

F0000234

# UNIVERSITE PAUL SABATIER

Institut de la Carte Internationale  
de la Végétation  
39 Allées J. Guesde, 31062 Toulouse cedex

## **MODELISATION DU COMPORTEMENT DE POPULATIONS ARTIFICIELLES D'ACACIAS GOMMIERS (ACACIA SENEGAL ) DANS LE FERLO SENEGALAIS**

### Responsable scientifique

Jacques Vassal  
I.C.I.V., URA 688 CNRS, Université Paul Sabatier  
39 Allées J. Guesde, 31062 Toulouse cedex

### Partenaires du programme

Pape Sall & Mamadou Dione  
Direction des Recherches sur les Productions Forestières  
Institut Sénégalais de Recherches Agricoles  
B.P. 2312, Dakar, Sénégal

Jean Claude Fenyo, Marie Colette Vandavelde,  
& Sylvie Servant Duvallet  
Laboratoire de Physiologie Cellulaire, Signaux et Régulations  
SCUEOR, URA 203 CNRS, Université de Rouen, 76134 Mont-Saint-Aignan

Anne Chappuis  
Systèmes Info-Graphiques pour la **Décision/SYGRAP**  
12 rue du Bel Air, 76130 Mont-Saint-Aignan

### Responsable technique local

Aliou Faye  
Station de Recherches Forestières de **M'Biddi**  
**ISRA/DRPF - Sénégal**

Compte Rendu de fin d'étude d'une recherche financée  
par le Ministère de la Recherche et de la Technologie

# SOMMAIRE

pp.

Résumé

1. Objectif initial des recherches et déroulement <b>des</b> travaux . . . . .	1
2. Matériel d'étude et méthodologie	
2.1. Protocole expérimental • Station de Recherches Forestières de M'Biddi (nord-Ferlo, Sénégal).....	2
2.1.1. Situation biogéographique	
2.1.2. Choix des <b>placeaux</b>	
2.1.3. Données écologiques	
Sols : caractéristiques générales et réserves hydriques	
Climat	
2.1.4. Données biologiques et expérimentation.....	4
Phénologie	
Dendrométrie	
Saignées	
Production gommière	
Fichiers techniques	
2.2. Analyse physico-chimique des gommés . . . . . *	8
2.2.1. Récolte, codage et conservation des échantillons	
2.2.2. Sélection des échantillons	
2.2.3. Purification des échantillons	
2.2.4. Mesures et analyses	
2.3. Méthodes de traitement des données et modélisation . . . . .	9
3. Analyse des résultats	
3.1. Caractérisation des sols et des sites topographiques .....	12
3.1.1. Types de sols.	
3.1.2. Stocks hydriques	
3.1.3. Associations végétales caractéristiques	
3.2. Caractérisation du climat.....*	16
3.3. Taux de survie.....	18
3.4. Caractéristiques dendrométriques.....	19
3.5. Phénologie .....	21
3.5.1. Foliation.	
3.5.2. Degrés de défoliation	
3.5.3. Floraison/fructification	

3.6. Production gommère.....	24
3.6.1. Production totale .....	24
3.6.2. Production et âge des arbres.....	27
3.6.3. Production moyenne par arbre.....*	27
3.6.4. Production individuelle maximale.....	28
3.6.5. Production et saignées	
Saignées d'octobre et novembre	
Saignées de fin décembre et mars/avril	
3.6.6. Rythme de production saisonnière.....	34
3.7. Caractéristiques physico-chimiques des gommès.....	36
3.7.1. Viscosité.. ..	36
3.7.2. Pouvoir rotatoire.....	44
3.7.3. Pourcentage d'azote.....	44
<b>4. Confrontation des données</b>	
4.1. Données biologiques et caractéristiques de la production gommère.....	47
4.1.1. Degrés de défoliation et masse de gomme produite.....	47
4.1.2. Relations entre paramètres physico-chimiques .....	50
4.1.3. Relations entre caractéristiques physico-chimiques et quantité de gomme produite.....	53
4.1.4. Relations entre caractéristiques physico-chimiques et position du nodule sur l'arbre.....	53
4.1.5. Relations entre caractéristiques dendrométriques et production gommère.....	56
4.2. Stock hydrique des sols et comportement des gommiers dans les différents sites.....	56
4.2.1. Poids de gomme exsudée .....	58
4.2.2. Taux de survie.....	58
4.2.3. Caractéristiques dendrométriques.....	60
4.2.4. Degrés de défoliation au cours de la saison sèche.....	62
4.3. Rythmes climatiques et défoliation.....	62
4.4. Données climatiques et production gommère.....	62
4.4.1. Pluviométrie et masse totale de gomme produite .....	62
4.4.2. Masse mensuelle moyenne de gomme et climat .....	64
4.4.3. Caractéristiques physico-chimiques des gommès et climat.....	64
<b>5. Conclusions.....</b>	<b>67</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>71</b>
<b>Liste des figures et des tableaux. ....</b>	<b>73</b>

## RESUME SIGNALÉTIQUE

L'étude du comportement de populations artificielles du gommier *Acacia senegal* (programme MRT 88L 0465) associe différents chercheurs de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (DRPF - Dakar) et des Universités de Rouen et de Toulouse. Les observations, réalisées durant deux ans dans la Station de Recherches Forestières nord-sahélienne de M'Biddi (Sénégal), portent sur 7 populations de gommiers réparties dans des sites dunaires distincts.

Différents types de comportements biologiques sont définis et illustrés dans une série de graphes. Il apparaît ainsi, de bas en haut de la toposéquence dunaire et parallèlement à une diminution des stocks hydriques des sols, une réduction des taux de croissance et survie, une accélération du processus de défoliation ainsi qu'une augmentation des rendements en gomme arabique et des réponses aux saignées. Le phénomène de gommosse est très dépendant, en début de saison sèche, des facteurs hygrométrique (chute de l'humidité relative) et thermique (adoucissement). Il est d'autant plus intense que la défoliation est plus précoce et plus marquée. Les caractéristiques physico-chimiques de la gomme évoluent par ailleurs en fonction du degré de vieillissement de l'exsudat.

Ces résultats permettent de mieux concevoir le choix des sites d'implantation et des modes de gestion des gomméraires à *Acacia senegal* au Sahel.

Mots clés : *Acacia senegal* • production de gomme arabique : masse, caractéristiques physico-chimiques • gommosse • stocks hydriques des sols • topographie dunaire • climat • défoliation • croissance • mortalité.

## 1. OBJECTIF INITIAL DES RECHERCHES ET DEROULEMENT DES TRAVAUX

La finalité générale des recherches entreprises de 1988 à 1991, dans le cadre de l'Aide 88L • 0465 du MRT, est la modélisation, dans des conditions expérimentales précises, du comportement biologique (croissance, phénologie, productivité gommère après saignée...) de différentes populations de l'espèce *Acacia senegal* dans différentes situations édapho-topographiques du Ferlo (nord-Sénégal). L'objectif de ces travaux est de contribuer à une meilleure maîtrise du processus de gommose ainsi qu'au contrôle et à la prévision de la production gommère (volume et qualité) selon les conditions climatiques locales et les réserves hydriques des sols.

Le programme de travaux s'est déroulé, sur le terrain, durant 2 saisons sèches (1989/90-1990/91), périodes de production normale de la gomme arabique. Quelques problèmes se sont posés, dans la phase d'initiation du projet, à propos du montage méthodologique et de la mise au point du suivi des observations dans la Station de Recherches Forestières de M'Biddi (nord-Sénégal) dirigée par l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles. Ils ont pu être résolus sur place entre la fin de 1988 et les premiers mois de 1989. Ainsi a été passée une convention de recherches entre l'Université Paul Sabatier et la Direction des Recherches sur les Productions Forestières/ISRA de Dakar (Dr P. Sall, Directeur DRPF; Mr M. Dione, Directeur de la Station de M'Biddi). Mr Dione a assuré la coordination des observations à M'Biddi avec l'aide de l'équipe technique locale (MM. A. Faye, S.A. Sy, A. N'Diaye, B. Diakhate, B. Sow, H. Sy). Il a par ailleurs suivi des stages de formation au Laboratoire de Physiologie Cellulaire de l'Université de Rouen (URA 203 CNRS), à la Société SYGRAP de Rouen ainsi qu'à l'ICIV, Université Paul Sabatier, Toulouse (URA 688 CNRS) en avril et octobre 1990 ainsi qu'en octobre/novembre 1991. Les équipes françaises ont parallèlement effectué plusieurs séjours à la Station de M'Biddi et au Ferlo pour la mise au point du protocole expérimental et la réalisation de séries d'observations (J. Vassal : décembre 1988 ; J. C. Fenyo et J. Vassal : février 1989; A. Chappuis et J. Vassal : octobre 1989; J. C. Fenyo et M. C. Vandeveld : mars 1990; S. Servant-Duvallet et J. Vassal : décembre 1990).

Ce programme sert de cadre à la réalisation de deux thèses des Universités de Rouen (S. Servant Duvallet) et Paul Sabatier, Toulouse (M. Dione). Sa mise en oeuvre a été facilitée par l'appui initial de Messieurs les Ministres de la Protection de la Nature et du Développement Rural du Sénégal. Messieurs Abdoulaye Sène (Ministère de la Protection de la Nature) et Pape Sall (Institut Sénégalais de Recherche Agricole/DRPF), grâce à leur action efficace, ont permis le montage de ce programme dans les meilleures conditions. Les services des Eaux et Forêts et de l'ORSTOM Dakar ont apporté un précieux soutien logistique. Les autorités de M'Biddi ont enfin oeuvré pour une prise de conscience, par les populations locales, de l'intérêt appliqué d'un tel projet.

## 2. MATERIEL D'ETUDE ET METHODOLOGIE

### 2.1 .Protocole expérimental - Station de Recherches Forestières de M'Biddi (nord-Ferlo, Sénégal)

#### 2.1.1. *Situation biogéographique :*

La station forestière de M'Biddi est située au nord du Sénégal (fig. 1) dans le Ferlo dit "sableux" (16° 8 de latitude Nord et 14° 56 de longitude Ouest) et dans la zone Correspondant à la "Réserve sylvopastorale des six forages". Le paysage est caractérisé par la présence de dunes anciennes, de faible altitude (dénivelés de l'ordre de 3-4 m), à orientation générale Sud-Ouest/Nord-Est. On y observe des sols isohumiques brun rouge subarides et des sols ferrugineux tropicaux peu lessivés. Compte-tenu des déficits pluviométriques enregistrés depuis les années 70, M'Biddi fait aujourd'hui partie du secteur "sahélo-saharien caractérisé par une pluviométrie moyenne annuelle inférieure à 400 mm et moins de 25 jours de pluie (387,5 mm et 224,5 mm de pluie pour 27 et 17 jours de pluie en 1989/1990). La température moyenne oscille, selon les années, entre 29° et 30 °C . L'humidité relative moyenne est inférieure à 30 % durant certains mois de saison sèche.

#### 2.1.2. *Choix des placeaux* (fig. 2) :

7 placeaux ont été retenus dans des peuplements d'âge différent et dans 3 sites dunaires distincts (traditionnellement distingués localement) : sommet, replat et dépression. Ces placeaux se situent dans les 3 parcelles suivantes :

PGA 74 (plantation 1975 • origine des graines : Yawalde et Tivaouane, nord-Ferlo, Sénégal) : 60 individus soit 30 en sommet (lot 1), 30 en replat (lot 2);

PRP 75 (plantation 1975 • origine des graines : région de M'Biddi) : 120 individus dont 60 en sommet (lot 3) et 60 en dépression interdunaire (lot 4);

PRP 78 (plantation 1978 • origine des graines : région de M'Biddi) : 100 individus soit 30 en replat (lot 5), 30 en dépression interdunaire (lot 6) et 40 en sommet (lot 7).

Au total, 281 arbres ont été ainsi échantillonnés. Chacun a été numéroté.

Les populations locales ont été sensibilisées à l'intérêt de l'expérience en cours, ceci afin de préserver les arbres de toute exploitation (prélèvements de fourrage ou gomme). Une surveillance étroite a par ailleurs été assurée dans les différents placeaux tout au long des deux saisons de production.

#### 2.1.3. *Données écologiques :*

##### Sols : caractéristiques générales et réserves hydriques (Tableau 1) :

La caractérisation générale des sols a été effectuée en 1990 et 1991 par S. Sadio (ISRA/DRPF). Différents horizons ont été décrits jusqu'à une profondeur de 125/150 cm environ. Les descriptions faites par C. Sylla (1984)

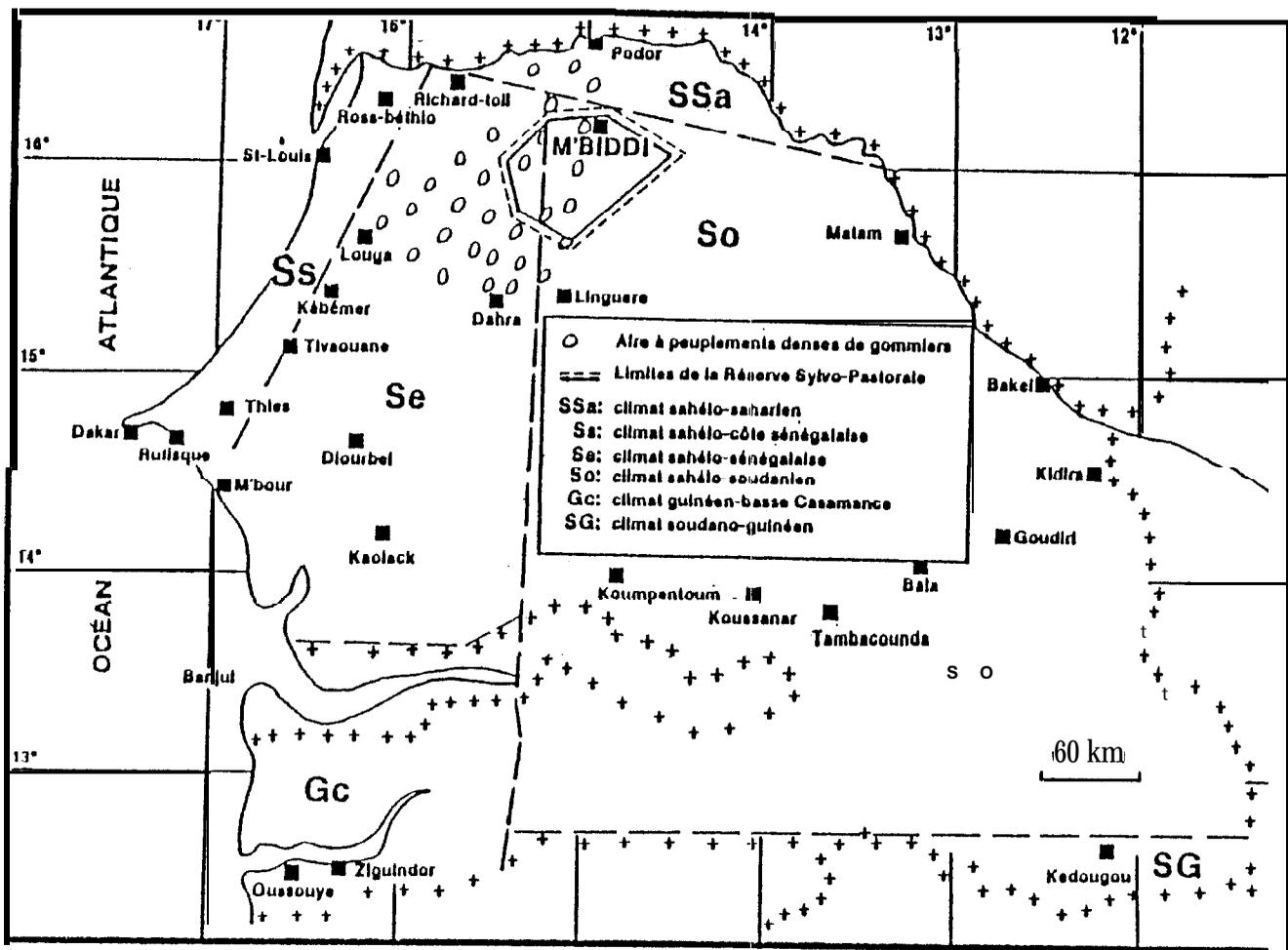


Figure 1. Situation géographique de la Station de Recherches Forestières de M'Biddi (Ferlo - Sénégal) - D'après Dione (1983).

dans les mêmes sites ont été également exploitées.

Afin d'évaluer les stocks hydriques des sols, un tube d'accès pour sonde à neutrons (atteignant 3 m de profondeur) a été installé dans chaque plateau étudié. Une sonde Campbell 503 DR a été utilisée pour effectuer les relevés mensuels de ces réserves hydriques.

#### Climat (Tableau 2) :

La station forestière de M'Biddi est équipée d'un poste météorologique disposant des appareils suivants : thermohygrographe J. Richard, pluviomètre, psychromètre, évaporimètre Piche. Sont ainsi relevés ou calculés depuis 1976 les températures (maximum, minimum - moyennes), l'humidité relative (minimum, maximum - moyennes), le pouvoir évaporant de l'air (Piche), la tension de vapeur, la pluviométrie et le nombre de jours de pluie.

#### **2.1.4. Données biologiques et expérimentation :**

##### Phénologie

Pour chaque arbre étudié ont été notés mensuellement les degrés de floraison, fructification, foliation et défoliation. L'évolution de chacun de ces phénomènes a été codifiée de 1 à 5 dans chaque cas.

##### Dendrométrie (Tableau 3) :

4 mesures ont été retenues : hauteur totale, hauteur du houppier, diamètre nord-sud et circonférence moyenne des branches maîtresses (les troncs sont souvent absents du fait d'une ramification "en éventail" dès le sol). Les variations dendrométriques étant apparues peu significatives, d'une année à l'autre, vu l'âge déjà "mûr" des sujets, nous avons retenu les données des mensurations effectuées au milieu de l'année 1990.

