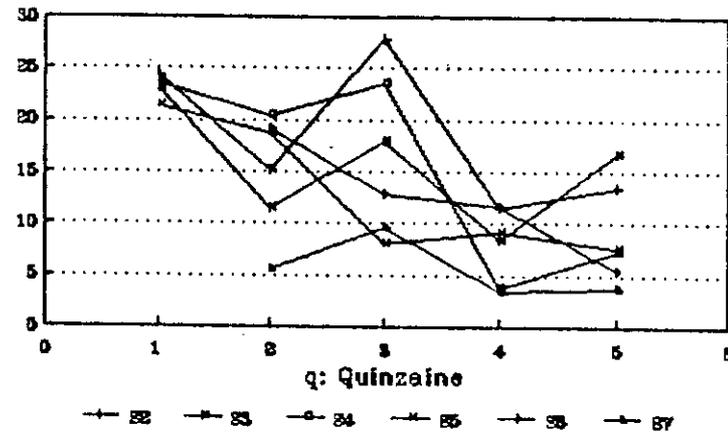


Fig III.9

Retombees totales
(g/m²/q)



Retombees totales
(g/m²/q)



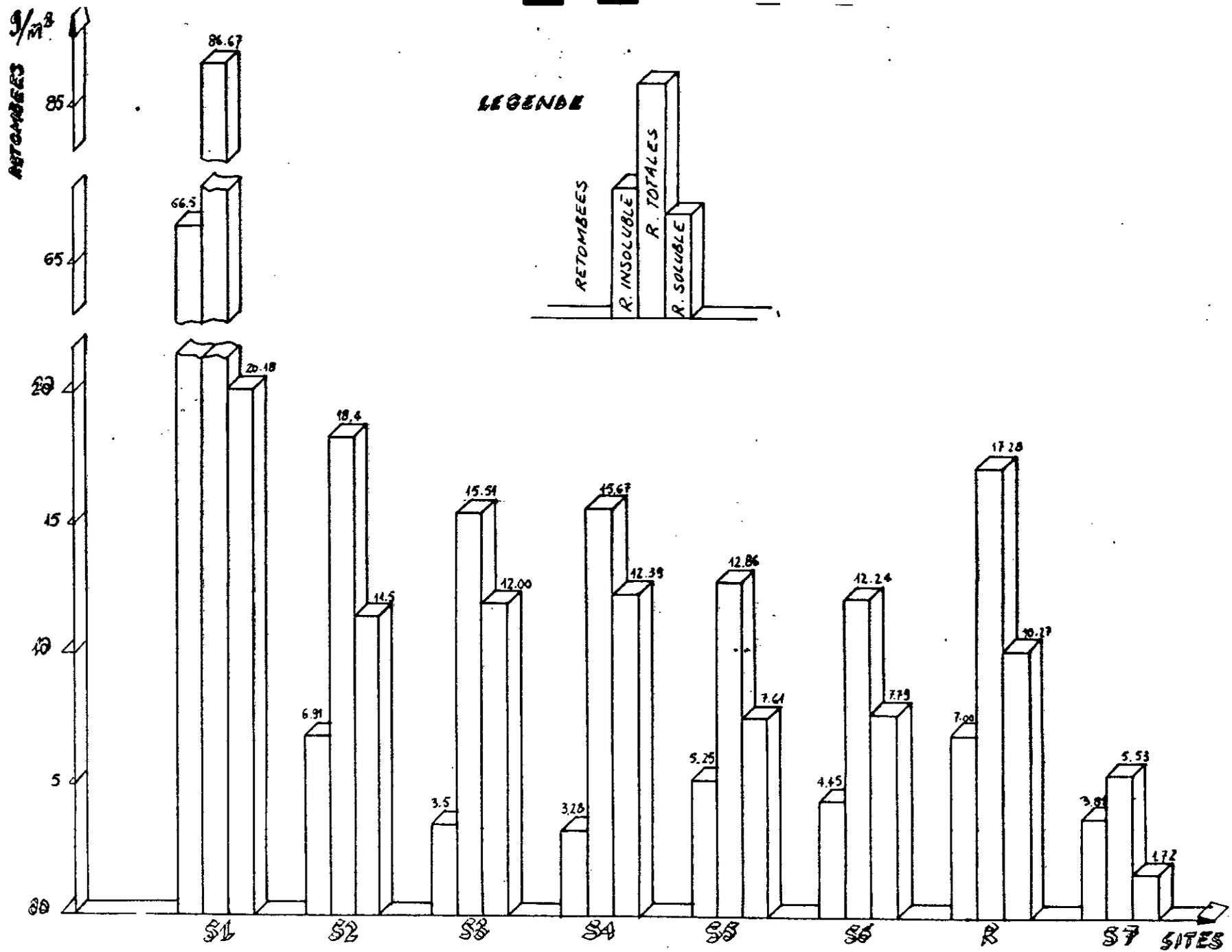


Fig III. 10 MOYENNE DES RETOMBÉES SUR TOUTES LES QUINZAINES (g/m²/q)

Fig III.11

Moyenne des retombées
sur toutes les quinzaines (g/m²/q)