##### Saignées

Chaque arbre a été saigné une fois par saison sèche. Les "cares" ont été pratiquées selon la même méthode dite "sénégalaise", c'est-à-dire à l'aide d'un instrument (appelé "Daba" au Ferlo - fig. 3 E) constitué d'une lame tranchante trapézoïdale fixée sur un long manche en bois. Ce type de gemmage, dont la qualité et l'efficacité sont reconnues, consiste en un entaillement transversal peu profond de l'écorce (de la largeur de la lame, soit 5 cm environ) soulevée puis détachée vers le haut sur une cinquantaine de centimètres. La plupart des arbres ont été saignés entre la mi-octobre et la mi-novembre ("grande campagne"), période reconnue "optimale". Les lots 1 et 2 de la parcelle PGA 74 ont cependant été peu scarifiés à la fin de 1989 car fragilisés par une attaque de criquets courant octobre. Des saignées ont été également effectuées à la fin décembre et en mars/avril ("petite campagne") dans la parcelle PRJ? 75 (lots 3 et 4) sur la moitié de l'effectif des deux plateaux. Les dates de saignées et le nombre d'arbres traités à chacune de ces dates sont indiqués ci-dessous :

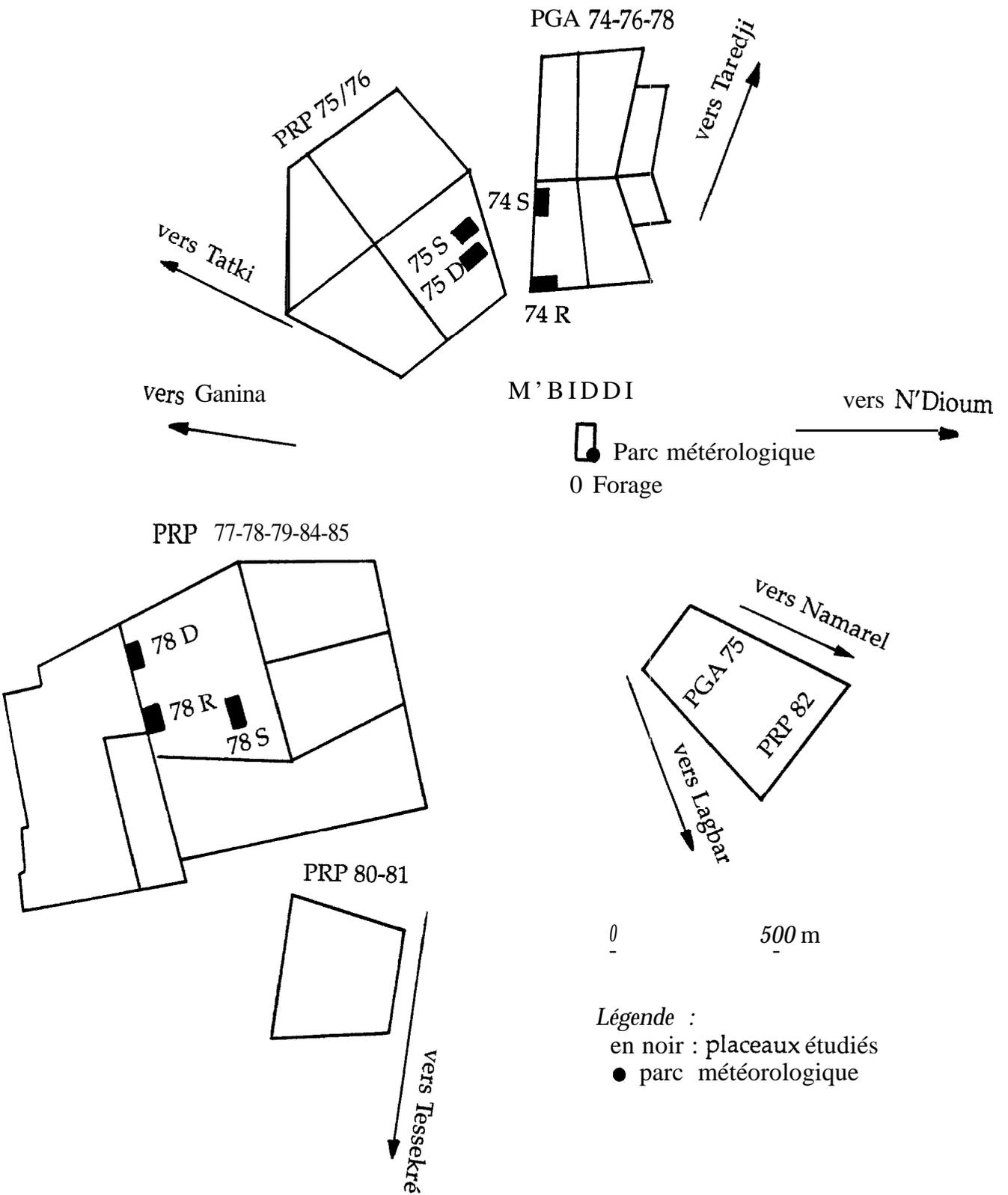


Figure 2 . Plan général de la Station de Recherches Forestières de M'Biddi (Ferlo - Sénégal)

## PGA 74 PGA 74 I'RJ? 75 PRE75 PRP 78 PRP 78 PRE78

site*	(S)	(R)	(S)	(D)	(R)	(D)	(S)
Effectif initial	30	30	60	60	30	30	40
n° lots	1	2	3	4	5	6	7
17-19/10/1989	9	10	29	15	16	14	21
6/11/1989				15	14	16	19
20/03/1990			15	14			
23/04/1990			13	9			
15/10/1990	23	30	32	30	28	29	33
30/12/1990				29			
27/03/1991			26	1			

\* (S) = sommet dunaire; (R) = replat; (D) = dépression interdunaire.

Production gommère (Tableaux 4a et 4b) :

La gomme produite par chaque sujet a été récoltée tous les 15 jours environ puis pesée et conditionnée dans des sachets portant le n° de l'arbre et du plateau considérés. Des échantillons ont été spécialement prélevés en vue d'analyses physico-chimiques. Leurs numéros (repris plus loin dans l'étude physico-chimique) et les dates des récoltes correspondantes sont les suivants :

1989/90

1 : 3.1.89 - 2 : 16.11.89 - 3 : 1.12.89 - 4 : 15.12.89 - 5 : 30.12.89 - 6 : 11.1.90 - 7 : 25.1.90  
8 : 8.2.90 - 9 : 23.2.90 - 10 : 8.3.90 - 11 : 22.3.90 - 12 : 6.4.90 - 13 : 21.4.90 - 14 : 6.5.90 -  
15 : 17.5.90 - 16 : 1.6.90.

1990/91

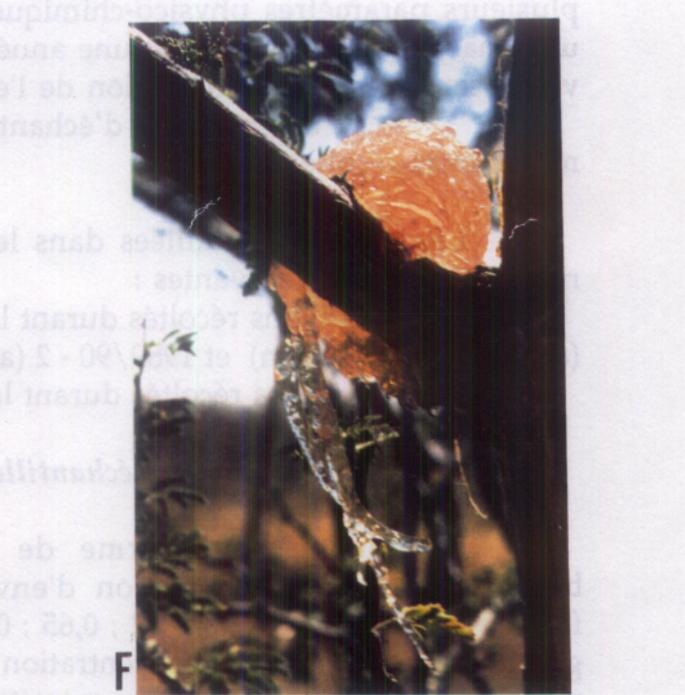
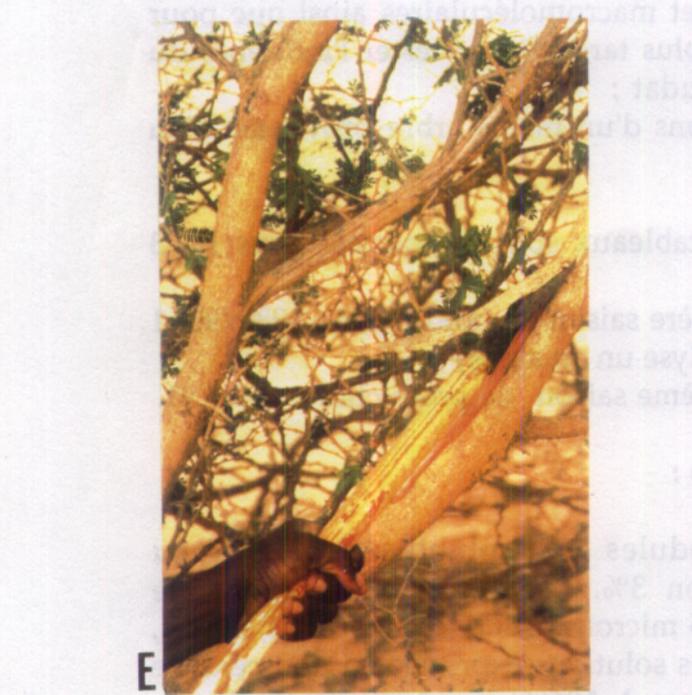
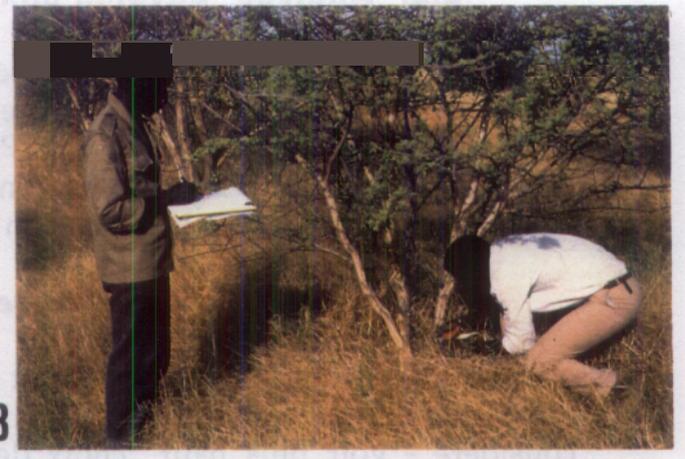
1 : 19.11.90 - 2 : 4.12.90 - 3 : 19.12.90 - 4 : 3.1.91 - 5 : 21.1.91 - 6 : 5.2.91.

Fichiers techniques :

Les différentes données biologiques collectées à M'Biddi ont été consignées sur 5 types de fiches techniques directement exploitables pour la saisie informatisée en vue de la réalisation d'une banque de données. Différents fichiers de type D-Base et Excel ont été ainsi constitués.

Figure 3. Station de Recherches Forestières de M'Biddi (Ferlo - Sénégal).

- A : parcelle PGA 74 (replat)
- B : relevés dendrométriques
- C : parcelle PRP 78 (dépression)
- D : parcelle PRP 78 (sommet)
- E : saignée avec l'outil sénégalais
- F : exsudation de gomme arabique.



## 2.2. Analyse physico-chimique des gommes :

Ces analyses ont porté sur 2 séries d'échantillons de gommes **récoltées** sur 16 arbres des 2 parcelles PRP 75 et PRP 78 soit dans le lot 3 (**PRP 75** - sommet dunaire) et les lots **5,6,7** (PRP 78 - replat, **dépression** et sommet dunaire). **Les** trop faibles productions enregistrées dans le lot 4 (dépression PRP 75) n'ont pas permis la **réalisation** des analyses prévues.

### 2.2.1. Récolte , codage et conservation des échantillons :

Les échantillons analysés ont été identifiés par un code **à** 3 nombres incluant successivement le **n°** du lot (attribué. selon le niveau dunaire **considéré** - voir plus haut "choix des placeaux"), le **n°** de l'arbre dans le **placeau** et le **n°** de récolte dans la période de production (3.11.1989 - 1.6.1990 / 19.11.1990 - 5.2.1991). Certains échantillons sont **également** affectés d'une lettre correspondant **à** la situation du nodule sur l'arbre : B (en bas), M (au milieu), S (au sommet).

Les échantillons obtenus ont **été** conservés au laboratoire (SCUEOR, Rouen) dans leurs sachets d'origine, **à** température ambiante et **à** l'abri de la lumière.

### 2.2.2. Sélection des échantillons :

Les nodules **à** analyser ont été sélectionnés, parmi les 122 disponibles, selon 2 critères :

1/ quantité suffisante de **matière** pour la détermination de plusieurs paramètres physico-chimiques et macromoléculaires ainsi que pour une analyse, dès **réception** et une année plus tard afin de tester l'influence du vieillissement sur la composition de l'exsudat ;

2/ disponibilité d'échantillons d'un même arbre provenant d'au moins trois récoltes.

Les analyses détaillées dans les tableaux sont regroupées sous les 3 rubriques **chiffrées** suivantes :

échantillons récoltés durant la **1ère** saison de production : **1989/90 -1** (analyse dès réception) et **1989/90 - 2** (analyse un an **après**) ;

échantillons récoltés durant la **2ème** saison de production : **1990/91**.

### 2.2.3. Purification des échantillons :

La gomme sous forme de nodules est **solubilisée** dans l'eau bipermutée **à** la concentration d'environ 3%. Les solutions sont ensuite filtrées sur Millipore 8 ; 3 ; **1,2** ; **0,65** ; **0,45** microns afin d'éliminer bois, sables, graviers et mucilages. La concentration des solutions exprimée en pourcentage massique est déterminée par extraits secs **à** 106°C pendant une nuit. La solution de gomme est ensuite lyophilisée jusqu'à masse constante. Il a **été** montré que ces produits lyophilisés conservent leurs propriétés et **n'évoluent** pas dans le temps **après** un tel traitement. Les **nodules** âgés d'un an ont subi le même protocole de purification.

### **2.2.4. Mesures et analyses :**

Rappelons que la gomme arabique est un polymère complexe de chaînes de polysaccharides libres et/ou de chaînes de polysaccharides liées à un support protéique. Cette gomme peut être décrite d'après une systématique proposée par Anderson et Karamalla (1966). Le pouvoir rotatoire spécifique est une propriété intrinsèque à la gomme. Ce n'est pas le cas de la viscosité qui semble liée à l'"histoire" du nodule (conditionnement, traitement thermique ou mécanique, etc.).

Nous avons mesuré :

- 1/le pouvoir rotatoire spécifique (exprimé en degrés) à 589 nm et 25° C, dans NaCl 1 M,
- 2/le pourcentage d'azote (déterminé sur les échantillons lyophilisés),
- 3/ la viscosité intrinsèque à 25°C (exprimée en dl/g), déterminée dans NaCl 1M afin d'éliminer les effets polyélectrolytiques,
- 4/la distribution des masses par chromatographie liquide de haute performance (CLHP).

La détermination du % d'azote a été effectuée, sur les échantillons lyophilisés, par le Centre d'Analyse du CNRS.

Ces différentes techniques ont été détaillées dans différents travaux de M.C. Vandeveldé et S. Connolly (1986, 1988).

### **2.3. Méthodes de traitement des données et modélisation :**

Les données consignées sur les fiches d'observation ont été organisées en fichiers informatiques dBase à différentes échelles (arbre, plateau, station) et périodicités (bimensuelle, mensuelle, annuelle) selon les informations recueillies. Les mesures correspondant aux récoltes ont ensuite été regroupées par mois pour les comparer aux données phénologiques.

Des séries de cartes et d'analyses graphiques ont été réalisées d'abord au niveau de l'arbre puis par lot. Les analyses graphiques uni- ou bivariées utilisent les matrices visuelles de J. Bertin (1974) avec classement manuel permettant d'affiner le résultat brut de l'analyse statistique. Par ailleurs, la visualisation de l'ensemble des données sous forme de matrice et non de nuage de points offre l'avantage de faciliter l'interprétation et de prendre connaissance de l'information de manière beaucoup plus immédiate. Ces analyses ont permis de mettre en évidence certaines difficultés et de préciser la démarche et les questions pertinentes avant l'analyse de synthèse.

A titre d'exemple, nous présentons ici un type de graphique concernant les rythmes phénologiques et les stocks hydriques des sols (fig. 4). Il permet de visualiser notamment la perturbation phénologique due à l'attaque des criquets durant la saison de production gommère 1989/90, particulièrement nette dans les lots 1 et 2. On observe ainsi une foliation inhabituelle dans ces lots, en octobre-novembre 1989, suivie d'une défoliation tardive en mars-avril 1990 puis d'une refoliation, également tardive, en mai-

juin 1990.

Cette visualisation a permis, d'autre part, de mettre en évidence la nécessité de tenir compte de 2 paramètres pour caractériser les stocks hydriques des sols : leur niveau moyen et l'amplitude de leur variation au cours de l'année (rythme). Ainsi par son **stock** hydrique moyen, le lot 6 (dépression interdunaire) s'apparente aux lots de sommets dunaires; par contre, son rythme mensuel d'approvisionnement en eau le rattache clairement aux lots 4 (dépression) et 5 (replat dunaire). Ceci pose par ailleurs le problème de la définition des "replats" : compte-tenu des stocks hydriques, l'un des replats s'apparente à un sommet dunaire,, l'autre à une dépression. La possibilité de visualiser l'ensemble des données dans une seule matrice permet de corrélérer les décalages des rythmes des **stocks** hydriques et de la défoliation et d'observer en particulier les comportements distincts des lots de replats 2 et 5.

Par ailleurs, une première visualisation du calendrier des récoltes par arbre a montré une grande variabilité de comportement des arbres d'un même lot. Ceci pose la question du degré de signification d'une moyenne par lot et de son extrapolation dans la construction d'un modèle général. Il est ainsi apparu utile, pour faciliter certaines interprétations, de subdiviser les lots en classes de producteurs. Toutefois, les arbres producteurs en première année ne le sont généralement pas (ou peu) lors de la deuxième sans pour autant que cela soit systématique. Il faudrait réaliser des observations sur une plus longue période pour dégager d'éventuelles périodicités de production et modéliser le phénomène.

D'une manière générale, les corrélations entre indicateurs et entre ceux-ci et les sites topographiques sont faibles donc dans l'ensemble peu significatives. Elles ne permettent pas de dégager des règles définitives de comportement des lots de gommiers, et ce d'autant plus que les observations phénologiques ont été partiellement contrariées par l'attaque des criquets en première année et que la production gommère a été perturbée par la faible pluviosité la seconde année.

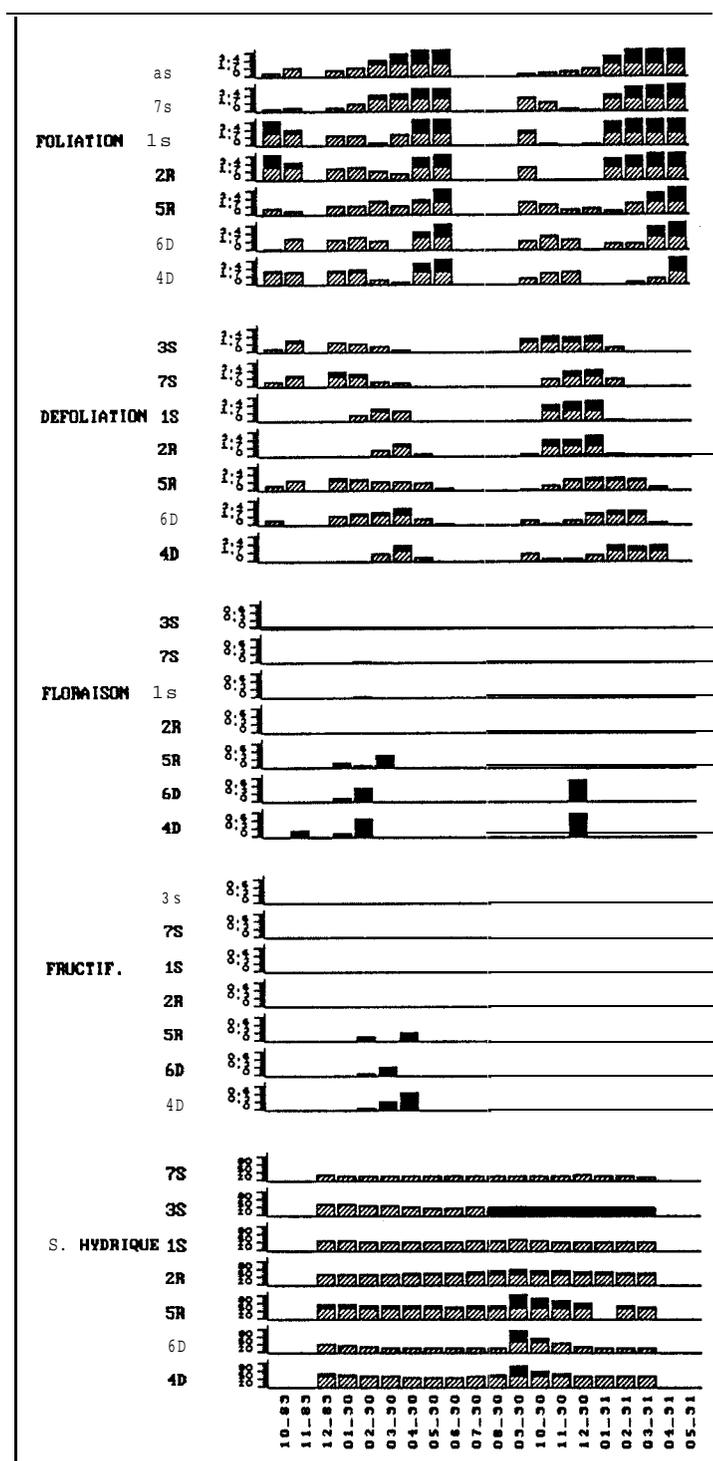


Figure 4. Exemple de graphes utilisés dans la méthode de traitement des données : étude parallèle des rythmes phénologiques et des moyennes des stocks hydriques des sols d'octobre 1989 à mai 1991.

Echelles : la partie noircie indique un niveau supérieur au degré moyen de foliation et défoliation et à 60 mm de stock hydrique moyen.

### 3. ANALYSE DES RESULTATS

#### 3.1 .Caractérisation des sols et des sites topographiques :

##### 3.1.1. Types de sols :

Ils appartiennent à la classe des sols isohumiques. Leur profil est de type ABC.

4 types de sols ont été mis en évidence :

- 1/ brun rouge subaride (lot 1 : PGA 74 • sommet),
- 2/ brun subaride hydromorphe en profondeur (lot 2 : PGA 74 • replat),
- 3/ brun rouge subaride intergrade de sols ferrugineux tropicaux ( lot 3 : PRP 75 • sommet; lot 7 : PRP 78 • sommet),
- 4 / ferrugineux tropicaux peu lessivés à pseudogley de profondeur ( lot 4 : PRP 75 • dépression ; lots 5-6 : PRP 78 • replat et dépression).

Les *sols brun-rouge subarides* sont sableux (particules grossières), très profonds et fortement poreux. Ils sont très sensibles à l'érosion éolienne dès que la couverture végétale est peu. abondante ou détruite.

Les *sols bruns subarides* sont sableux dans leur partie supérieure et sablo-argileux • compacts en profondeur (cimentation par les oxydes de fer et les argiles). Leur porosité, bonne jusqu'à 80 cm environ, est moyenne au delà.

Les *sols brun-rouge subarides intergrades de sols ferrugineux tropicaux* sont sableux, à profil peu différencié, légèrement rougis au delà de 25 cm environ. Ils sont rapidement drainés compte tenu de leur porosité.

Les *sols ferrugineux tropicaux peu lessivés à pseudogley de profondeur* sont superficiellement sableux, sableux-argileux dès la profondeur de 15 cm environ. Ils se caractérisent par le développement d'un pseudogley de profondeur (au delà de 25 cm) marqué par des taches de fer ferrique. Ce niveau favorise les engorgements temporaires. Le drainage y est médiocre.

##### 3.1.2. Stocks hydriques des sols (fig. 5 • Tableau 1) :

L'évolution du stock hydrique des sols a été suivie de décembre 1989 à mars 1991. Pour des questions techniques (non fonctionnement provisoire de la sonde à neutrons de la Station de M'Biddi), nous n'avons pu disposer des données correspondant aux mois d'octobre et novembre 1989. Dans le tableau 1 sont reportées les valeurs moyennes mensuelles du stock hydrique total (tranche de 0 à 3 m) pour chacun des placeaux. Les diagrammes de la figure 5 visualisent l'évolution de ces stocks.

La moyenne des stocks hydriques sur l'ensemble de la période d'observation (16 mois) donne une information globale sur les réserves en eau des sols dans les divers sites :

Mois et année		<u>PGA74(S)</u> 1	<u>PGA74(R)</u> 2	<u>PRP75(S)</u> 3	<u>PRP75(D)</u> 4	<u>PRP78(R)</u> 5	<u>PRP78(D)</u> 6	<u>PRP78(S)</u> 7
12	1989	53,3	58,7	58,7	66,6	70,6	50,8	40,8
1	1990	53,0	59,1	57,8	64,1	69,9	48,1	40,2
2	"	52,4	60,1	56,1	59,3	68,5	42,7	39,0
3	"	52,2	60,6	55,3	56,9	67,9	40,0	38,5
4	"	52,4	64,0	48,9	55,1	67,2	37,9	37,6
5	"	51,9	63,2	47,9	55,7	66,5	37,8	36,8
6	"	52,6	62,8	45,0	56,4	64,3	37,6	37,5
7	"	52,8	65,7	52,4	60,1	67,5	37,6	38,6
8	"	56,8	72,5	48,5	63,8	68,0	38,0	39,5
9	"	58,4	76,8	48,8	93,4	105,8	96,6	40,4
10	"	53,2	70,0	48,5	74,8	89,6	71,1	39,5
11	"	52,5	69,3	48,3	67,7	81,7	56,8	40,1
12		51,8	68,6	47,9	60,7	73,9	42,5	40,8
1	1991	51,0	66,7	47,8	57,6	71,4	39,5	36,4
2	"	50,3	63,4	47,2	57,4	69,0	38,4	36,9
3	"	50,4	63,6	48,2	59,2	64,9	37,4	36,1
Moyenne générale		52,8	65,6	50,4	63,0	72,9	47,0	38,5

**Tableau 1.** Stocks hydriques moyens des sols (tranche 0-3m)  
des différents placeaux

(stocks exprimés en mm • S = sommet ; R = replat D = dépression • les chiffres 1 à 7 se réfèrent aux lots)

placeau	n° de lot	stock hydrique moyen (mm)
PRP 78 (R)	5	72,9
PGA 74(R)	2	65,3
PRP 75 (D)	4	63,0
PGA 74 (S)		52,8
PRP 75 (S)	3	50,4
PRP 78 (D)	6	47,0
PRP 78 (S)	7	38,5

Les replats PRP 78-PGA 74 (lots 5,2) et la dépression PRP 75 (lot 4) présentent les stocks hydriques moyens les plus élevés (63,0-72,9 mm). Leurs sols ont des capacités de drainage faible à médiocre. Sur les sommets PGA 74, PRP 75 et PRP 78 (lots 1,3,7) les stocks hydriques sont faibles à moyens (38,5-52,8 mm) et les sols bien drainés. Le stock hydrique médiocre observé dans la dépression PRP 78 (lot 6), dans un sol à drainage imparfait, pourrait être le résultat d'une forte évaporation dans ce site.

Pour affiner le commentaire et disposer d'une meilleure information sur les réserves en eau du sol en période d'exsudation gommère, nous avons comparé les volumes des stocks hydriques de décembre à mars, périodes pour lesquelles nous disposons de toute l'information utile pour les deux années considérées. Le classement des différents sites est le suivant :

1989/90 : 5 (69,2 mm), 4 (61,7 mm), 2 (59,6 mm), 3 (57,0 mm), 1 (52,7 mm), 6 (45,4 mm), 7 (39,6 mm);  
 1990/1991 : 5 (69,8 mm), 2 (65,6 mm), 4 (58,7 mm), 1 (50,9 mm), 3 (47,8 mm), 6 (39,4 mm), 7 (37,5 mm).

Ce classement est analogue à identique à celui fondé sur la moyenne générale des stocks hydriques sur 16 mois. Ce dernier est donc globalement exploitable pour apprécier les réserves en eau des sols durant chaque saison considérée. Toutefois il apparaît important de caractériser plus précisément les milieux étudiés en évaluant l'amplitude de variation des stocks hydriques au cours des saisons, ce facteur pouvant influencer le comportement des gommiers. Dans la plupart des sites on note un "pic" de réserve en eau en septembre 1990, sauf dans le lot 3 où celui-ci apparaît en juillet. Ce maximum de stock hydrique est très nettement marqué dans les dépressions et replats (lots 4,5,6 - fig. 5). Pour évaluer cet écart entre stock hydrique maximum et minimum, nous ne disposons de données complètes que pour la 2ème année (hivernage 1990 et saison sèche 1990/91). Nous admettons, compte-tenu de la symétrie d'ensemble du rythme d'évolution des réserves en eau sur 16 mois, que la mesure de cette amplitude en 1990/91 est globalement indicatrice, pour chacun des sites, des fluctuations du stock hydrique auquel le sol est soumis. Les valeurs classées des amplitudes observées dans les divers lots sont les suivantes :

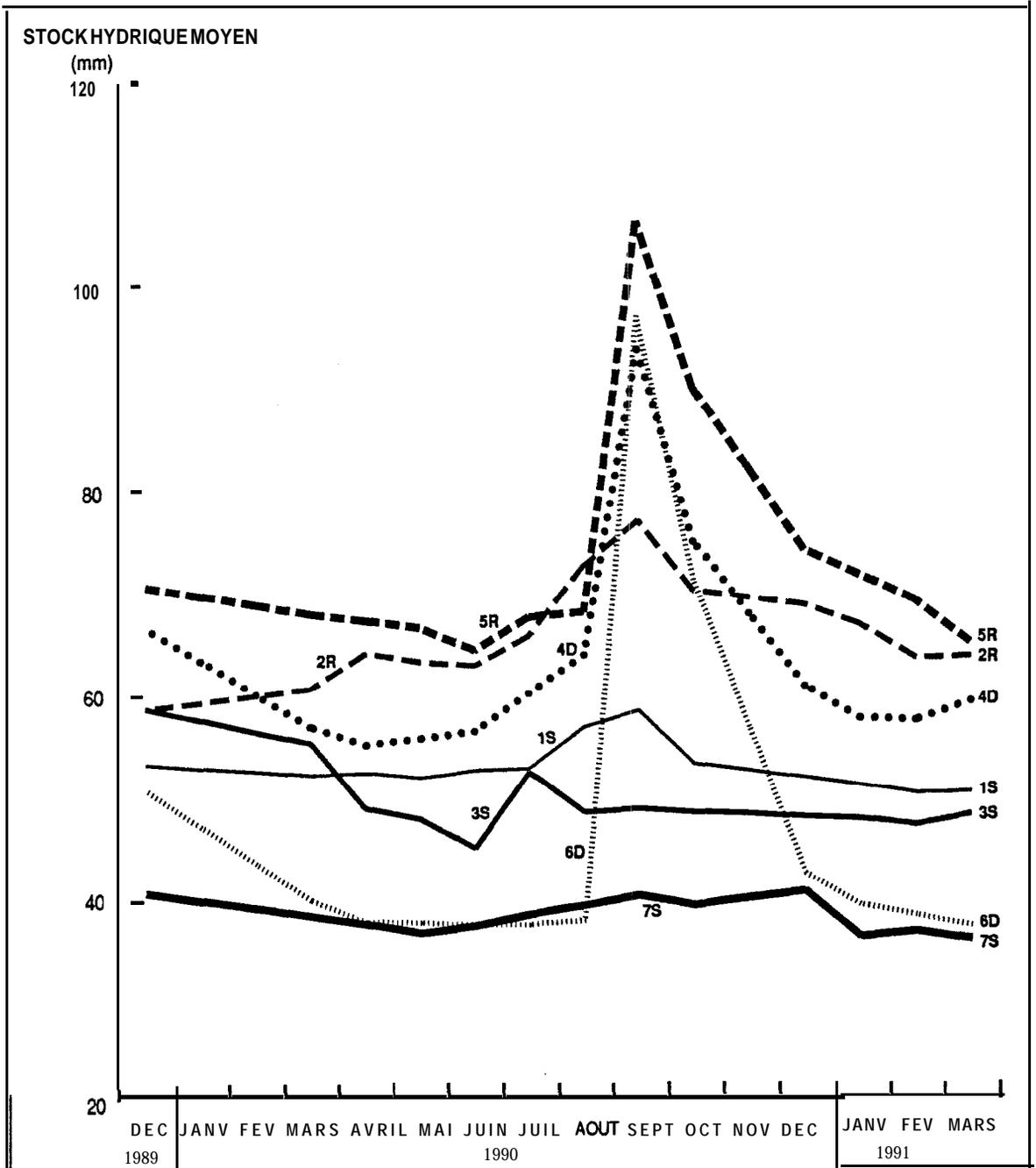


Figure 5. Stocks hydriques moyens mensuels des sols dans les différents placeaux (de décembre 1989 à mars 1991).

(Les chiffres 1-7 se réfèrent aux lots et les lettres SRD aux sites)

placeau	lot	amplitude stock hydrique (mm) (hivernage 1990/ saison sèche 1991)
PRP78 (D)	6	59,2
PRP78 (R)	5	40,9
PRP75 (D)	4	36,0
PGA 74 (R)	2	13,4
PGA 74 (S)	1	8,1
PRP 75 (S)	3	5,2
PRP 78 (S)	7	4,3

Ce classement montre la nette opposition existant entre les 3 sites de sommets dunaires 1,3,7, où les stocks sont très peu variables, et les sites de replat/dépression 4,5,6 où ceux-ci subissent de nettes variations au cours de l'année. Le site 2 (replat) s'apparente ici aux lots de sommet dunaire. Notons que le site 6, où le stock hydrique moyen est du type de celui des sommets dunaires, est ici pleinement démarqué de ceux-ci et se situe dans le groupe des lots de replat/dépression. L'importante variation de réserves hydriques, selon le mois, dans le lot 6 (près de 60 mm) exprime certainement une forte tendance des sols à perdre rapidement une part de leurs réserves en eau par évaporation.

Nous remarquerons que ce classement fondé sur les écarts de stock hydrique est quasiment identique à celui que l'on peut établir à partir des valeurs maximum des réserves en eau des sols (6 et 5 inversés).

### **3.1.3. Associations végétales caractéristiques :**

A ces types de sols et de sites topographiques correspondent des associations végétales relativement distinctes. On observe ainsi :

*Cenchrus biflorus* sur les sols brun-rouge subarides (sommet du placeau 1),

*Chloris prierii*, *Schoenefeldia gracilis*, *Zornia glochidiata* sur les sols bruns subarides hydromorphes en profondeur (replat du placeau 2),

*Cenchrus biflorus* et *Aristida mutabilis* sur les sols brun-rouge subarides intergrades de sols ferrugineux tropicaux (sommet des placeaux 7 et 3),

*Panicum laetum*, *Zornia glochidiata* et *Borreria stachydea* sur les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés à pseudogley de profondeur (replat du placeau 5; dépressions des placeaux 6 et 4).

## **3.2. Caractérisation du climat (Tableau 2) :**

L'étude des relevés météorologiques de la station de M'Biddi depuis une vingtaine d'années montre que la pluviométrie a été très irrégulière. Elle est ainsi passée du simple au triple certaines années (1976 : 428 mm; 1977 : 141 mm; 1978 : 492 mm). Le déficit a été considérable en 1984 : 87,8 mm. Les pluies ont été plus abondantes à la fin des années 80 : 309,6 mm en 1986, 346,9 mm en 1987, 333,1 mm en 1988 et 387,5 mm en 1989. Le déficit de l'hivernage 1990 a été notable : 224,5 mm seulement ont été enregistrés.

	Températures			Humidité relative			Evaporation (Piche) (mm)	Pluviométrie (mm)	Nombre de jours de pluie
	Max. (°C)	Min. (°C)	Moy. (°C)	Max. (°C)	Min. (°C)	Moy. (°C)			
<b>1989</b>									
Octobre	36,1	25,9	31,0	78,2	34,1	56,1	7,5	6,0	1
Novembre	32,8	21,8	27,3	64,8	28,7	46,7	9,4		
Décembre	32,4	18,3	25,3	55,0	16,7	35,8	9,8		
<b>1990</b>									
Janvier	27,3	19,5	23,4	46,2	19,8	33,0	10,9		
Février	34,6	21,2	27,9	36,0	9,5	27,7	13,0		
Mars	37,0	24,5	30,7	51,3	26,1	38,7	14,1		
Avril	37,1	26,6	31,8	66,7	32,0	49,3	13,2		
Mai	38,8	25,8	32,3	44,5	8,4	26,4	15,4		
Juin	38,6	26,1	32,3	70,2	20,9	45,5	10,9	4,6	1
Juillet	35,5	26,1	30,8	87,5	39,7	63,3	6,1	29,6	3
Août	33,8	25,7	29,5	82,3	35,7	59,0	4,9	77,4	7
Septembre	34,3	25,6	29,9	86,3	34,0	60,1	3,6	112,9	6
Octobre	36,7	25,2	30,9	83,8	25,5	54,6	7,3		
Novembre	35,0	23,0	29,0	51,8	14,9	33,3	9,7		
Décembre	29,9	17,5	23,7	49,3	21,2	35,2	11,2		
<b>1991</b>									
Janvier	28,2	18,8	23,5	54,2	28,1	41,1	10,4		
Février	29,1	17,1	23,1	44,8	15,3	30,0	9,8		
Mars	31,8	19,2	25,5	60,6	17,6	39,1	11,3		

**Tableau 2.** Données météorologiques de la Station de Recherches Forestières de M'Biddi (Ferlo - Sénégal) - (période octobre 1989/mars 1991)

Sur le plan thermique, les températures moyennes ont oscillé entre 23,4 °C et 31 °C d'octobre 1989 à mars 1990 et de 23,1 °C à 30,9 °C d'octobre 1990 à mars 1991. Les plus fortes moyennes mensuelles, durant la période d'étude, ont été notées en mai-juin 1990 (32,3 °C). Les maxima absolus enregistrés durant les 2 saisons de production ont été de 37 °C en mars 1990 et 36,7 °C en octobre 1990. Les températures les plus élevées s'observent entre mai et juillet (maximum absolu de mai 1990 : 38,8 °C). Signalons par ailleurs des températures minimales avoisinant 17 à 18 °C entre décembre et février, d'où un important contraste thermique entre jour et nuit durant cette période.

Le degré hygrométrique moyen, durant les deux saisons sèches 1989/90 et 1990/91, a chuté nettement à partir de novembre ou décembre jusqu'aux premiers mois de l'année suivante (valeurs oscillant entre 27 et 41 % environ entre novembre et mars). Les degrés hygrométriques les plus faibles ont été notés en février, mai et novembre 1990 (respectivement 9,5 - 8,4 - 14,9%). La période d'hivernage est normalement marquée par une augmentation de l'humidité atmosphérique (HR moyen avoisinant 60 % entre juillet et septembre). Le pouvoir évaporant de l'air, durant cette période, est nettement plus faible.

Notons que les données météorologiques de la Station de M'Biddi postérieures à mars 1991 n'étaient pas disponibles au moment de la rédaction de ce rapport.