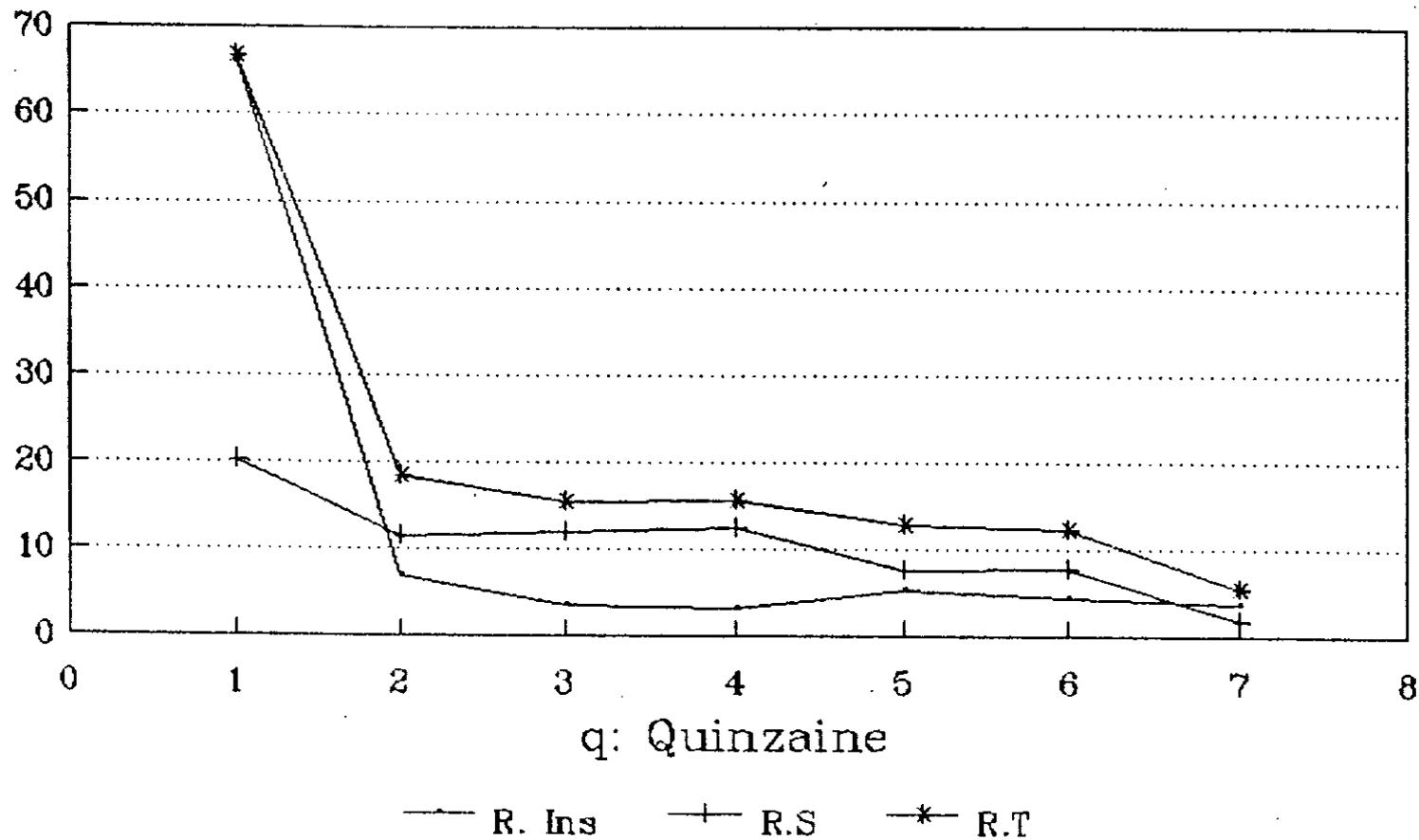


Fig III.12

Moyenne des retombées
sur tous les sites

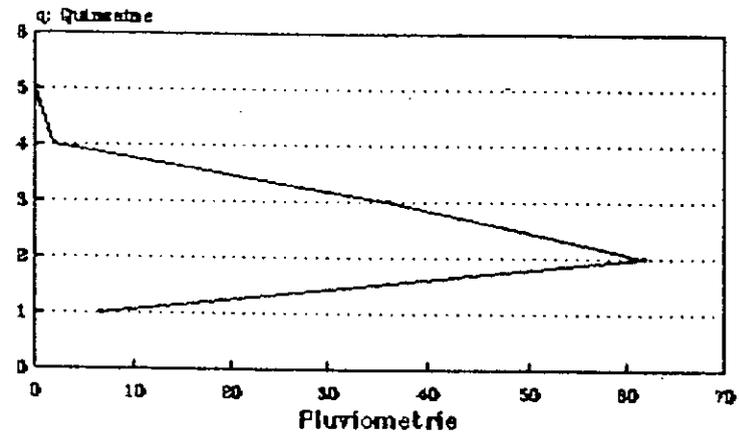
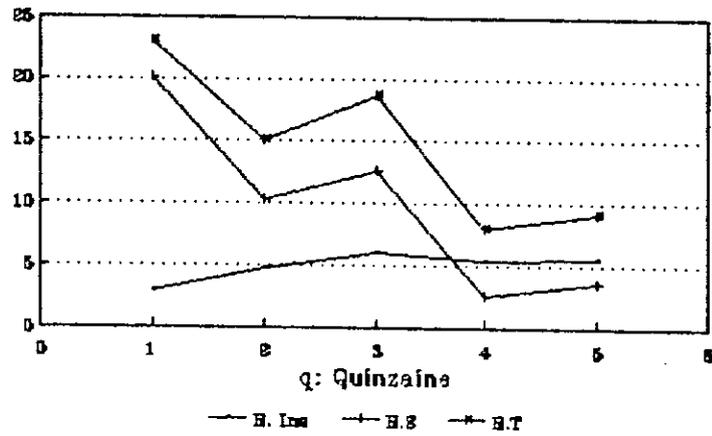
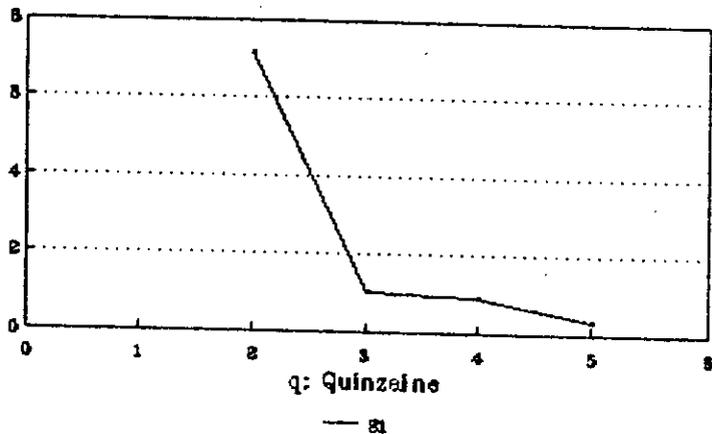
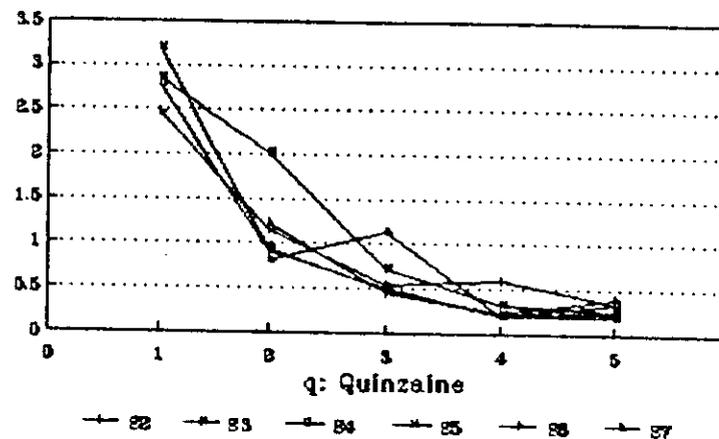


Fig III.13

Chlorures dans les
retombées solubles (g/m²/q)



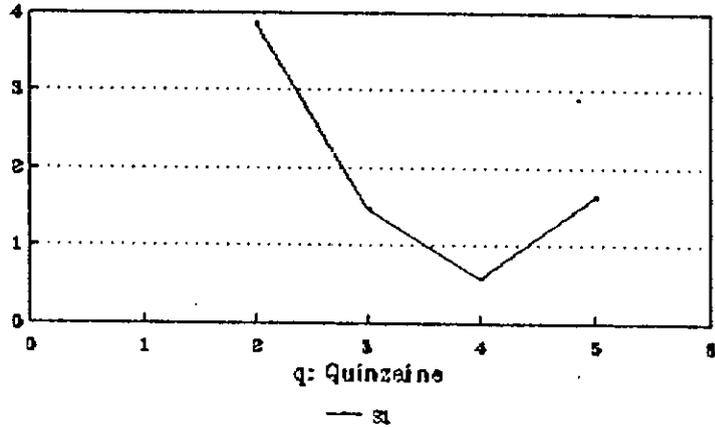
Chlorures dans les
retombées solubles (g/m²/q)



- 65 -

Fig III-14

Sodium dans les
retombées solubles (g/m²/q)



Sodium dans les
retombées solubles (g/m²/q)

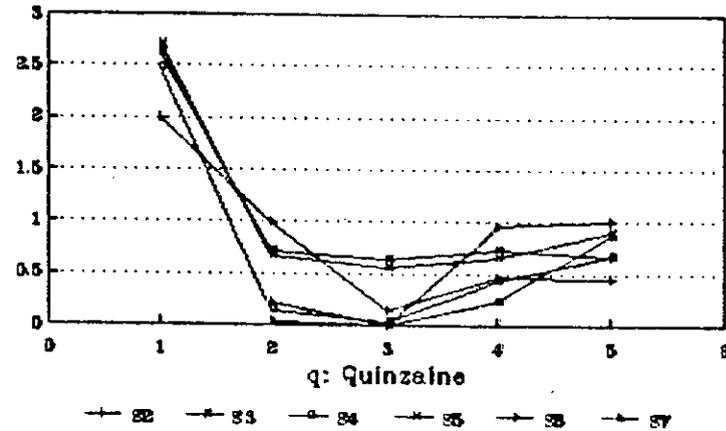
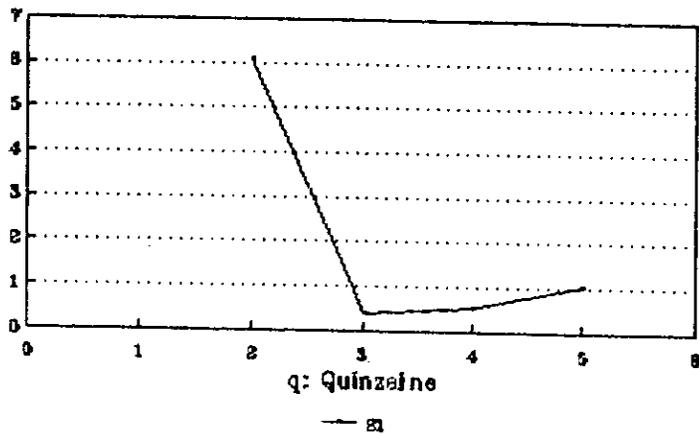


Fig - III.15

Potassium dans les
retombées solubles (g/m²/q)



Potassium dans les
retombées solubles (g/m²/q)

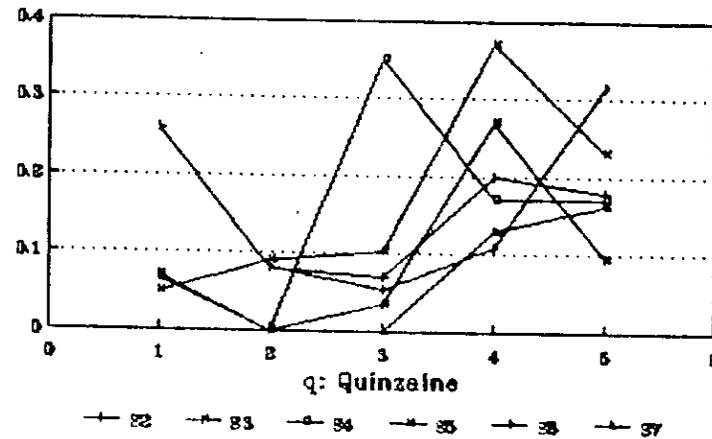
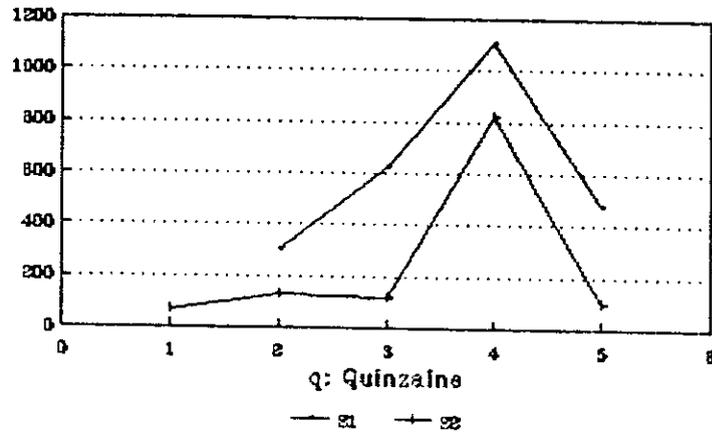
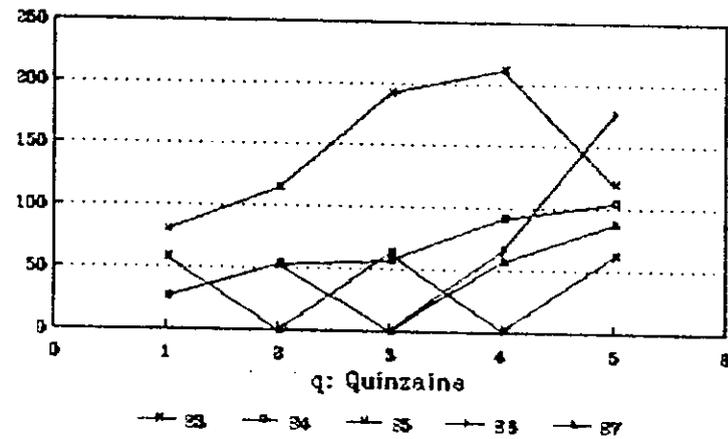


Fig III.16

Lithium dans les retombées solubles (g/m²/q)



Lithium dans les retombées solubles (g/m²/q)

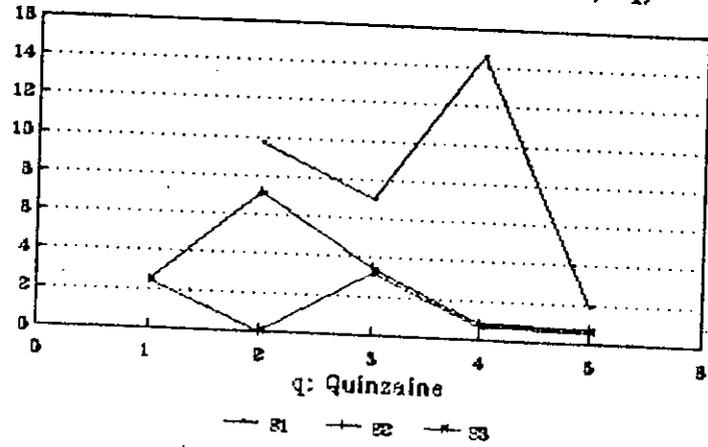


- 68 -

- 69 -

Fig III.17

Calcuim dans les
retombees solubles (g/m²/q)