### 3.3. Taux de survie (fig. 6) :

Parmi **les** 280 individus retenus au début de l'expérience, nous avons relevé un degré de mortalité variable selon les lots en l'espace de 2 ans. Voici le détail des taux de survie enregistrés dans les différents placeaux en septembre 1991 :

placeau	n° de lot	% de survie
PGA 74(S)	1	55,0
PGA 74(R)	2	93,0
PRP 75(S)	3	94,0
PRP 75(D)	4	97,0
PRP 78(R)	5	93,0
PRP 78(D)	6	80,0
PRP 78(S)	7	43,0

*Les taux de mortalité semble donc plus élevé sur les sommets dunaires.*

On n'observe pas, par ailleurs, de différences significatives entre les taux de mortalité des arbres selon que ceux-ci ont été plantés en 1975 (PGA 74/PRP75) ou 1978 (PRP 78).

Les résultats obtenus sont comparables à ceux de A. Sène (1988) et Sylla Gaye (1989) qui observent, à la Station de M'Biddi, des taux de survie 2 à 3 fois plus élevés dans les dépressions interdunaires.

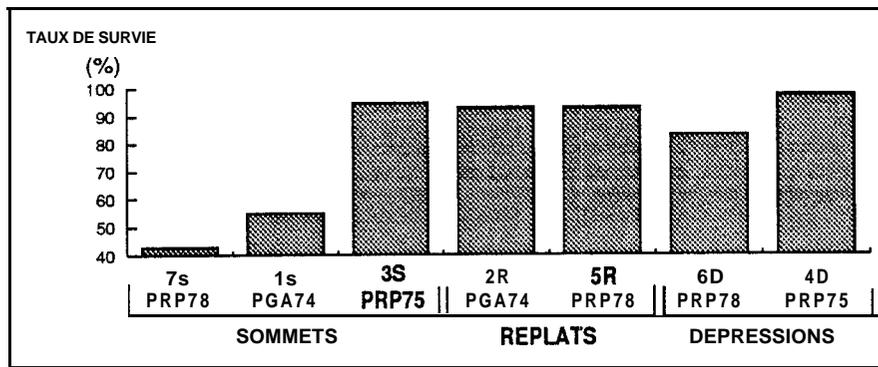


Figure 6. Taux de survie selon les placeaux et les sites topographiques.

### 3.4. Caractéristiques dendrométriques ( fig. 7 • Tableau 3 ) :

Voici les valeurs moyennes des mesures effectuées pour les 4 variables retenues : hauteur totale (H t), hauteur du houppier (H hp) diamètre nord-sud du houppier (D hp) et circonférence des branches maîtresses (C bm). Elles sont classées dans l'ordre croissant des hauteurs totales et selon les 2 classes d'âge des arbres (plantations 1974 : PGA 74 / PRP 75 et plantations 1978 : PRP 78 ) .

placeau	n° de lot	H t (cm)	H hp (cm)	D hp (cm)	C bm (cm)
PRP 75(S)	3	278	254	356	19
PGA 74(S)	1	381	335	358	24
PGA 74(R)	2	402	372	423	25
PRP 75(D)	4	556	520	633	32
PRP 78(S)	7	277	264	426	24
PRP 78 (R)	5	353	342	493	28
PRP 78(D)	6	422	397	543	31

En comparant les données dendrométriques dans les lots de même âge, on constate que *les dimensions des sujets croissent globalement du sommet dunaire vers la dépression interdunaire* et que les arbres des replats ont des mensurations intermédiaires. Les hauteurs moyennes de l'arbre et du houppier peuvent varier du simple au double entre les deux situations extrêmes (par exemple, de 278 à 556cm, pour les hauteurs et de 254 à 520 cm, pour le diamètre du houppier, dans la parcelle PRP 75). Dans des lots de même âge, les arbres les plus chétifs sont ainsi observés en sommet dunaire : 165 cm dans les placeaux de 1975 - lot 3 - 115 cm dans les placeaux de 1978 - lot 7. Inversement les individus les plus grands sont notés dans les dépressions interdunaires : 720 cm pour les placeaux de 1975 - lot 4 ; 590 cm pour les placeaux de 1978 - lot 6. Les autres variables expriment le même phénomène.

Placeaux	Lot		Hauteur totale (cm)	Hauteur houppier (cm)	Diamètre houppier (cm)	Circonférence branches maîtresses (cm)
PGA74(S)	1	Minimum	300	200	250	13
		Moyenne	381	335	358	24
		Maximum	500	420	520	44
		Ecart-type	56	67	84	7
PGA74(R)	2	Minimum	320	150	260	0
		Moyenne	402	372	423	25
		Maximum	500	500	600	37
		Ecart-type	51	72	75	9
PRP75(S)	3	Minimum	165	115	200	10
		Moyenne	278	254	356	19
		Maximum	370	370	580	25
		Ecart-type	46	54	91	4
PRP75(D)	4	Minimum	400	400	480	17
		Moyenne	556	520	633	32
		Maximum	720	720	785	45
		Ecart-type	112	112	78	8
PRP78(R)	5	Minimum	160	140	240	13
		Moyenne	353	342	493	28
		Maximum	580	580	780	44
		Ecart-type	103	100	128	9
PRP78(D)	6	Minimum	310	210	300	18
		Moyenne	422	397	543	31
		Maximum	590	590	840	54
		Ecart-type	71	94	117	8
PRP78(S)	7	Minimum	115	115	260	16
		Moyenne	277	264	426	24
		Maximum	425	425	600	35
		Ecart-type	60	60	69	4

**Tableau 3.** Relevés dendrométriques dans les différents placeaux (S = sommet ; R = replat ; D = dépression)

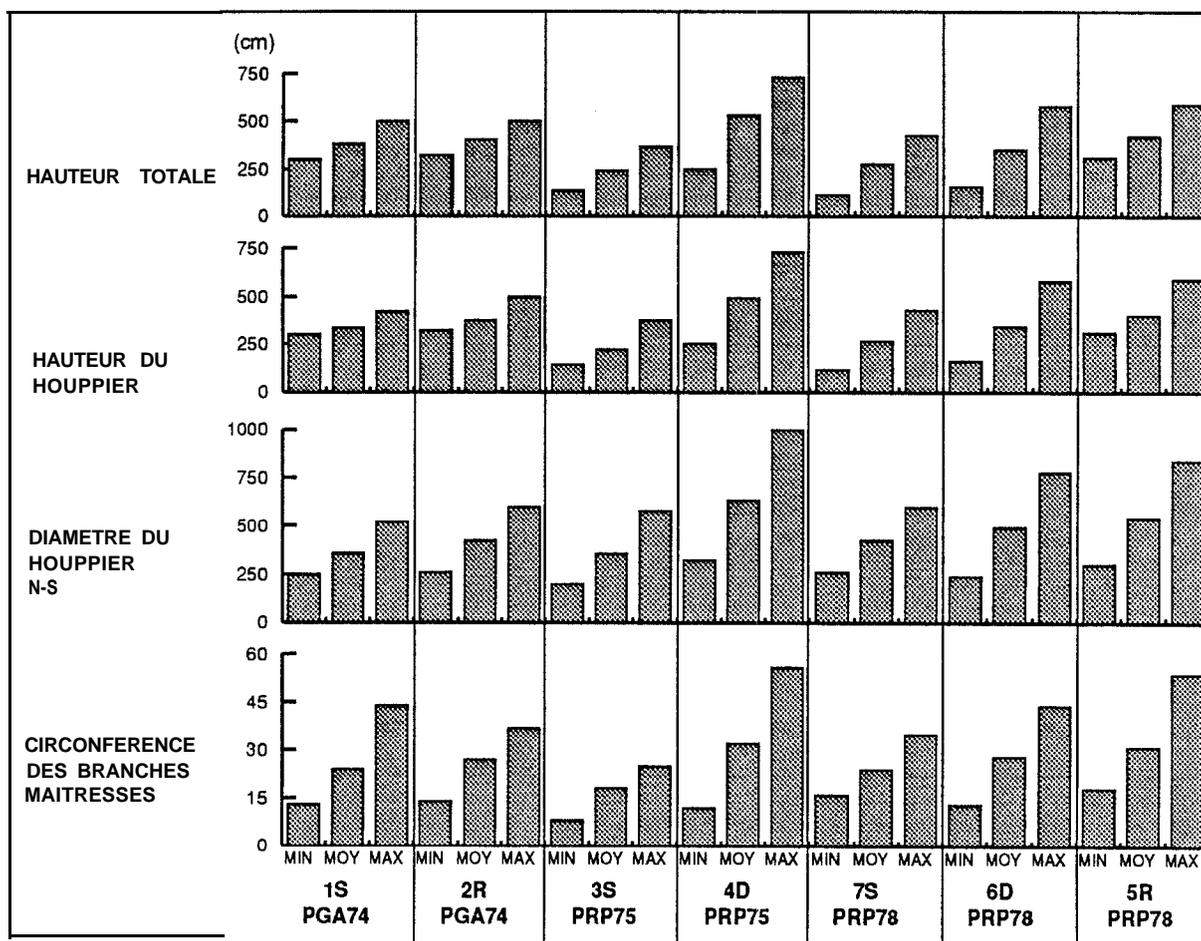


Figure 7. Caractéristiques dendrométriques par placeau et par site topographique {données 1990}.

(Les chiffres 1-7 se réfèrent aux lots et les lettres SRD aux sites • mesures en cm).

D'importantes différences de vigueur des sujets apparaissent donc dans les différents placeaux étudiés selon le site édapho-topographique. Ces variations des caractéristiques de croissance, aisément repérables sur le terrain, ont été notées par A. Séné (1988) et Sylla Gaye (1989).

### 3.5. Phénologie (fig. 8) :

Rappelons que le suivi phénologique foliaire a été en partie perturbé, en octobre 1989, par une attaque d'acridiens dans le nord-Ferlo. Celle-ci a été notamment sensible dans les lots 1 et 2 (PGA 74). Certaines observations effectuées durant la saison sèche 1989-90 sont donc plus délicates à interpréter car une refoliation partielle a pu s'amorcer durant la saison sèche et retarder le processus normal d'abscission.

### **3.5.1. Foliation :**

La mise à feuille, dans les différents lots, s'est généralement effectuée de façon plus précoce en 1991 qu'en 1990. L'avance du phénomène, en 1991, est de l'ordre de un mois (lots 3,7 - sommets; lot 6 - dépression; lot 5 - replat) à 3 mois (lot 1 - sommet; lot 2 - replat).

Dans l'ensemble, la foliation se réalise plus tôt sur sommet dunaire (février/ mars - exceptionnellement en mai 1990 dans le lot 1) que dans les dépressions (avril/mai). Les lots de replats ont eu un comportement intermédiaire (foliation de février à mai selon le cas).

### **3.5.2. Degré de défoliation :**

Les observateurs de la Station ont rendu compte de l'état phénologique des arbres en globalisant les phénomènes de perte du feuillage et de refoliation partielle éventuelle liée aux perturbations signalées plus haut. Ceci explique que la courbe de défoliation puisse ne pas être continue car interrompue par une phase de refoliation partielle (lots 4 et 6) ou s'amorcer plus tardivement une année qu'une autre (lots 1-2).

Les diagrammes de la figure 8 visualisent les degrés de dépouillement des arbres au cours des deux saisons sèches. Les lots se démarquent plus nettement les uns des autres durant la saison sèche 1990/91. Le classement des placeaux selon le mois où se manifeste le degré maximum de défoliation est le suivant :

1989/90	1990/91
PRP 75 (S) • lot 3 : novembre	PRP 75 (S) • lot 3 : novembre
PRP 78 (R) • lot 5 : janvier	PRP 78 (R) • lot 5 : janvier
PRP 78 (S) • lot 7 : janvier	PRP 78 (S) • lot 7 : janvier
PGA 74 (S) • lot 1 : mars	PGA 74 (S) • lot 1 : janvier
PRP 78 (D) • lot 6 : avril	PGA 74 (R) • lot 2 : janvier
PRP 75 (D) • lot 4 : avril	PRP 75 (D) • lot 4 : février
PGA 74 (R) • lot 2 : avril	PRP 78 (D) • lot 6 : mars

Les deux classements sont sensiblement identiques si l'on excepte le cas des lots 1-2 qui ont un rythme de défoliation décalé la 1ère année par rapport à la seconde. Le maximum de dépouillement foliaire est atteint entre novembre et janvier dans les lots de sommet dunaire 3 et 7 et de replat 5, entre février et avril dans les lots de dépression 4 et 6. Les lots 1-2 (sommet et replat) sont associés aux lots 3,7,5 durant la saison sèche 1990/91. Donc, si l'on fait abstraction des altérations artificielles du rythme de défoliation de la première année, on observe deux types de comportements phénologiques assez distincts, bien visibles dans la figure 8, en raison du décalage de la défoliation dans les lots de dépression. Notons par ailleurs que le processus de défoliation a tendance à être plus lent dans les sites dépressionnaires.

Il faut remarquer que Sylla Gaye (1989) a observé, dans la même Station de M'Biddi (années 1983-1985), que, compte tenu de la chute retardée

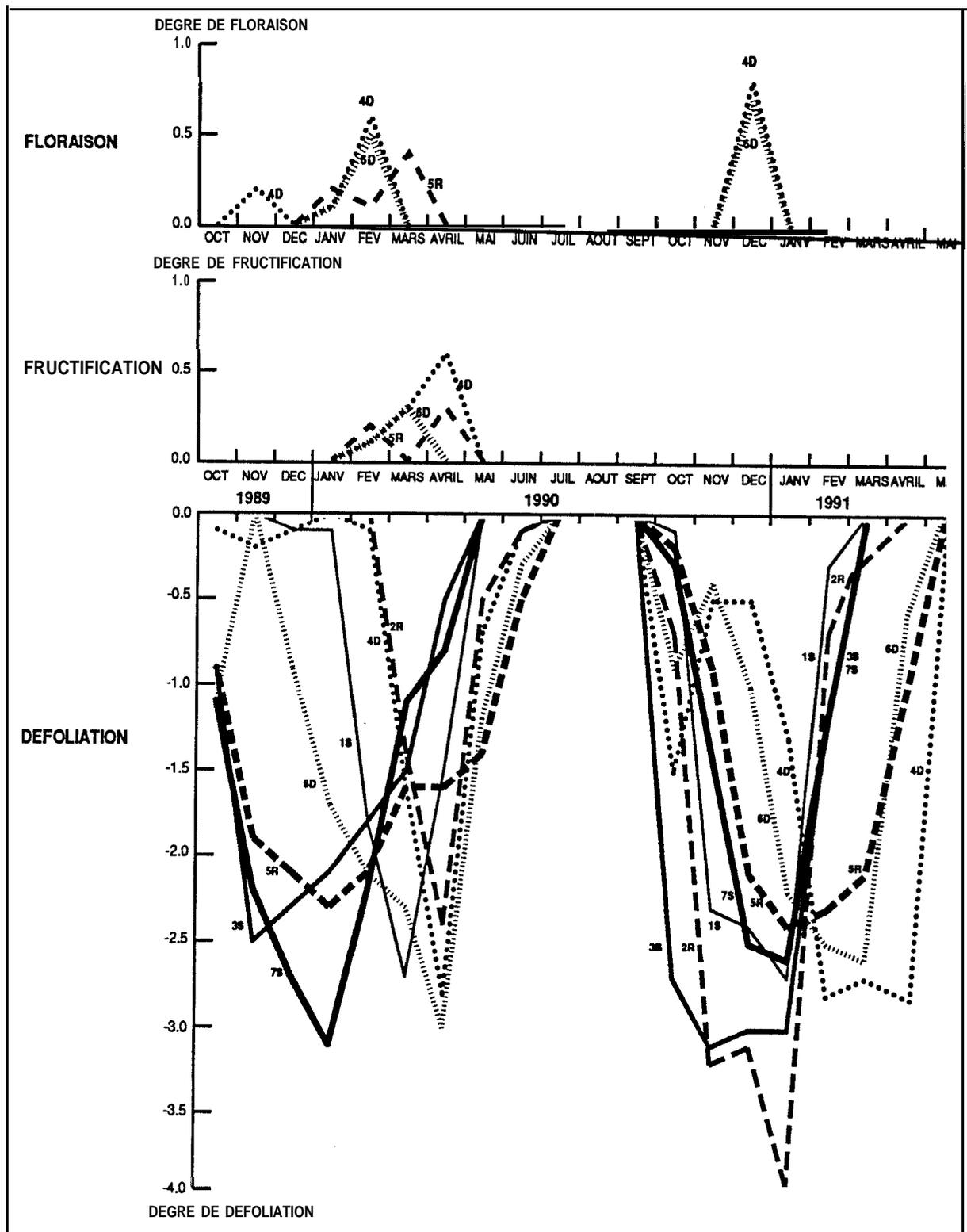


Figure 8. Caractéristiques phénologiques dans les différents placeaux : degrés de défoliation, floraison et fructification.

(Les chiffres 1-7 se réfèrent aux lots et les lettres SRD aux sites)

du feuillage dans les dépressions, la disponibilité en fourrage, dans ces sites, est nettement plus importante que sur les sommets dunaires. Or, notre étude montre que, compte-tenu du décalage des processus de foliation/défoliation, le feuillage est en fait présent un nombre de mois globalement équivalent dans les différents sites.

### **3.5.3. Floraison /fructification:**

Les floraisons et fructifications ont été rares et peu intenses.

Durant la première année, des floraisons ont surtout été observées, entre janvier et avril 1990, dans les **placeaux** situés en dépression (PRP 75 et PRP 78 - lots 4 et 6) et replat dunaires (PRP 78 - lot 5). Une première amorce de mise à fleur avait eu lieu en novembre dans le lot 4. Notons que la phase principale de floraison dans les deux lots de dépression est synchrone. Des fructifications ont été notées dans 3 lots entre février et avril de la même année.

Des floraisons plus précoces (décembre) sont réapparues la seconde année d'étude dans les dépressions (lots 4 et 6), mais n'ont pas généré de fruits. Notons par ailleurs que la floraison tend à précéder la phase maximum de défoliation.

*Les sommets dunaires apparaissent donc peu propices aux floraisons / fructifications en saison sèche.* Une constatation du même ordre a été faite par Sylla Gaye (1989) en période d'hivernage : seuls des arbres de **placeaux** situés en dépression (M'Biddi, 1983-1985) ont fleuri et fructifié. Cet auteur ne mentionne pas de floraisons en saison sèche.

## **3.6. Production gommière (tableaux 4ab) :**

### **3.6.1. Production totale :**

Si l'on excepte le lot 2 (replat de PGA 74), on observe une production gommière nettement plus élevée durant la première saison de production (saison sèche 1989/90). Ainsi le poids total de gomme récoltée dans l'ensemble des lots étudiés est le suivant :

42,124 kg durant la saison sèche 1989/90,  
10,996 kg durant la saison sèche 1990/91.

L'essentiel de la production a été obtenu dans ce qu'il est convenu d'appeler la "1ère campagne", c'est-à-dire de novembre à mars. Ainsi, pour la saison sèche 1989/90, les poids de gomme récoltée ont été les suivants :

39,405 kg en 1ère campagne  
2,719 kg en 2ème campagne.

La gomme de 2ème campagne provient soit d'une exsudation tardive consécutive aux saignées d'octobre / novembre, soit de coulées correspondant aux saignées de mars/avril (PRP 75 - lots 3 et 4).