Calcuim dans les
retombees solubles (g/m²/q)

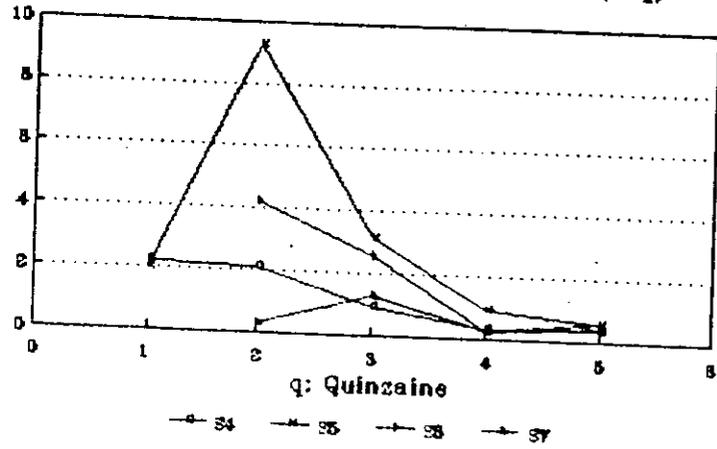
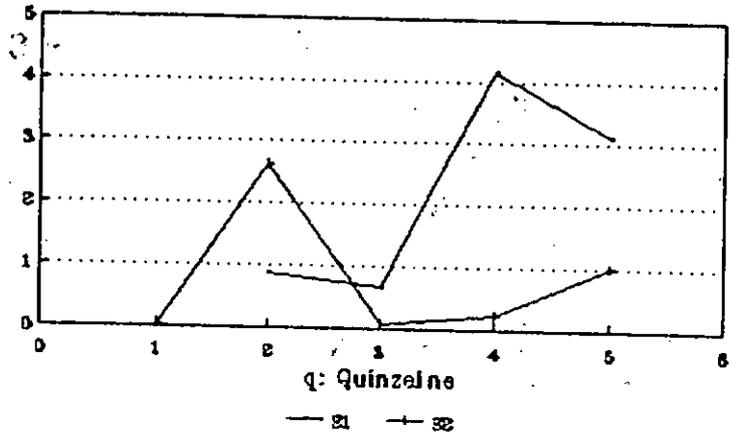


Fig III.18

Fer dans les retombées insolubles (g/m²/q)



Fer dans les retombées insolubles (g/m²/q)

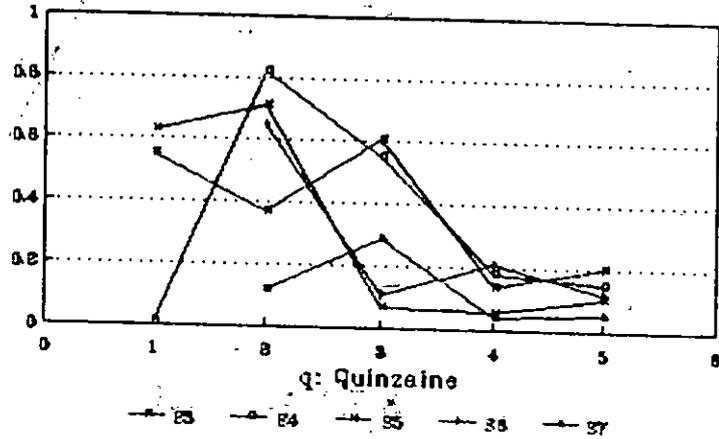
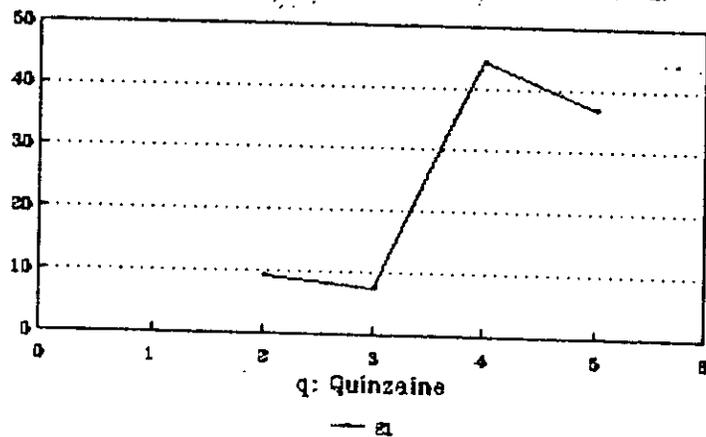


Fig III.19

Manganese dans les
retombées insolubles (g/m²/q)



Manganese dans les
retombées insolubles (g/m²/q)

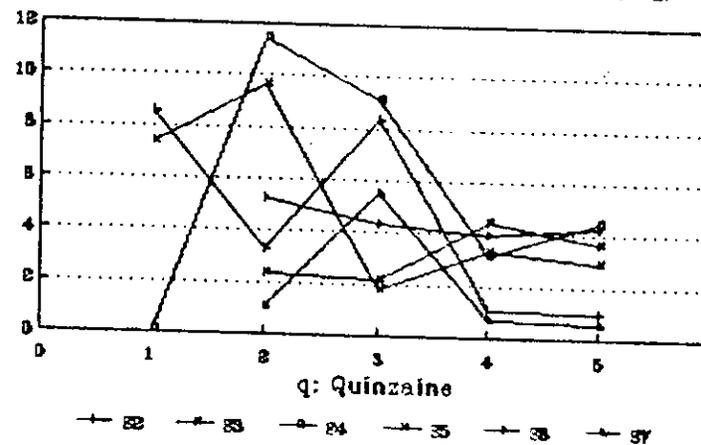
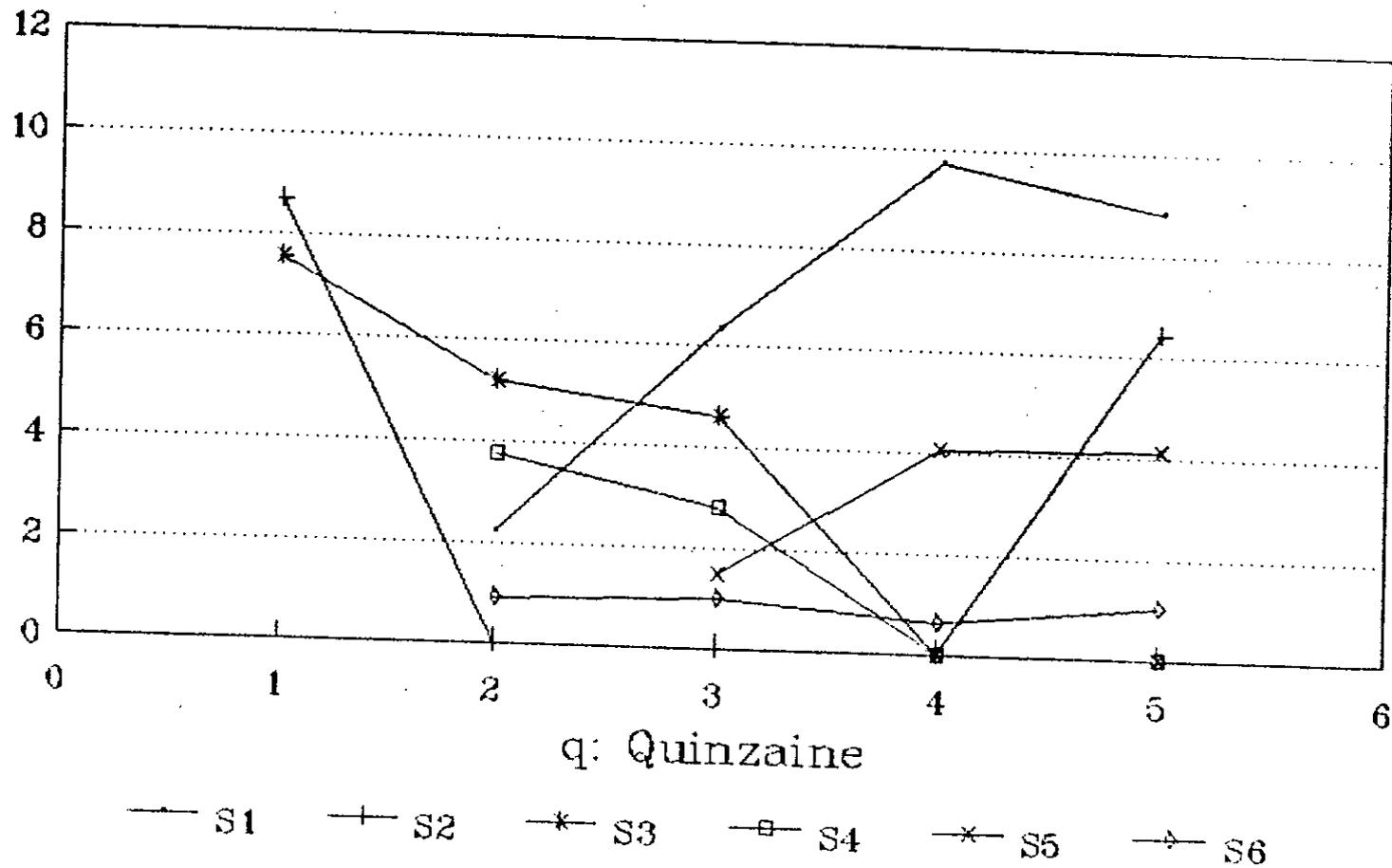


Fig III.20: Plomb dans les
retombees insolubles (mg/m²/q)



		S1	S2	S3	S4	S5	S6	R	S7
PARTIE INSOLUBLE	Fe _{**}	2,202 (1,48)*	0,79 (0,98)	0,374 (0,186)	0,34 (0,3)	0,31 (0,29)	0,27 (0,22)	0,52 (0,20)	0,126 (0,10)
	Mn _{***}	24,42 (16,4)	4,42 (3,38)	3,14 (0,95)	5,64 (4,10)	5,01 (2,98)	4,43 (0,47)	7,26 (1,94)	1,94 (2,07)
	Pb _{****}	6,80 (2,9)	7,54 (1,125)	5,78 (1,26)	3,28 (0,49)	3,22 (1,24)	0,89 (0,15)	3,13 (0,89)	NON DETECTABLE
PARTIE SOLUBLE	Na _{**}	1,88 (1,21)	0,81 (0,65)	1,07 (0,78)	0,73 (0,89)	1,09 (0,81)	0,55 (0,44)	1,02 (0,80)	0,28 (0,35)
	K _{**}	2,00 (2,37)	0,16 (0,07)	0,09 (0,09)	0,15 (0,12)	0,17 (0,12)	0,14 (0,10)	0,18 (0,13)	0,072 (0,073)
	Li _{***}	625,72 (300,76)	249,00 (288,80)	36,7 (29,48)	66,08 (28,25)	143,6 (49,88)	73,95 (64,32)	148,87 (40,00)	35,85 (37,53)
	Ca _{**}	8,31 (4,57)	2,97 (2,36)	1,37 (1,23)	1,17 (0,82)	3,17 (3,16)	1,90 (1,43)	3,17 (2,36)	0,56 (0,41)