Placeaux	Lot	Nombre d'arbres				Production							
		Total	Arbres saignés*	Producteurs		Total général (g)	Total arbres saignés (g)	Min.Max. arbres saignés (g)	Moy./arbre saigné producteur (g)	Moy./arbre saigné prod. ou non (g)	Moy./arbre étudié (g)	% arbres prod.**	
				saignés	non saignés								
PGA74(S)	1	30	9 (oct.)	7	7	1 384	65	3-62	32,5	7,2	46,1	zz	
PGA74(R)	2	30	10 (oct.)	3	13	1 341	177	24-127	59,0	17,7	44,7	30	
PRP75(S)	3	29	29 (oct.)	27	2	7 95d	7 426	11-913	275,4	256,0	274,3	93	
		31	28 (mars/avril)	3		296	296	zz-1M	98,7	10,6	9,5	10	
PRP75(D)	4	30	30 (oct./nov.)	1d		2 648	2 648	18-17d	189,1	88,3	88,3	47	
		30	23 (mars/avril)	10	2	2 004	1 192	32-274	119,2	51,8	66,8	43	
PRP78(R)	5	30	30 (oct./nov.)	19		5 017	5 017	15-1 242	zm,0	167,2	167,2	63	
PRP78(D)	6	30	29 (oct./nov.)	10		3 006	3 006	20-1 657	300,6	103,6	100,2	34	
PRP78(S)	7	30	30 (oct./nov.)	35		18 474	18 474	39-1 694	527,8	461,8	461,8	87	

\* ( ) : mois de saignée      \*\* après saignée  
(S = sommet ; R = replat ; D = dépression)

Tableau 4a. Production gommère 1989-90

Placeaux	Lot	Nombre d'arbres***				Production						
		Total	Arbres saignés*	Producteurs		Total général (g)	Total arbres saignés (g)	Min.Max. arbres saignés (g)	Moy./arbre saigné producteur (g)	Moy./arbre saigné prod. ou non (g)	Moy./arbre étudié (g)	% arbres prod.**
				saignés	non saignés							
PGA74(S)	1	24	23 (oct.)	8	1	516	447	10-120	55,9	19,4	21,5	35
PGA74(R)	2	30	30 (oct.)	26		2 697	2 697	10-324	103,7	89,9	89,9	87
PRP75(S)	3	32	(2.)	12		1 246	1 246	17-262	103,8	38,9	38,9	37,5
		28	26 (mars)	0								
PRP75(D)	4	30	30 (oct.)	0								
		30	29 (déc) 1 (mars)	0								
PRP78(R)	5	29	28 (oct.)	12		1 291	1 291	20-380	107,6	46,1	44,5	42
PRP78(D)	6	29	29 (oct)	11		2 824	2 824	10-870	256,7	97,4	97,4	38
PRP78(S)	7	35	33 (oct.)	18		2 422	2 422	10-367	134,5	73,4	69,2	54,5

\* ( ) : mois de saignée

\*\* après saignée

\*\*\* compte-tenu de la mortalité de la saison 1989-90,

(S = sommet ; R = replat ; D = dépression)

**Tableau 4b.** Production gommère 1990-91

### 3.6.2. Production et âge des arbres :

Si l'on globalise la production par année de plantation on constate que la parcelle PRP 78, donc la plus jeune, a été la plus productrice : 26,5 kg environ en 1989/90 et 6,5 kg en 1990/91 soit un total de 33 kg, c'est-à-dire plus de 60% du total de l'ensemble des lots sur deux années produit par 36 % des arbres étudiés.

En se référant à la production moyenne des arbres saignés producteurs dans la parcelle PRP 78, on observe ainsi de bons rendements compris entre 264 et 300 g environ dans les 3 sites. Néanmoins, les sujets producteurs de PRP 75, après saignées d'octobre/novembre, ont aussi des rendements notables (189 g à 275 g environ). Les plus faibles productions sont enregistrées dans la parcelle PGA 74 où le rendement moyen par arbre saigné est compris entre 32 et 59 g environ.

#### 3.6.3. Production moyenne par arbre (fig. 9) :

L'évaluation de la production moyenne par arbre (sur la base du nombre total de sujets étudiés) donne une indication générale sur le comportement des gommiers dans les divers placeaux. Ces valeurs moyennes ne sont pas totalement comparables dans les divers lots étant donné que, dans deux d'entre eux (1 et 2), 1/3 des arbres seulement a été scarifié en octobre 1989. Ceci est en partie compensé par le fait que plusieurs arbres non saignés dans ces deux lots ont été producteurs.

Un classement ordonné des lots en fonction du rendement moyen global par arbre, après saignées d'octobre et novembre 1989/90 (lères campagnes de production), donne les résultats suivants :

1989/90	1990/91
PGA 74 (R) - lot 2 : 44,7 g	PRP 75 (D) - lot 4 : 0
PGA 74 (S) - lot 1 : 46,1 g	PGA 74 (S) - lot 1 : 21,5 g
PRE' 75 (D) - lot 4 : 88,3 g	PRP 75 (S) - lot 3 : 38,9 g
PRE' 78 (D) - lot 6 : 100,2 g	PRP 78 (R) - lot 5 : 44,5 g
PRP 78 (R) - lot 5 : 167,2 g	PRP 78 (S) - lot 7 : 69,2 g
PRP 75 (S) - lot 3 : 274,3 g	PGA 74 (R) - lot 2 : 89,9 g
PRP 78 (S) - lot 7 : 461,8 g	PRP 78 (D) - lot 6 : 97,4 g

Ces données font bien apparaître la chute de production gommère au cours de la saison 1990/1991, fait déjà signalé plus haut.

Les meilleurs rendements moyens de la première saison de production sont observés sur des sommets dunaires. En 2ème saison (1990/91), ceux-ci sont obtenus dans deux sites de replat et dépression interdunaire. De bonnes performances de production s'observent dans l'ensemble durant ces 2 années dans la parcelle la plus jeune (PRP 78) - voir le paragraphe précédent.

Nous noterons enfin les rendements faibles à nuls des sujets producteurs de fin de saison, après saignées tardives (voir plus loin), dans les lots 3 et 4 de la parcelle PRP 75 (respectivement 9,5 g - sommet dunaire - et

66,8 g - dépression).

### **3.6.4. Production individuelle maximale:** (fig. 9) :

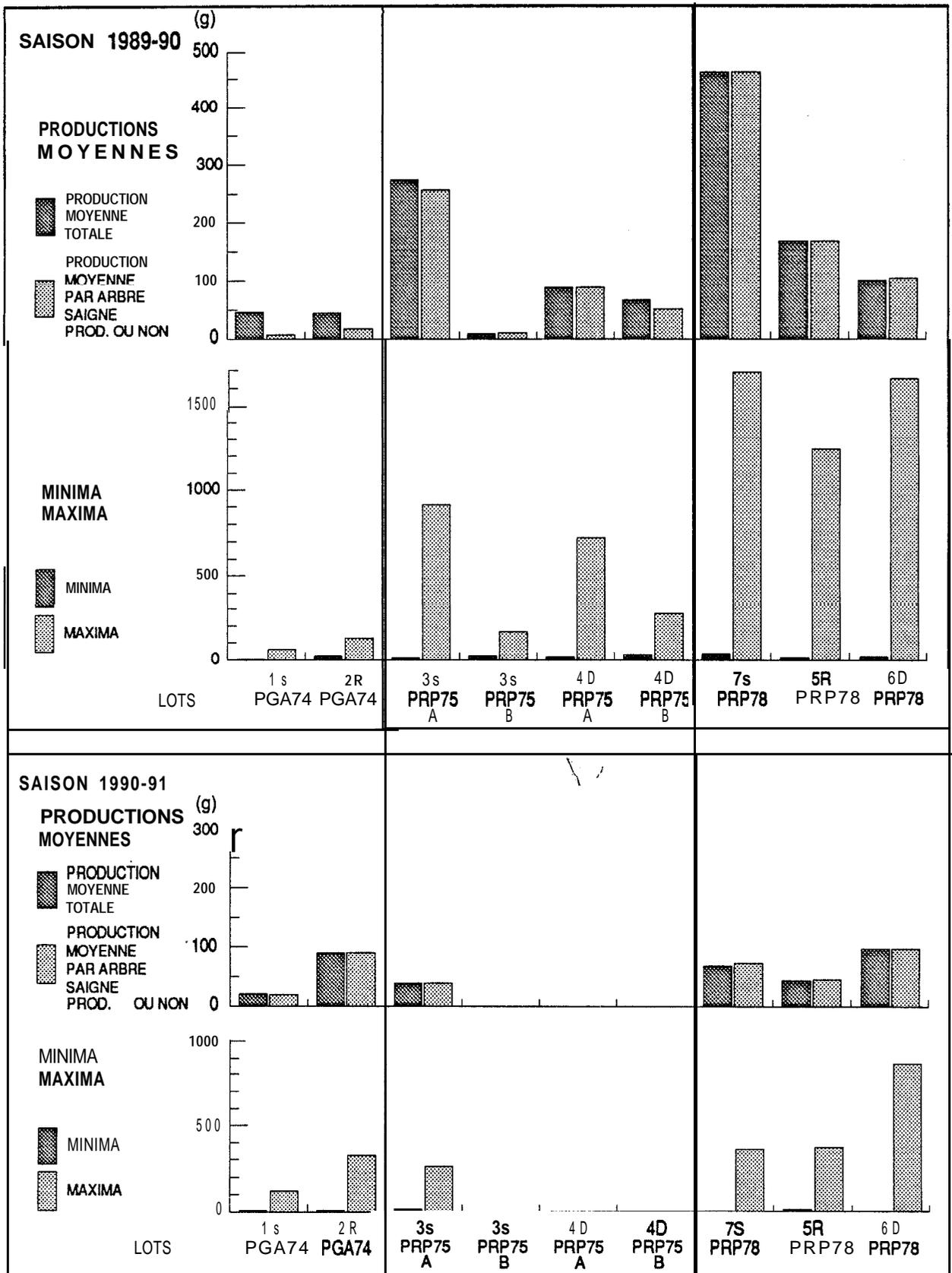
Si l'on considère les valeurs maximales de production gommère dans les différents lots, on constate que les meilleurs rendements individuels s'observent aussi bien dans les sites dépressionnaires que sur sommets dunaires comme en témoignent notamment les données de la saison 1989/90 après saignées d'octobre/novembre : 1657 g en dépression (sujet 6048) et 1694 g en sommet dunaire (sujet 7100) dans la parcelle PRP 78 ; 724 g en dépression (sujet 4200) et 913 g en sommet dunaire (sujet 3118) dans la parcelle PRP 75. Notons que la meilleure production, dans la parcelle PGA 74, a été observée, cette même année, sur un arbre non saigné (804 g - sujet 1002). Pour ce qui concerne la saison sèche 1990/91, l'arbre le plus remarquable appartient à la parcelle PRP 78 (dépression - lot 6 : 870 g - sujet 6041). Nous sommes donc déjà en mesure de retenir quelques individus plus "performants" sur les 2 années d'étude. Néanmoins, toute sélection impose des résultats concordants pour un sujet donné sur plusieurs saisons, aussi faut-il poursuivre quelques années encore l'observation de la production de certains sujets qui sont apparus jusqu'ici plus remarquables. Si l'on se base sur la 1ère année d'étude, où les rendements ont été importants, il s'avère que les *meilleurs producteurs peuvent appartenir indifféremment aux différents sites topographiques.*

### **3.6.5. Production et saignées** (fig. 10) :

Les saignées jouent un rôle reconnu dans l'induction du processus de gommose (Vassal, 1991 - Vassal et Mouret, 1991). Néanmoins, on sait qu'elles n'entraînent pas toujours l'exsudation de gomme.

Dans l'expérience mise en oeuvre à la station de M'Biddi, le but n'était pas d'étudier particulièrement l'influence inductrice des saignées. Tous les lots ont subi des scarifications en période dite "opportune" (Séne, 1988), c'est-à-dire en octobre/novembre, afin que ce facteur "saignées" influe de façon identique sur les rythmes de production. Rappelons toutefois que, dans les lots 1 et 2, seuls quelques sujets ont été saignés fin 1.989 car ils étaient fragilisés par l'attaque des criquets. Ces placeaux ont eu des productions assez particulières durant la saison sèche 1989/90 car les individus non saignés (néanmoins blessés par les acridiens) ont produit 1319 g dans le lot 1 (moyenne de 188,4 g/arbre) et 1164 g dans le lot 2 (moyenne de 89,5 g/arbre). Parallèlement, peu d'arbres saignés ont exsudé de la gomme : 2 sur 9 (lot 1) et 3 sur 10 (lot 2). Le comportement de ces placeaux est donc difficilement comparable à celui des autres pour la même période.

Nous rendrons compte ici à la fois de *l'efficacité des saignées*, c'est-à-dire du pourcentage d'arbres producteurs et du *rendement moyen* des arbres scarifiés (producteurs ou non).



A = SAIGNEE OCTOBRE/NOVEMBRE  
 B = SAIGNEE DECEMBRE - MARS/AVRIL

Figure 9. Production gommère moyenne par arbre.  
 (Les chiffres 1-7 se réfèrent aux lots et les lettres SRD aux sites)

*saignées d'octobre et novembre :**\* Bilan global :*

Le pourcentage d'arbres producteurs varie de :

22 et 93 % (saison de production 1989/90),

0 à 54,5 % (saison de production 1990/91).

L'amplitude des rendements moyens/arbre est la suivante :

7,2 g à 461,8 g (saison de production 1989/90),

0 g à 97,4 g (saison de production 1990/91).

*Les saignées ont donc été nettement plus efficaces et productives durant la lère saison de production.*

*\* Comportement des lots :*

▪ Si l'on classe les lots dans l'ordre d'efficacité croissante des saignées d'octobre/novembre, on obtient la succession suivante :

1989/90	1990/91
PGA 74 (S) - lot 1 : 22 %	PRP 75 (D) - lot 4 : 0
PGA 74 (R) - lot 2 : 30 %	PGA 74 (S) - lot 1 : 35 %
PRP 78 (D) - lot 6 : 34 %	PRP 75 (S) - lot 3 : 37,5 %
PRP 75 (D) - lot 4 : 47 %	PRP 78 (D) - lot 6 : 38 %
PRP 78 (R) - lot 5 : 63 %	PRP 78 (R) - lot 5 : 42 %
PRP 78 (S) - lot 7 : 87 %	PRP 78 (S) - lot 7 : 54,5 %
PRP 75 (S) - lot 3 : 93 %	PRP 74 (R) - lot 2 : 87 %

L'efficacité des saignées pratiquées fin 1989 est surtout sensible sur les arbres des lots 7 et 3 situés en sommet dunaire : 87 et 93 % des individus sont producteurs (si l'on ne tient pas compte du lot 1 - PRP 74 - où le nombre d'arbres saignés est faible et peu significatif statistiquement). Dans les dépressions interdunaires, ces mêmes saignées ont une efficacité moindre (34 et 47 % de sujets producteurs dans les lots 6 et 4 parcelles PRP 78 et 75). La plus forte réponse aux saignées est notée dans le lot 3 (arbres plantés en 1975). Donc, au cours de la lère saison de production, *la réponse des arbres aux saignées apparaît plus liée au site topographique qu'à l'âge des arbres*. Si l'on considère la seule parcelle PRP 78, l'ordre d'efficacité croissante des scarifications (dépression : 34 %, replat : 63%, sommet : 87 %) illustre bien ce fait.

L'efficacité des saignées effectuées à la fin de 1990 obéit pour une part à la même logique. Ainsi, si l'on considère la parcelle PRP 78, les réponses aux scarifications sont de plus en plus marquées de la dépression vers le sommet dunaire (38 à 54,5 %). Comme dans les lots de l'année précédente elles peuvent être importantes chez des arbres âgés (lot 2 de PRP 74 : 87 %). Il existe cependant quelques distorsions entre les 2 classements. On note en particulier une chute d'efficacité des saignées en sommet dunaire, particulièrement dans le lot 3 (93 à 37,5 %). D'autre part *la réponse aux scarifications apparaît ici favorable à très favorable dans les replats dunaires* (42 et 87 % dans les lots 5 et 2).

-L'étude du rendement moyen en gomme des sujets saignés apporte une information complémentaire intéressante. Un classement des lots selon les valeurs croissantes des productions individuelles pour les 2 saisons de production donne le résultat suivant :

1989/90	1990/91
PGA 74 (S) - lot 1 : 7,2 g	PRP 75 (D) - lot 4 : 0
PGA 74 (R) - lot 2 : 17,7 g	PGA 74 (S) - lot 1 : 19,4 g
PRP 75 (D) - lot 4 : 88,3 g	PRP 75 (S) - lot 3 : 38,9 g
PRP 78 (D) - lot 6 : 103,6 g	PRP 78 (R) - lot 5 : 46,1 g
PRP 78 (R) - lot 5 : 167,2 g	PRP 78 (S) - lot 7 : 73,4 g
PRP 75 (S) - lot 3 : 256,0 g	PGA 74 (R) - lot 2 : 89,9 g
PRP 78 (S) - lot 7 : 461,8 g	PRP 78 (D) - lot 6 : 97,4 g

Ce classement montre encore l'importance du facteur "site" sur la réponse des arbres aux saignées. Les sommets (à l'exception du lot 1 de PGA 74, peu représentatif vu le peu d'arbres traités) sont les plus producteurs après saignées en 1989/90. Ce classement est modifié en 1990/91, les deux meilleures productions s'observant dans des lots en dépression et replat. Si l'on globalise le résultat par situation topographique, on relève les productions moyennes suivantes par arbre saigné (producteur ou non) :

- pour la saison de production 1989/90 :
  - lots 4,6 (dépressions) : 95,8 g
  - lots 2,5 (replats) : 129,8 g
  - lots 1,3,7 (sommets) : 333 g,
- pour la saison de production 1990/91 :
  - lots 1,3,7 (sommets) : 46,8 g
  - lots 4,6 (dépressions) : 47,7 g
  - lots 2,5 (replats) : 68,7 g.

Le comportement des arbres après saignée diffère donc selon l'année . En lère saison de production, il y a augmentation du rendement moyen en gomme des sujets de la dépression vers le sommet dunaire . Au cours de la 2ème saison, les rendements , assez analogues (en moyenne) en sommets et dépressions, sont légèrement supérieurs dans les replats mais cette différence de comportement selon les sites n'apparaît guère significative.

*Au total, il apparaît que les paramètres "efficacité des saignées" et "rendement moyen en gomme" varient globalement dans le même sens et sont fortement dépendants . du site topographique lorsque la production atteint un certain volume.*

Il est utile ici de rappeler les résultats préalablement obtenus dans la Station de M'Biddi entre 1983 et 1987. Sylla Gaye (1989) a constaté, entre 1983 et 1985, une augmentation de production gommère des sommets vers les dépressions, résultat donc inverse de celui que nous obtenons pour la première année d'étude 1989/90. Sène (1988) a observé, entre 1985 et 1987, de meilleurs rendements sur les versants dunaires (cf. replats). Notons que les résultats de Sylla Gaye correspondent à une période marquée par un fort déficit pluviométrique : ceci peut expliquer l'inversion des comportements

des gommiers, seuls les sites en dépression conservant le minimum d'eau indispensable au processus de gommose. Selon cette même logique, l'augmentation de la pluviométrie enregistrée en 1986/87 aurait favorisé de meilleures productions sur les sommets et *versants*, d'où une certaine symétrie entre les résultats de Sène et les nôtres' pour la saison de production 1989/90.