*σ : ECART TYPE

** : g/m²/g

*** : mg/m²/g

**** : μg/m²/g

Tab III.1 MOYENNE DES RETOMBÉES DES ELEMENTS

75

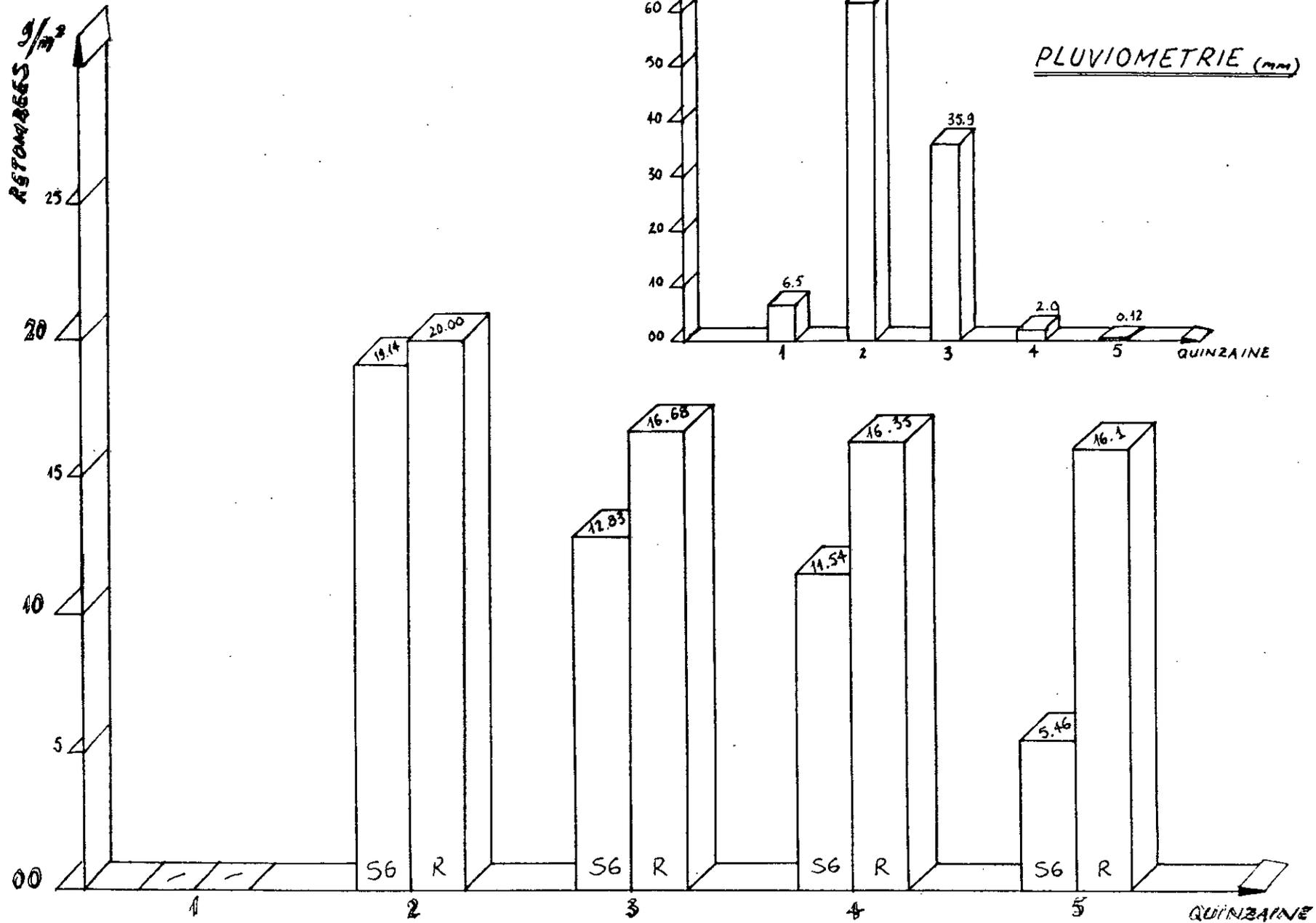


Fig III.21 RESUSPENSION DES PARTICULES (SOUMAA) ($g/m^2/q$)

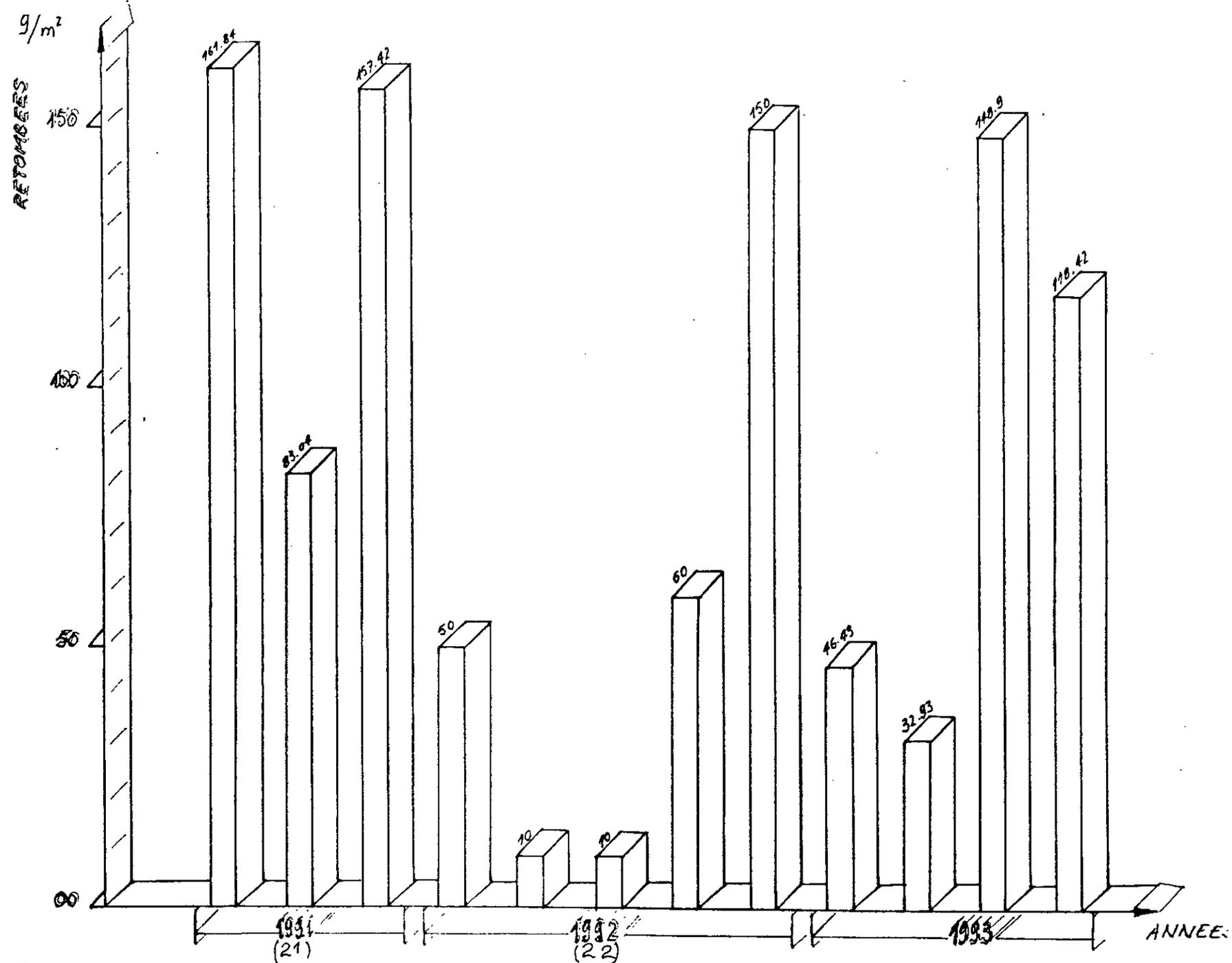


Fig III-22 EVOLUTION ANNUELLE DES EMISSIONS DE LA CIMENTERIE DE MEFTAH (g/m²/q)

3 COMMENTAIRES ET INTERPRETATIONS DES RESULTATS:

3-1 EVOLUTION DU pH DES SOLUTIONS DES JAUGES:

Le pH des solutions de MEFTAH est supérieur à 9 en moyenne , les retombées sont donc de nature alcaline . En effet , les poussières émises par la cimenterie contiennent des composés alcalins comme Sodium , Chaux , Carbonates et Hydroxydes de différentes natures .Le pH des autres solutions à part CHEBLI qui subit l'influence des poussières de cimenterie lui conférant une certaine alcalinité,est compris entre 7 et 7.3 qu'on peut considérer comme neutre .Cette faible différence de pH ne peut être attribuée aux seules particules sédimentables en présence mais aussi aux variations de volumes des solutions de jauges donnant lieu , soit à une dilution à la suite de précipitations pluvieuses , soit à une concentration en périodes sèches et chaudes.

Les retombées particulières acides dans la région étudiée,si elles existent sont très faibles et sont très largement neutralisées par la fraction alcaline.

3-2 LES RETOMBEES TOTALES: (fig.III-9)

A l'exception du site de MEFTAH abritant la cimenterie ,le reste des sites accuse des teneurs en retombées faibles. L'ensemble de ces sites considérés comme ruraux,installés en zone agricole , ne sont pas exposés à une pollution particulière importante.

Le dépôt maximum atteint dans la région de BOUFARIK est de 7 g/m²/q .Les retombées particulaires moyennes enregistrées, sont inférieures aux normes d'immission de plusieurs pays du monde, ceci caractérise le faible niveau de pollution dans une région rurale où les activités industrielles polluantes sont absentes.

Dans le site de CHREA situé à une altitude de 1250 m du niveau de la mer et où il n'existe aucune activité industrielle , les dépôts relevés sont comparables à ceux retrouvés dans la plaine de la mitidja.

Ainsi , les retombées dans l'ensemble des sites , mis à part celui de MEFTAH et CHEBLI , révèlent , le niveau de pollution qu'on peut qualifier de rural.

Le site de CHEBLI , reçoit les particules émises par la cimenterie de MEFTAH transportées à longues distances par des vents favorables du nord-est.

3-3 FRACTIONS SOLUBLE ET INSOLUBLE:

La figure III-7 montre l'évolution des retombées insolubles au niveau de chaque site alors que la figure III-8 illustre l'évolution des retombées solubles.

De fortes teneurs de matières insolubles s'observent aux alentours de la cimenterie et au sommet de CHREA .Pour le 1er site, la quasi-totalité des composés du ciment sont insolubles

dans l'eau, et il en est de même pour une grande proportion de la matière première (tuf, calcaire) . Quant au second site de CHREA , la présence de matières insolubles est sûrement due au transport à longues distances de particules sableuses en provenance du SAHARA par vent du sud . Le reste des sites montre des teneurs de matières solubles et insolubles très variables , on ne distingue pas de nettes dominations de l'une ou de l'autre.

Le milieu rural reçoit des polluants émis par toutes les sources environnantes et se dépose par vents faibles favorables à leurs sédimentation. La présence de végétation (arbres, couverture végétale, sol nu) et certaines activités agricoles contribuent , selon les saisons à accroître ou à réduire le niveau de pollution par les retombées . Ces deux facteurs peuvent être à l'origine de certaines turbulences locales favorables ou défavorables à l'entraînement des particules en présence.

La connaissance du rapport (matières insolubles / matières solubles) est très importante pour l'étude d'impact de ces retombées sur le milieu agricole.

3-4 COMPOSITION CHIMIQUE DES RETOMBEES: (fig III-) Tab III.1

L'analyse chimique de certains éléments dans la partie soluble et insoluble a permis de situer le niveau de pollution par ces éléments en chaque site.

Les fortes teneurs de Lithium et de Calcium observés à la cimenterie sont caractéristiques car ces éléments entrent en fortes proportions dans la composition chimique du ciment.

Le site de CHREA a révélé une très faible présence de métaux confirmant ainsi, la précédente hypothèse qui supposait que ces retombées proviennent pour la plupart du SAHARA, essentiellement composés de silice.

Le reste des sites, présente des teneurs en métaux, mis à part le Plomb, comparables qu'on considère comme faibles.

Le cas du Plomb qui est un polluant dont la quasi-totalité est issu du trafic routier est beaucoup plus présent en milieu urbain et sa périphérie qu'en zone rurale où l'on ne détecte que la pollution de fond. Ainsi, le site de MEFTAH, recueille environ $7 \mu\text{g} / \text{m}^2 / \text{q}$ alors qu'à CHREA, la teneur en Plomb est inférieure au seuil de détection de l'appareil. Par contre, le reste des sites présente des teneurs comprises entre 1 et $4 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{q}$.

3-5 RESUSPENSION DES PARTICULES: (fig.III-21)

Pour les retombées de poussières remises en suspension, les immissions pendant les périodes sèches sont plutôt supérieures aux immissions pendant les périodes pluvieuses.

Les facteurs d'influence particuliers, qu'ils soient locaux (caractéristiques du site), climatiques ou météorologiques, tels que la pluie, le vent, la sécheresse jouent également un

rôle dans la resuspension . L'évolution de cette dernière durant toute la période d'observation démontre clairement une tendance à l'augmentation avec la diminution de la pluviométrie.

3-6 COMPARAISON AVEC LES VALEURS LIMITES:

Les valeurs de retombées enregistrées sont loin d'être négligeables,elles dépassent en leur quasi-totalité la valeur limite d'immission adaptée par l'ordonnance de la protection de l'air en Suisse et qui est de $3 \text{ g/m}^2/\text{q}$.D'autre part,elles sont ciacees selon le niveau guide adopté en transylvanie aux Etats-Unis ,parmi les dépôts modérés (3.5 à $7 \text{ g/m}^2/\text{q}$) pour le plan , les valeurs sont beaucoup plus inférieures à la norme Suisse.

4 EFFETS SUR LA VEGETATION:

La connaissance du rapport de matière insoluble sur matière soluble,est très importante pour l'étude d'impact des retombées sur le milieu agricole de manière générale.

L'effet des particules insolubles reste considérable au niveau du sol et de la partie aérienne de la végétation par simple déposition et formation d'un film de fines particules qui fait écran aux rayonnements solaires pour la végétation et empêchant la respiration par le feuillage.

Les particules solubles , selon qu'elles soient alcalines ou

acides présentes dans le dépôt humide ou sec , peuvent s'infiltrer dans le sol et affectant la partie inférieure de la végétation , du sol lui même et éventuellement de la nappe phréatique quand elle se trouve très proche du sol.

5 REGIONS TOUCHEES PAR LES POUSSIÈRES DE CIMENTERIE :

Le panache de la cimenterie de MEFTAH par vent du Nord-Est à Est transporte les poussières vers les régions de LARBAË , BOUGARA, CHEBLI où les niveaux de dépôts sont relativement importants comparés aux autres sites dans la région de BOUFARIK où l'effet de ce panache sur les retombées est beaucoup moindre .L'observation visuelle de ce dernier montre qu'à partir de la région de CHEBLI ,à dispersion des particules dans l'espace devient très importante ,donnant lieu à des teneurs de particules en suspension très faibles , d'où des niveaux de retombées proportionnels.

Pour les vents d'Ouest et Nord-Ouest les poussières de la cimenterie sont entraînées vers KHMIS EL KHECHNA ,BOUDOUAOU, KADDARA atteignant la région de BOUMERDES . Le barrage de HAMIZ et KADDARA sont certainement exposés aux retombées de particules émises par la cimenterie . Les eaux du barrage de KADDARA sont considérées comme moyennement turbides ,il n'est pas loin que cette turbidité est due justement à ces retombées .Une étude dans la région s'impose, afin d'élucider ce problème .D'autres régions,comme CONSTANTINE et CHLEF sont

fortement touchées par l'émission de poussières de cimenteries causant des dommages très importants dans le secteur agricole des deux régions.