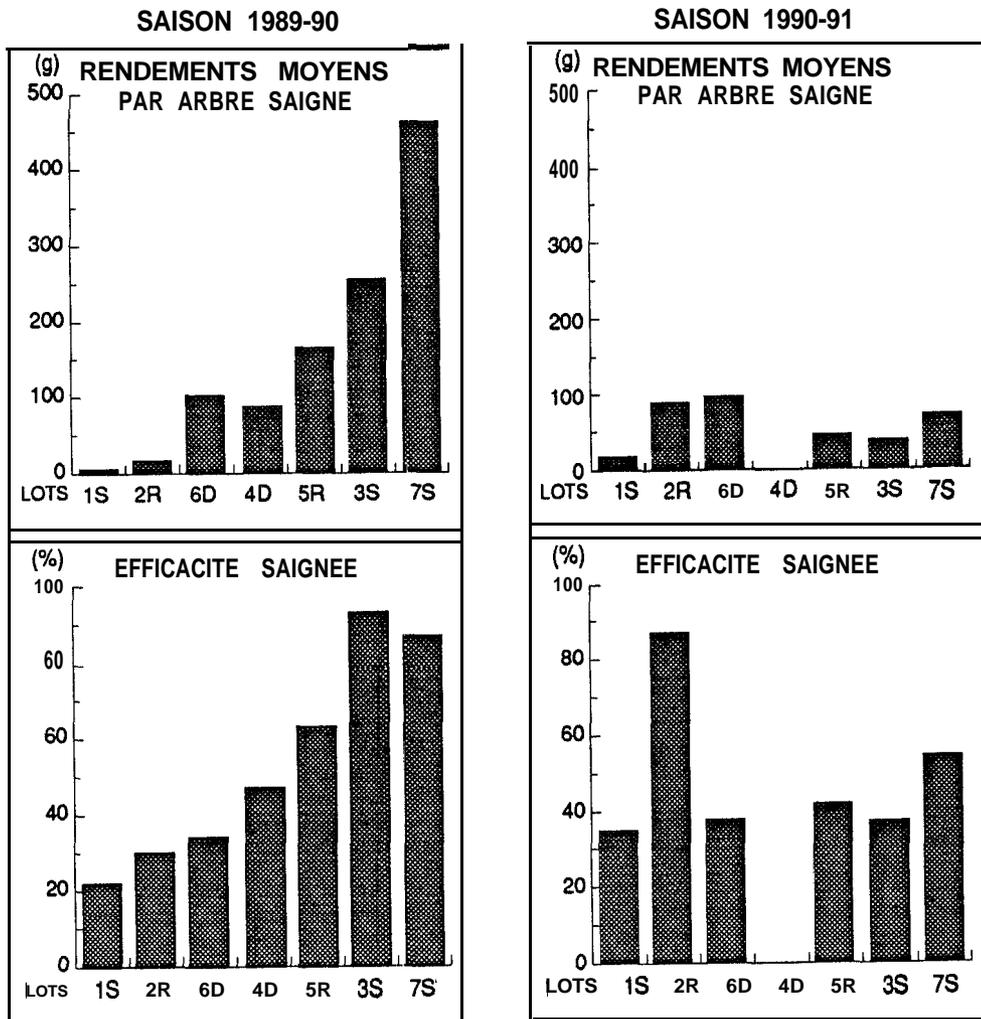


Figure 10. Rendement gommier moyen par plateau et efficacité des saignées. (Les chiffres 1-7 se réfèrent aux lots et les lettres SRD aux sites).

Saignées de fin décembre et mars/avril (fig. 11) :

Ces saignées ont été effectuées dans la parcelle PRP 75 (lots 3 et 4) sur la moitié environ des arbres composant chaque lot.

L'efficacité et le rendement- moyen/arbre de ces saignées ont été les suivants :

Saison de production 1989/90 (saignées de fin mars et fin avril) :

lot 3 (sommet) : 10 % ; 10,6 g

lot 4 (dépression) : 43 % ; 51,8 g

Saison de production 1990/91 (saignées de fin décembre - lot 4 ; fin mars - lot 3) :

aucune production.

L'efficacité des saignées, de mars/avril 1990, dans le lot 4, est assez analogue à celle consécutive aux scarifications d'octobre/novembre 1989 dans ce même plateau (47%). On observe un décalage du "pic" de production dans le cas de ces saignées tardives : celui-ci se situe en mai alors qu'il apparaît entre janvier et mars après saignées d'octobre/novembre sur des arbres du même lot (fig. 11). Dans le lot 3, l'efficacité des saignées tardives est très faible alors qu'elle était très élevée après les saignées d'octobre/novembre 1989 (93 %). Dans les 2 lots le rendement moyen/arbre est nettement inférieur à celui observé après saignées de fin 1989 : celui-ci était en effet de 256,4 g dans le lot 3 et 88,3 g dans le lot 4.

L'absence de réponse aux saignées tardives durant la saison de production 1990/91 est pour l'instant difficile à interpréter. On ne peut encore conclure, en particulier, que les saignées de fin décembre sont nécessairement inefficaces (lot 4). Ces résultats sont à replacer dans le contexte écologique de cette saison de production marquée par le déficit pluviométrique de l'hivernage 1990.

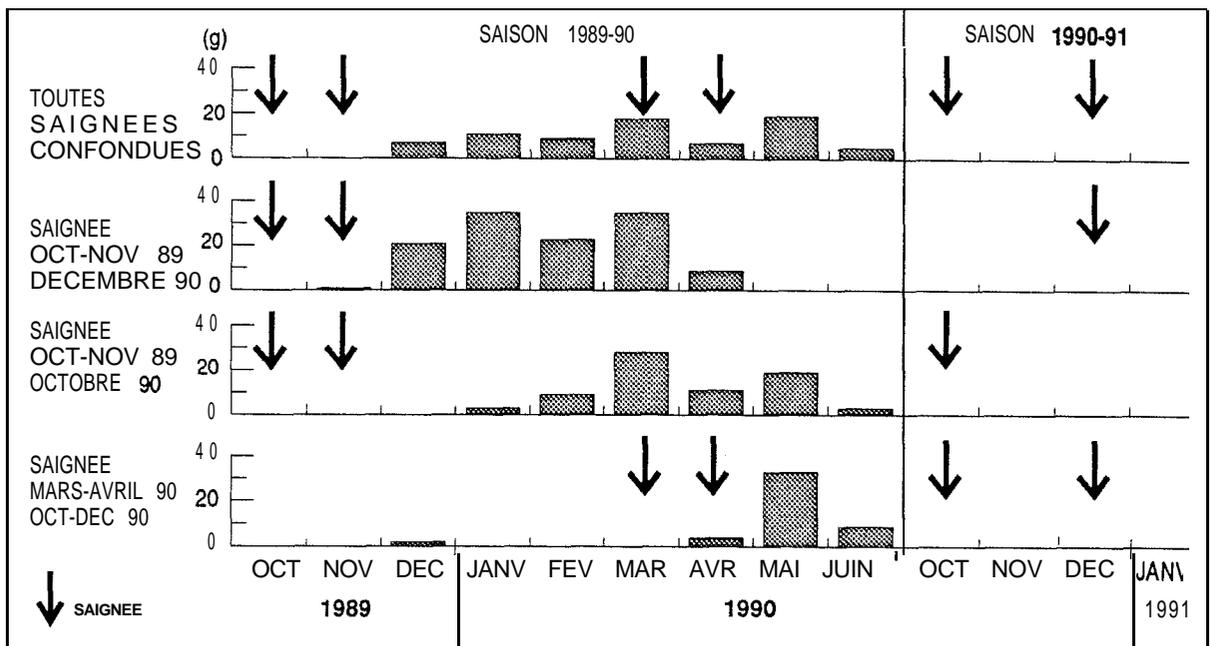


Figure 11. Production gommière mensuelle moyenne par arbre selon les dates de saignée dans le lot 4 (dépression) de la parcelle PRP 75.

Si l'on se réfère à la 1<sup>ère</sup> année de production, *les saignées tardives ne sont efficaces et productives dans les dépressions interdunaires*. Néanmoins, compte tenu des faibles rendements de ces saignées et de la réponse nulle des gommiers après scarifications de fin décembre 1990 et mars 1991, il semble qu'une telle pratique tardive soit assez aléatoire, notamment si le rendement s'est déjà avéré médiocre à moyen après les traitements d'octobre/novembre. Elle doit donc être envisagée dans des cas précis tenant compte à la fois de l'état physiologique de l'arbre et, vraisemblablement, des la pluviométrie du dernier hivernage.

### **3.6.6. Rythme de production saisonnière** (fig. 12) :

L'étude de la production moyenne mensuelle par arbre peut apporter d'utiles indications concernant le comportement des populations étudiées dans les différents sites topographiques.

L'observation des histogrammes de la figure 12 fait apparaître un rythme et une intensité de production très analogues au cours de la saison de production 1989/90 dans 3 placeaux de sommet dunaire (PRP 78 - lot 7; PRP 75 - lot 3) et de replat (PRP 78 - lot 5). Un pic de production y est observé en décembre. Il succède aux saignées d'octobre et novembre. Les rendements s'affaiblissent ensuite progressivement jusqu'en mars (avril).

Durant cette même période de saison sèche 1989/90, la production des autres lots est plus faible. Elle s'étale de novembre à avril, voire mai-juin, dans les lots 4 (PRP 75) et 6 (PRP 78) qui, situés dans des dépressions interdunaires, ont un rythme de production très symétrique. Le regain d'exsudation dans le lot 4 résulte de ce qu'une partie des arbres a été saignée en mars/avril (voir plus haut - fig. 11). Les arbres du lot 3 (sommet dunaire) n'ont pratiquement pas "répondu" à ces saignées tardives.

Les placeaux de la parcelle PGA 74 ont eu, durant la saison de production 1989/90, un comportement difficilement comparable à celui des autres lots vu le peu d'arbres saignés et la réponse faible de ceux-ci à ce traitement et les perturbations probables consécutives à l'attaque des criquets. Les histogrammes rendent donc ainsi compte essentiellement du comportement des arbres non saignés. Celui-ci se révèle assez analogue dans les 2 lots de la parcelle : étalement de production entre janvier et avril en sommet dunaire (lot 1), entre février et avril sur replat (lot 2) avec "pic" plus ou moins marqué en mars.

Au total, si on laisse de côté le cas un peu particulier de la parcelle PGA 74, on retiendra 2 comportements bien tranchés des populations de gommiers durant la 1<sup>ère</sup> saison d'observation :

- celui des lots situés en dépressions (4,6) où la production s'étale de décembre à avril (ou au delà si les saignées sont tardives), sans pic marqué,
- celui des lots situés en sommet dunaire (3,7) et replat (5) où l'exsudation s'étend de novembre à mars, (même si les saignées sont tardives), avec pic très prononcé en décembre .

Les résultats de la 2<sup>ème</sup> saison de production 1990/91 sont plus

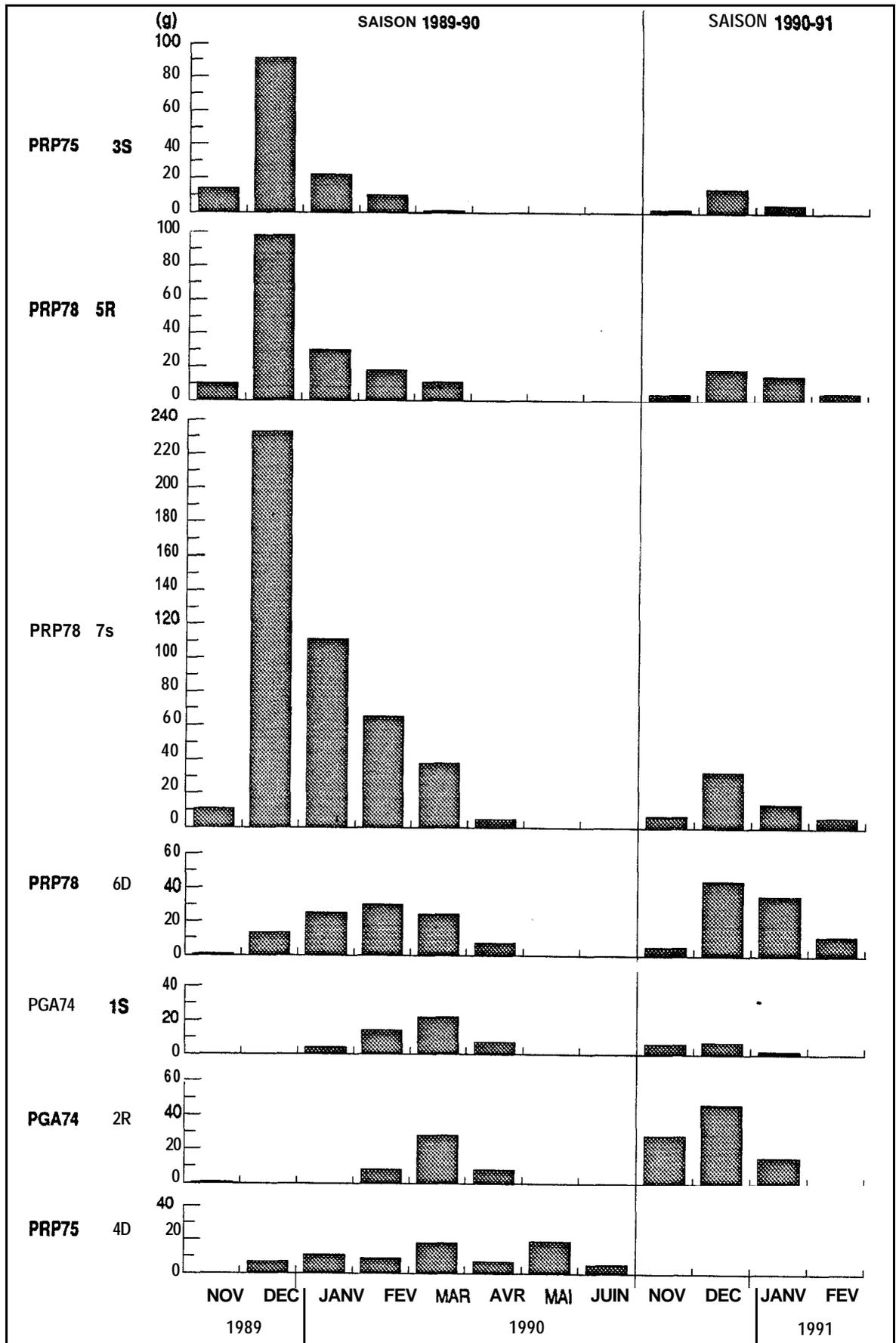


Figure 12. Production gommière mensuelle moyenne par arbre dans les différents placeaux.

(Les chiffres 1-7 se réfèrent aux lots et les lettres SRD aux sites • le nombre total d'arbres par lot est ici pris en compte)

difficiles à interpréter vu la faiblesse générale des rendements. On constate que les rythmes mensuels sont assez comparables vu l'étalement de la production entre novembre et février, avec pic plutôt marqué en décembre. Il est cependant intéressant de remarquer que le lot 6 (dépression de PRP 75), à maximum d'exsudation en décembre, se comporte comme les lots de sommet dunaire de la première saison d'étude. D'autre part, le lot 2 (replat de PGA 74), qui a subi des saignées généralisées, a une production étalée de novembre à janvier avec un "pic" en mars : ce rythme est bien différent de celui observé la lère année alors que les arbres avaient été saignés en faible nombre.

### 3.7. Caractéristiques physico-chimiques des gommés

(tableaux 5abc - figs 13-18) :

Notons que c'est la première fois, à notre connaissance, qu'autant de mesures physico-chimiques sont réalisées sur des gommés fraîchement exsudés ("crude gum"). Les analyses concernant la lère saison de production seront présentées d'abord globalement puis site par site. Les récoltes ayant été moins nombreuses et peu abondantes (en masse) durant la 2ème saison, les résultats ne seront analysés que globalement.

#### 3.7.1. Viscosité (figs 13-14) :

Les valeurs de la viscosité dans les différents lots et échantillons de gomme fraîche ou faiblement vieillie s'échelonnent entre 0,14 et 0,60 dl/g. Elles sont nettement supérieures à celles de la gomme arabe commerciale, sous forme broyée ou atomisée. Dans la littérature, la valeur moyenne de cette viscosité est de 0,16 dl/g.

L'étude de la figure 13a montre une baisse de viscosité des échantillons 1989/90-2 {vieillis} par rapport à ceux de 1989/90-1 : la valeur moyenne passe en effet de 0,287 dl/g à 0,259 dl/g. Ceci suppose donc une évolution au niveau de la structure du nodule. La moyenne de viscosité des gommés de la saison de Production 1990/91 s'élève à 0,257 dl/g, valeur proche de celle des échantillons 1989/90 vieillies. Nous tenterons plus loin d'établir un lien entre ces faits et certaines conditions du milieu. Le cumul des différentes valeurs de viscosité obtenues fait apparaître une courbe très étale dont la moyenne est 0,276 dl/g. On peut en conclure que la gomme d'Acacia *senegal*, originaire du Ferlo, a une Viscosité supérieure à celle de la gomme récoltée par exemple au Soudan (type "Kordofan").

Les diagrammes des figures 13 bc, qui confrontent les résultats obtenus pour les mêmes arbres, montrent une dispersion des valeurs de viscosité. On peut expliquer cela en invoquant la différence de conditionnement et de vieillissement de la gomme. En effet, lorsque celle-ci est traitée industriellement, elle est soumise à des contraintes thermiques ou mécaniques (atomisation ou broyage) qui ont tendance à individualiser les chaînes de polysaccharides entraînant ainsi une viscosité inférieure de l'ordre de 0,160 dl/g. D'autre part, les nodules subissant ces traitements ont souvent connu un stockage sur le lieu de production et ont été soumis à différents facteurs pouvant contribuer au vieillissement tels que sécheresse, températures élevées ou attaques éventuelles de microorganismes. Ceci n'est

PRP75(S) 3

N° récolte	Viscosité (dl/g)			Pouvoir rotatoire (°)			Azote (%)	
	1989/90-1	1989/90-2	1990/91	1989/90-1	1989/90-2	1990/91	1989/90-1	1990/91
3-51-1	0,308			-41,1			0,34	
3-51-2	0,354	0,230		-37,5	-34,3		0,54	
3-51-3	0,305	0,238		-36,0	-32,1		0,28	
3-69-1	0,220	0,235		-37,0	-31,7			
3-69-2	0,256	0,200	0,263	-32,2	-29,3	-36,2	0,28	0,42
3-69-3	0,316	0,280		-35,9	-31,9		0,35	
3-69-4	0,216	0,255		-30,0	-34,2		0,27	
3-69-8	0,160			-32,8			0,31	
3-71-1	0,250	0,217		-38,7	-38,8		0,15	
3-71-2	0,340	0,335		-39,5	-36,0		0,46	
3-71-3	0,599	0,185		-53,1	-32,1		0,46	
3-71-4	0,272	0,362		-35,5	-34,1		0,00	
3-71-6	0,190	0,324		-29,4	-30,4		0,26	
3-71-8	0,247			-31,1			0,30	
3-72-2	0,202	0,225		-37,4	-33,9		0,26	
3-72-4	0,145	0,180		-35,8	-33,2		0,18	
3-72-6	0,168	0,196		-36,7	-33,6		0,28	
3-72-8	0,177	0,188		-33,1	-31,9		0,30	
3-73-2	0,482	0,339	0,291	-38,0	-38,1	-38,1	0,39	
3-73-4	0,292	0,258		-37,0	-36,7		0,55	
3-73-6	0,207	0,196		-35,9	-35,6		0,48	
3-73-8	0,357	0,196		-34,8	-36,1			
3-90-1	0,192	0,214	0,147	-35,5	-34,0	-31,8	0,33	0,35
3-90-2	0,326	0,285	0,269	-30,1	-29,9	-30,3	0,42	0,39
3-90-3	0,323	0,385		-28,6	-27,4		0,27	
3-90-4	0,291	0,270		-29,1	-26,8		0,27	
3-90-6	0,184	0,280		-26,4	-26,9		0,26	
3-90-7	0,230	0,206		-27,8	-28,7		0,32	
3-90-8	0,306	0,236		-24,9	-27,3		0,42	
3-118-1	0,242	0,230		-41,9	-37,0		0,12	
3-118-2	0,292	0,294		-38,2	-35,0		0,36	
3-118-4B	0,179	0,186		-40,9	-39,7		0,28	
3-118-4M	0,192	0,168		-39,7	-35,4		0,26	
3-118-4S	0,202	0,196		-39,0	-32,2		0,29	
3-118-6	0,222	0,230		-30,3	-31,8		0,26	
3-118-8	0,172	0,164		-33,1	-36,1		0,34	
Moyenne	0,262	0,242	0,243	-35,1	-33,1	-34,1	0,31	0,39

Pour les symboles des n° de récolte, voir le tableau 5c

Tableau 5a. Analyses physico-chimiques des gommés

## PRP78(R) 5

N° récolte	Viscosité (dl/g)			Pouvoir rotatoire (°)			Azote (%)	
	1989/90-1	1989/90-2	1990/91	1989/90-1	1989/90-2	1990/91	1989/90-1	1990/91
5-19-1	0,370		0,225	-32,3		-30,1	0,49	0,43
5-19-2	0,310		0,318	-30,0		-35,2		
5-19-6	0,330	0,280	0,256	-30,9	-30,6	-29,6	0,27	0,26
5-19-8	0,292	0,285		-30,8	-27,5		0,25	
5-19-10	0,230	0,166		-31,8	-25,0		0,23	
5-22-1	0,296	0,309		-33,7	-32,5		0,46	
5-22-2	0,428	0,322		-34,5	-31,7		0,50	
5-22-6	0,155	0,168		-34,7	-31,8		0,16	
5-23-1	0,282	0,204		-36,7	-34,4		0,34	
5-23-2	0,350	0,256		-32,5	-27,2		0,37	
5-23-3	0,330	0,288		-34,6	-30,9		0,31	
5-23-6	0,276	0,230		-25,7	-24,1		0,35	
5-23-8	0,375	0,310		-24,7	-27,3		0,36	
5-36-1	0,160	0,348		-34,8	-36,1		0,47	
5-36-2	0,240	0,429		-33,9	-34,6		0,43	
5-36-3	0,330	0,328	0,340	-31,8	-35,4	-37,7	0,31	0,37
Moyenne	0,297	0,262	0,285	-32,1	-30,7	-33,2	0,35	0,35

## PRP78(D) 6

N° récolte	Viscosité (dl/g)			Pouvoir rotatoire (°)			Azote (%)	
	1989/90-1	1989/90-2	1990/91	1989/90-1	1989/90-2	1990/91	1989/90-1	1990/91
6-53-1	0,580	0,265		-31,6	-31,8		0,57	
6-53-2	0,259	0,306	0,360	-33,2	-31,6	-30,5	0,39	0,57
6-534	0,306	0,380	0,284	-28,0	-26,5	-39,0	0,22	0,35
Moyenne	0,382	0,317	0,322	-30,9	-30,0	-34,7	0,39	0,46

Pour les symboles des n° de récolte, voir le tableau 5c

**Tableau 5b.** Analyses physico-chimiques des gommés

## PRP78(S) 7

N° récolte	Viscosité (dl/g)			Pouvoir rotatoire (°)			Azote (%)	
	1989/90-1	1989/90-2	1990/91	1989/90-1	1989/90-2	1990/91	1989/90-1	1990/91
7-94-1	0,304	0,255	0,313	-31,5	-32,5	-34,7	0,30	0,34
7-94-2	0,285	0,346	0,247	-28,5	-31,2	-34,2	0,34	0,35
7-94-4	0,253	0,329		-30,7	-30,5		0,27	
7-94-6	0,275	0,285		-29,6	-27,9		0,32	
7-94-8	0,202	0,152		-31,9	-30,5		0,32	
7-94-10	0,195	0,160		-29,8	-28,9		0,42	
7-145-1	0,232	0,246	0,287	-31,4	-33,2	-36,0	0,30	0,40
7-145-2	0,397	0,245		-32,7	-32,0		0,33	
4-145-3	0,368	0,317		-32,6	-33,1		0,33	
7-146-1	0,215	0,256		-41,5	-39,2		0,26	
7-146-2	0,429	0,245		-37,1	-40,5		0,42	
4-146-4B	0,226	0,200		-39,9	-42,5		0,31	
7-146-4M	0,340	0,235		-40,6	-39,2		0,39	
7-146-4s	0,268	0,280		-37,9	-38,2		0,45	
7-149-1	0,186	0,345		-36,6	-36,5		0,46	
7-149-2	0,411	0,358		-33,8	-34,4		0,55	
7-149-3	0,363	0,365	0,251	-29,8	-29,8	-35,9	0,33	0,48
7-149-5	0,306	0,295		-32,3	-30,2		0,29	
7-149-7	0,597	0,330		-62,3	-31,8		0,32	
7-149-9	0,382			-29,9			0,41	
Moyenne	0,312	0,276	0,275	-35,0	-33,8	-35,2	0,36	0,39

Le numéro de récolte se lit comme suit : exp. 7-146-4B

7 = N° de lot    146 = N° d'arbre dans le lot    4 = N° correspondant à la date de récolte (cf. § protocole expérimental)

B = branche basse

(M = branche moyenne ; S = branche de sommet)

## RECAPITULATIF

N° récolte	Viscosité (dl/g)			Pouvoir rotatoire (°)			Azote (%)	
	1989/90-1	1989/90-2	1990/91	1989/90-1	1989/90-2	1990/91	1989/90-1	1990/91
PRP75(S) 3	0,262	0,242	0,243	-35,1	-33,1	-34,1	0,31	0,39
PRP78(R) 5	0,297	0,262	0,285	-32,1	-30,7	-33,2	0,35	0,35
PRP78(D) 6	0,382	0,317	0,322	-30,9	-30,0	-34,7	0,39	0,46
PRP78(S) 7	0,312	0,276	0,275	-35,0	-33,8	-35,2	0,36	0,39
TOTAL	0,287	0,259	0,257	-34,3	-32,7	-32,0	0,34	0,36

Tableau 5c. Analyses physico-chimiques des gommés

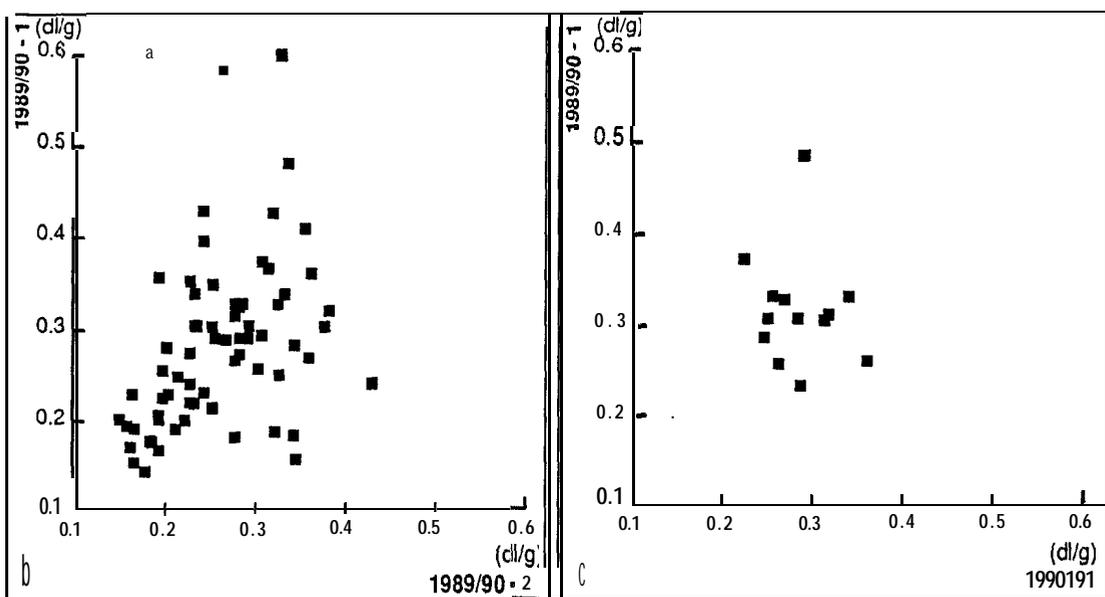
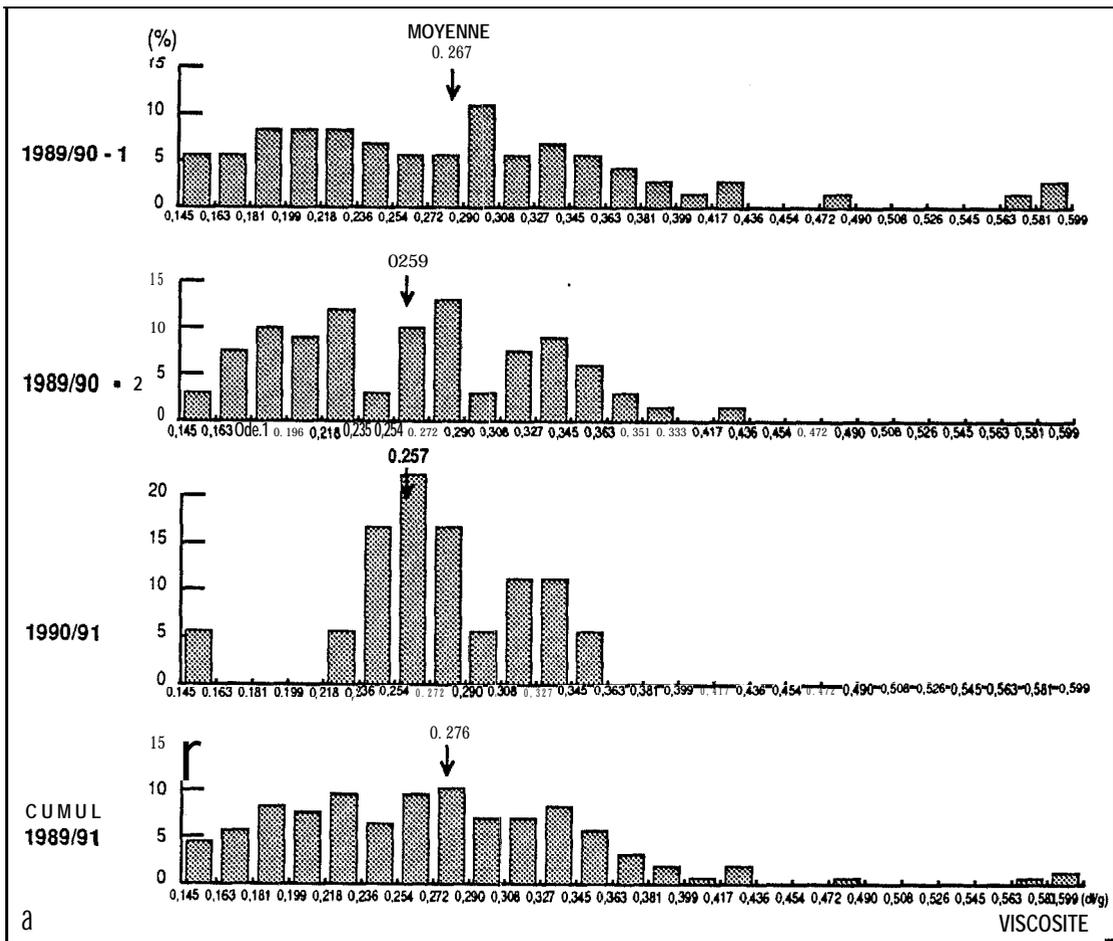


Figure 13. Caractéristiques physico-chimiques des gommés : viscosité - a : fréquences des valeurs de viscosité - b : variations de la viscosité selon le degré de vieillissement des exsudats - c : variations de la viscosité selon l'année de récolte.

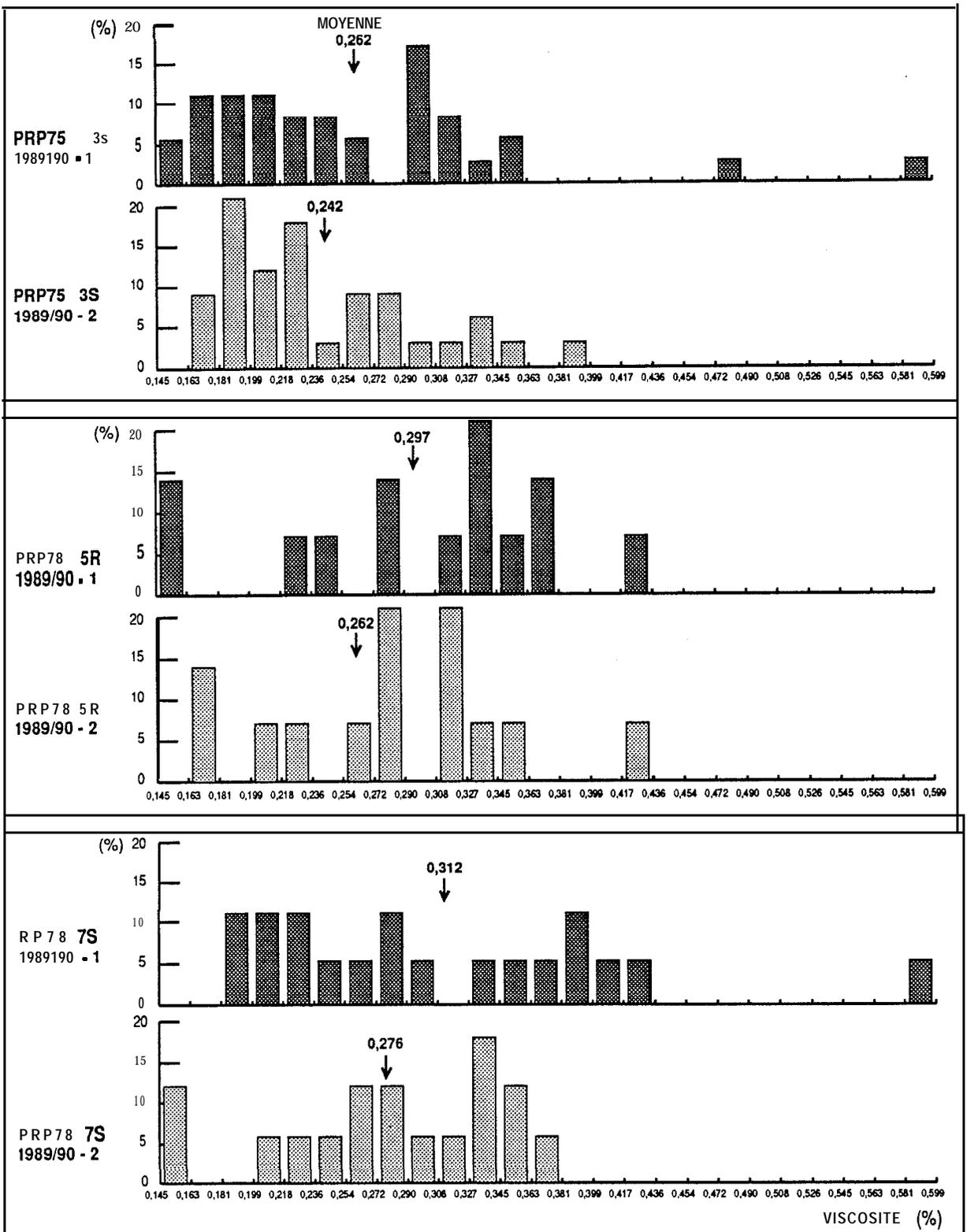


Figure 14. Caractéristiques physico-chimiques des gommés : viscosité - Fréquences des valeurs de viscosité selon le site et le degré de vieillissement des exsudats.

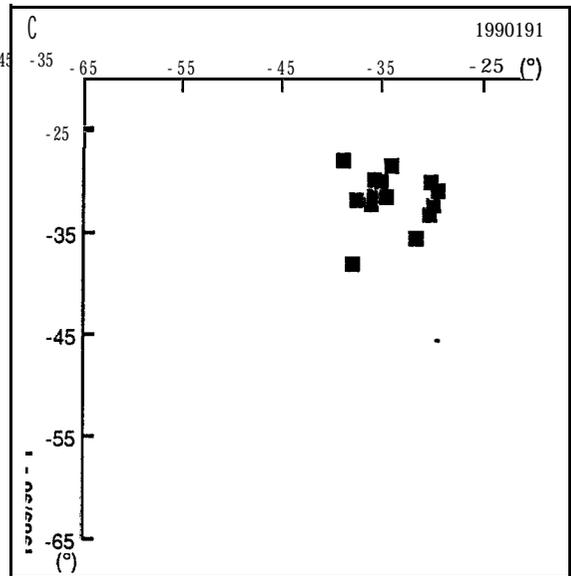
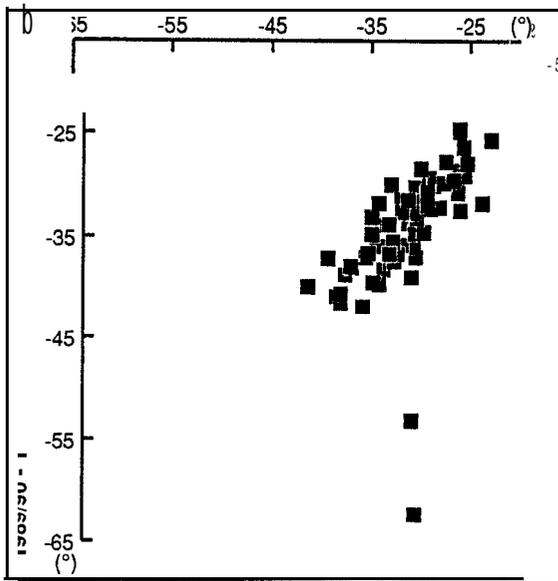
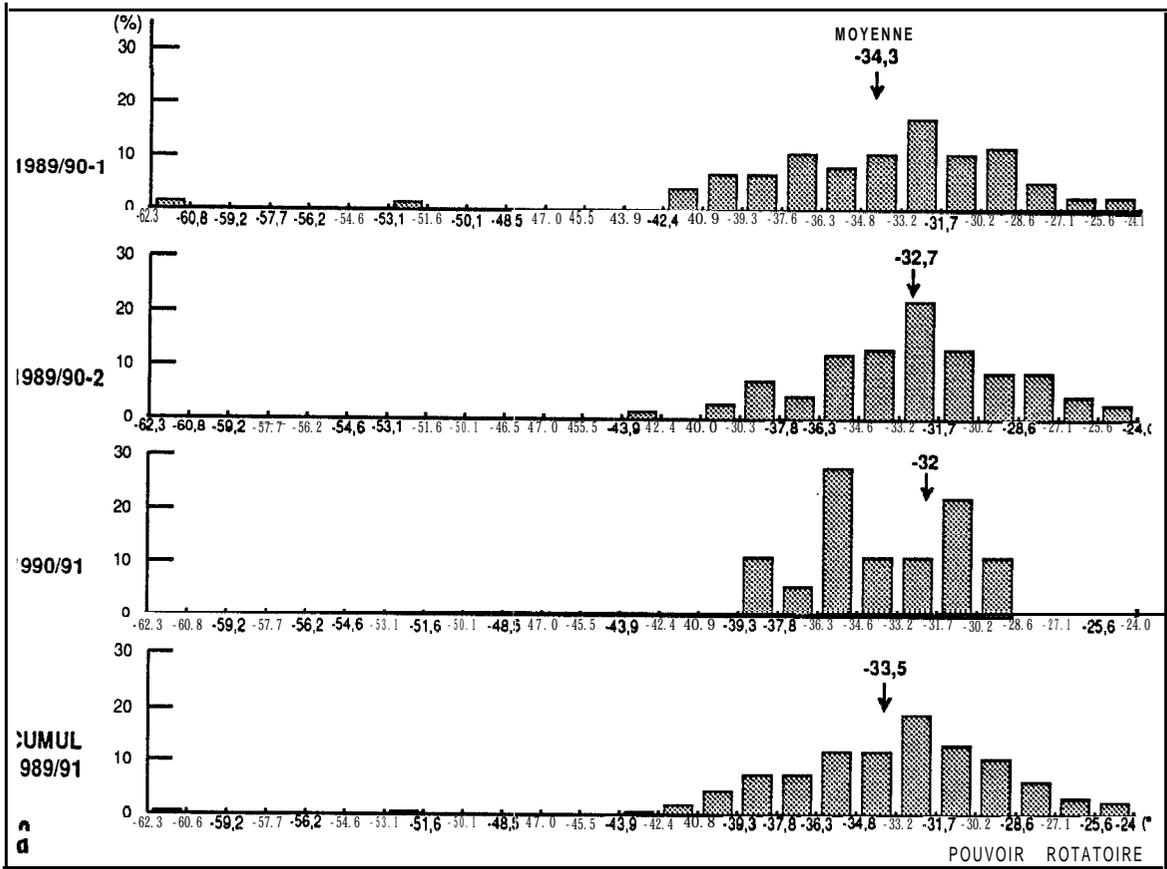


Figure 15. Caractéristiques physico-chimiques des gommés : pouvoir rotatoire  
 • a : fréquences des valeurs du pouvoir rotatoire • b : variations du pouvoir rotatoire selon le degré de vieillissement des exsudats • c : variations du pouvoir rotatoire selon l'année de récolte.