IV-CONCLUSION GENERALE:

L'étude de la pollution atmosphérique a mis en évidence une problématique restée négligée durant des siècles, il s'avère aujourd'hui que les interactions entre l'atmosphère-hydrosphère-lithosphère sont déterminantes pour le maintien de l'équilibre dans la biosphère.

A la suite de la rupture d'un équilibre dans la nature, d'autres équilibres s'établissent par conséquent et dont les effets sont très souvent mal connus. L'accroissement de la teneur de CO₂ dans l'air et la baisse de la concentration d'O₃ aux deux pôles de la terre sont deux exemples illustratifs de ce phénomène. Toutes les études menées jusqu'à présent n'ont pas pu dégager une conclusion très nette des effets du CO₂ et de l'O₃ sur la biosphère et la vie sur terre de manière générale.

Dans le cadre de ce travail, on se propose d'évaluer les retombées particulaires en zones agricoles : LA MITIDJA. Dans une région agricole, les retombées particulaires ne sont pas sans effet sur le sol, l'eau et la végétation. Le choix des sites a été effectué de manière à déterminer les niveaux de retombées dans la région et d'estimer la contribution des vents du Sud et des émissions de la cimenterie de MEFTAHA à cette forme de pollution.

On constate que les particules de cimenterie sont transportées facilement jusqu'à la région de CHEBLI. Les niveaux de

pollution enregistrés dans la région de BOUFARIK sont faibles ,la composition chimique n'a pas révélé la présence de métaux lourds .Cependant,les effets de l'accumulation de cette forme de pollution au sol , ne font que croître dans le temps et il ya lieu de penser à la réduction des émissions de la cimenterie de MEFTAH,pour cela il suffit d'exploiter convenablement les filtres existants et d'en assurer régulièrement la maintenance.

ANNEXE

V-ANNEXE

1 DOSAGE DES CHLORURES SELON Mohr:

Précipitation des ions Cl^- par Ag^+ sous forme de AgCl en présence de K_2CrO_4 comme indicateur.

AgNO_3 : 0.1 N ,16.9875 g de AgNO_3 dans 1 litre d'eau.

La titration a lieu en milieu neutre (pH 7 à 8) de préférence à basse température.

Indicateur: K_2CrO_4 à 5% (2 ml par titration).

Prendre 20 ml de solution neutre (si la solution n'est pas neutre , il faut la neutraliser auparavant), y ajouter 2 ml de la solution de K_2CrO_4 et titrer avec AgNO_3 ,0.1 N jusqu'au virage de la solution jauge vers le rouge marron (La titration se fait jusqu'à ce que la coloration rougeâtre persiste quelques minutes).

Pendant la titration, il faut agiter la solution.

2 PHOTOMETRIE DE FLAMME:

PRINCIPE:

La photométrie de flamme est la méthode indiquée pour le dosage des éléments alcalins et alcalinoterreux.

On pulvérisant dans la flamme une solution aqueuse de sels minéraux , il se forme une solution en phase gazeuse contenant des particules monoatomiques . L'énergie de la flamme est suffisante pour exciter une partie de ces dernières et en revenant à leur état fondamental elles émettent de l'énergie

rayonnante . Cette émission enregistrée ,constitue le spectre d'émission caractéristique de l'élément . Pour un élément donné , les raies apparaissent toujours à une même longueur d'onde , ceci permet son identification . L'intensité (i) ,de l'émission est proportionnelle à la concentration (c) des atomes excités dans un intervalle restreint de concentration $i=ac$.La concentration peut être évaluée à partir d'une courbe d'étalonnage.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1-M.NAKIB "Cours Pollution du sol",ENP Alger.
- 2-J.P.DETRIE,La Pollution Atmosphérique,DUNOD,PARIS,1969
- 3-ANONYME,Pollution de l'air par les transports,Pollution Atmosphérique,Supplément du N° 99,SEPTEMBRE 1983.
- 4-A.C.STERN,Air Pollution,vol 1,Academic Press,New York,1976.
- 5-R.KERBACHI,"Cours Pollution Atmosphérique,CNP Alger.
- 6-A.C.STERN,Fundamentals of Air Pollution,Academic Press,New York,1984.
- 7-J.DUBOIS et al,Description et fonctionnement d'une station automatique de prélèvement séquentiels et d'études de pluies,Pollution Atmosphérique,N° 110,Avril/Juin 1986.
- 8-M.KUNUGI et Y.DOKIA ,Vertical distributions of suspended particles and their component as measured on meteorological observation tower,Atmospheric Environment,vol 21 N°4,1987, pp 917-928
- 9-K.W.NICHOLSON,A review of particle resuspension,Atmospheric Environment,vol 22 N°12,1988,pp 2639-2651.
- 10-R.SEQUEIRA,On the solubility of some natural minerals in atmospheric precipitation,Atmospheric Environment,vol 22 N°2,1988,pp 369-374.
- 11-ANONYME,Dustfall Measurement APCA N°1 vol 7 May 1957 pp 47-51.
- 12-Concentration of heavy metals in Bangkok metropolitan area Environmental science and health,A 16 (6) 1981,pp 637-645.

- 13-M.S.ABDEL SALAM et M.A.SOWELIM,Dust Deposit in the city of Cairo,Atmospheric Environnement,Pergamon Press,vol 1,1967,pp 221-220.
- 14-J.USERO et I.GRACIA,Trace and major elements in atmospheric deposition in the campo de Gibraltar region,Atmospheric environnement,vol 20 N°8,1986,pp1639-1646.
- 15-Cahier de l'environnement N°179 (Air),La pollution de l'air en 1991:Mesures executées à l'aide du réseau national d'observation des polluants atmosphériques (NABCL),OFEFP,Berne,juin 1992.
- 16-Cahier de l'environnement N°180 (Air).La signification des valeurs limites de l'oedaonnance sur la protection de l'air,OFEFP,Berne,juillet 1992
- 17-Hermann Ellenberg et al,Biological monitoring signals from the environnement,VIEWEG,Leverkusen,1991.
- 18-F.RAMADE,Ecotoxicologie,MASSON,Paris,1979.
- 19-J.Bignon et A.GAUDICHET,Le point sur l'Amiante et santé,Pollution Atmosphérique,N°99,septembre 1983.
- 20-ANONYME,Measurment of atmospheric de posit-Horizontal de posit gauge method,DP 4222,3 ISO/TC 146/SC3 N°106,VDI DIN.
- 21-EL AICHI et DERNDUNI,"Contribution à l'évaluation de la pollution de l'air par les particules dans le grand Alger",PFE,ENP,1991.
- 22-S.AUGEL,"Evaluation des retombées particulaires dans le grand Alger",PFE,ENP,1992.
- 23-J.RODIER,L'analyse de l'eau-Eaux naturelles-Eaux résiduaires-Eaux de mer,DUNOD,Paris 1984.