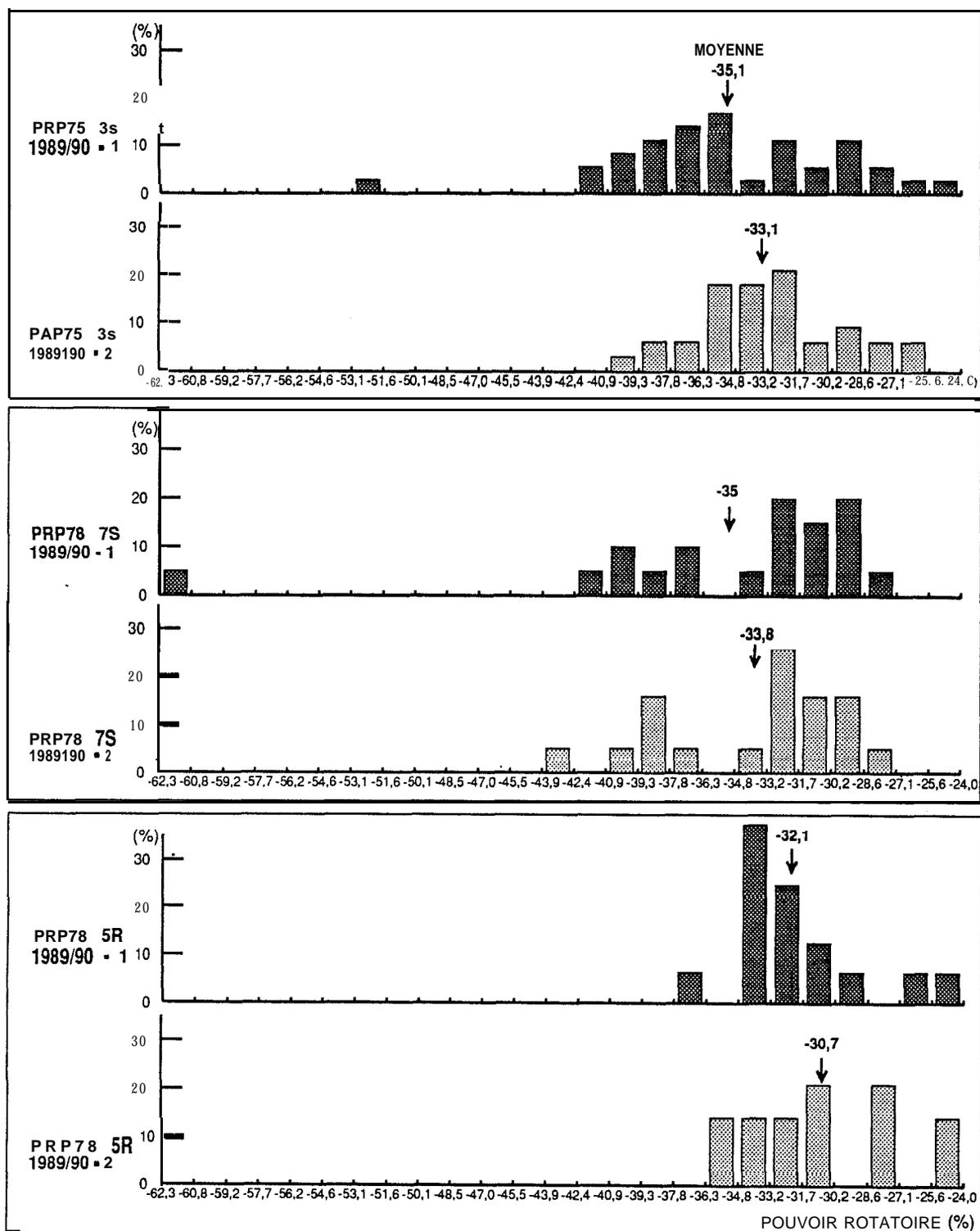


Figure 16. Caractéristiques physico-chimiques des gommés : pouvoir rotatoire  
 - Fréquences des valeurs du pouvoir rotatoire selon le site et le degré de vieillissement des exsudats.

pas le cas des échantillons étudiés dans ce programme.

La comparaison des viscosités selon les placeaux (fig. 14 - placeau 6 non inclus car non représentatif statistiquement) montre qu'il n'y a apparemment pas de corrélation entre ces valeurs et le site topographique. On note l'ordre décroissant des viscosités suivant : PRP 78 (S) - lot 7; PRP 78(R) - lot 5 ; PRP 75 (S) - lot 3. Il apparaît par ailleurs que la viscosité moyenne 1989/90-1 est toujours plus élevée que celle de 1989/90-2 pour chacun des sites, ce qui reflète bien ce que nous avons précédemment souligné à propos du vieillissement des nodules. Nous constatons enfin que la viscosité de la gomme est plus élevée sur les arbres les plus jeunes.

### 3.7.2. **Pouvoir rotatoire** (figs 15-16) :

Les valeurs du pouvoir rotatoire se situent entre  $\cdot 24''$  et  $\cdot 62''$ . Dans la littérature et au plan commercial, celles-ci sont comprises entre  $\cdot 28^\circ$  et  $\cdot 32''$ .

Si l'on compare les pouvoirs rotatoires des échantillons frais ou vieillis de la récolte 1989/90 (fig. 15a), on constate que les valeurs moyennes passent de  $\cdot 34,3^\circ$  (échantillons frais) à  $\cdot 32,7^\circ$  (échantillons conservés 1 an). Par "vieillissement", le pouvoir rotatoire de la gomme se rapproche donc de celui des échantillons commerciaux. Cette évolution est très lente car les échantillons sont soumis à des conditions de stockage moins drastiques que celles du commerce. D'une saison de récolte à l'autre, on peut constater que le pouvoir rotatoire moyen a légèrement évolué pour se rapprocher des valeurs dites commerciales :  $\cdot 34,3^\circ$  à  $\cdot 32^\circ$ . Il est analogue pour les échantillons 1989/90-2 (vieillis) et 1990/91 (fig. 15a).

Dans les diagrammes des figures 15 bc sont comparés les pouvoirs rotatoires des échantillons (vieillis ou non.) prélevés sur les mêmes arbres. Les points représentatifs sont confinés autour d'une valeur moyenne relativement stable. Le pouvoir rotatoire ne changeant pratiquement pas d'une année à l'autre, il peut donc servir à d'identification de la gomme arabique. Remarquons, dans le diagramme 15 b, les valeurs anormalement faibles relevées sur les gommages des deux arbres 7.149 et 3.71 (récoltes 7 et 3). En vieillissant, le pouvoir rotatoire se rapproche de la normale. Si l'on cumule toutes les valeurs obtenues, le pouvoir rotatoire est de  $\cdot 33,5^\circ$ , valeur proche de la norme retenue pour la gomme arabique bien que la dispersion, sur des nodules frais ou vieillis, montre que ce paramètre n'est pas forcément caractéristique de l'espèce si l'on ne tient pas compte de toutes les observations que nous décrivons.

La figure 16 montre que les valeurs moyennes du pouvoir rotatoire diminuent quel que soit le site, lors du vieillissement par stockage (comparaison 1989/90-1 et -2).

### 3.7.3. **Pourcentage d'azote** (figs 17, 18) :

Les valeurs des pourcentages d'azote observés sont comprises entre 0,12 et 0,83 %, ce qui correspond à un taux de protéines de 0,75 à 5,19 % (moyenne : 2,06 %). Le % moyen en azote est de 0,35. Rappelons que dans la littérature et le commerce on retient une teneur en azote de 0,3 % et un taux

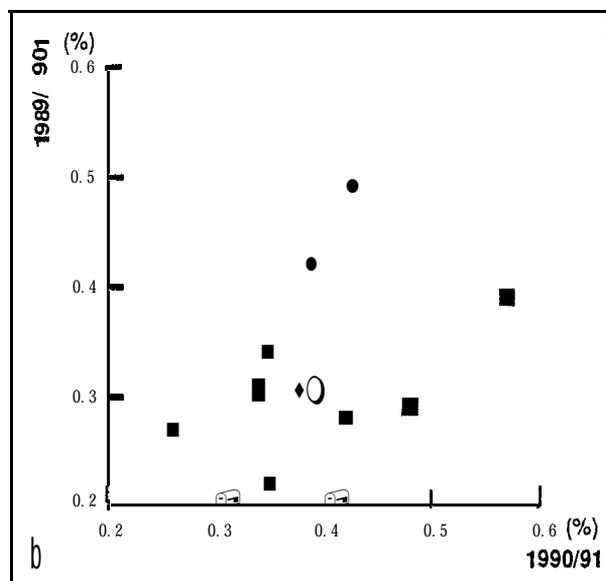
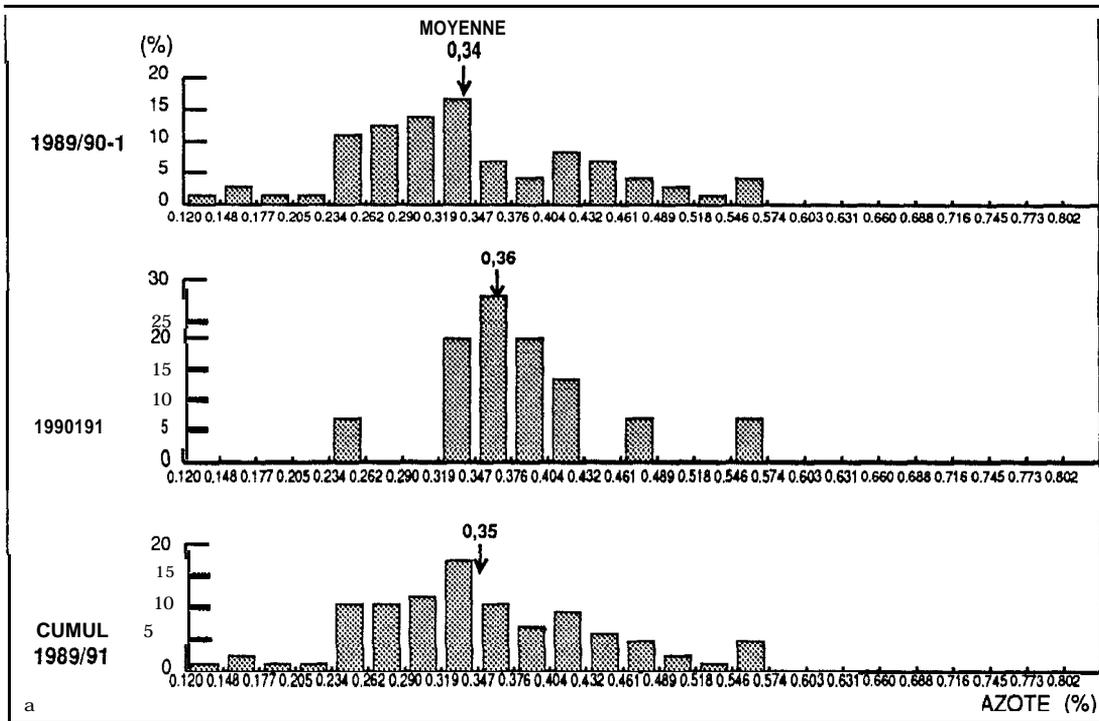


Figure 17. Caractéristiques physico-chimiques des gommés : pourcentage d'azote - a : fréquences des valeurs du pourcentage d'azote - b : variations du pourcentage d'azote selon l'année de récolte.

de protéines de 1,8 %.

On constate que, d'une année à l'autre, le taux moyen en azote passe de 0,34 à 0,36 % (fig. 17a) ce qui reste dans la marge d'erreur des mesures.

Notons enfin qu'il n'apparaît pas de corrélation entre le % moyen d'azote et les sites de récolte (fig. 18), les différences entre les valeurs observées étant encore incluses dans la marge d'erreur.

*Remarques :* Sous l'influence d'un traitement par la chaleur ou de contraintes mécaniques nous avons ramené, au laboratoire, le pouvoir rotatoire et la viscosité à des valeurs "classiques". Les caractéristiques physico-chimiques de la gomme évoluent donc, dès l'exsudation, et s'identifient peu à peu à celles des échantillons dits "commerciaux" qui ont subi à la fois le stockage sur le lieu de production et le broyage en usine. Ces constatations confirment les observations de Mantell (1947,1954). Notons que les échantillons lyophilisés conservent leurs caractéristiques physico-chimiques s'ils ne sont pas soumis au broyage, à la sonification ou à des traitements thermiques. *La gomme peut donc être considérée comme un polymère "encore vivant" de son exsudation à son utilisation après un traitement industriel classique.*

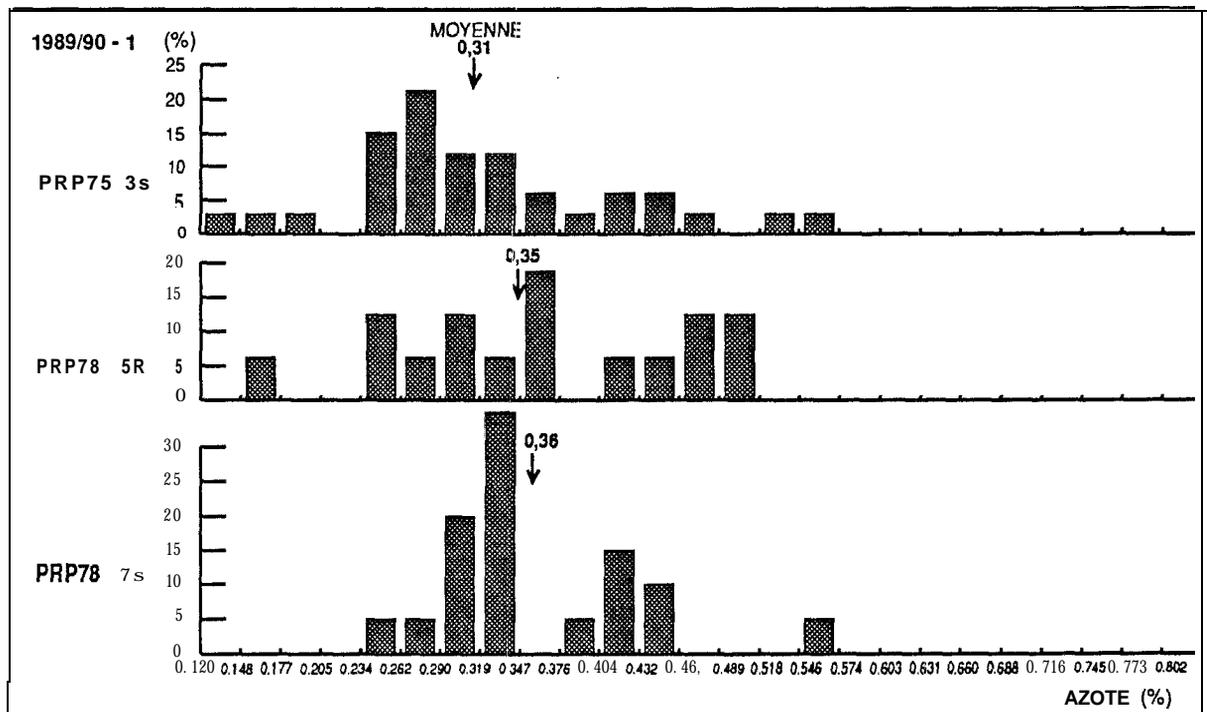


Figure 18. Caractéristiques physico-chimiques des gommages : pourcentage d'azote selon le site.

## 4. CONFRONTATION DES DONNEES

Dans ce chapitre, nous rechercherons 1/ les relations éventuelles entre paramètres biologiques, 2/ les liens pouvant exister entre les caractéristiques du milieu (climat, stocks hydriques aux différents niveaux de la toposéquence dunaire) et le comportement des populations étudiées (taux de croissance et survie, rythmes phénologiques, quantités de gomme produite et qualités physico-chimiques des exsudats).

### 4.1. Données biologiques et caractéristiques de la production gommière

#### 4.1.1. Degrés de défoliation et masse de gomme produite (figs 19ab-20) :

Parmi les données relatives à la phénologie, nous retenons ici celles qui concernent les degrés de défoliation. On sait en effet, grâce à l'expérience des exploitants de gomméraires, que le rendement moyen en gomme d'un arbre est optimal lorsque celui-ci est dépouillé des 2/3 de son feuillage environ. Ceci est globalement confirmé par Sène (1988) et Dione (1989).

Nos travaux permettent une approche plus détaillée du comportement phénologique des arbres aux différents niveaux topographiques dunaires. Les figures 19a et 19b mettent en relation, pour chaque plateau, les rythmes de défoliation et de production gommière/arbre (moyennes mensuelles) au cours des deux années d'étude. Les périodes de saignées y sont précisées par des flèches.

L'étude de ces graphes montre que les pics mensuels de production tendent à précéder de 1 mois (lot 7 - sommet dunaire ; lot 2,5 - replats; lot 4 - dépression interdunaire) ou de 2-3 mois (lots 6 - dépression interdunaire) la phase de défoliation maximale des arbres. Les deux phénomènes sont "en phase" dans le lot 1 (sommet dunaire - première année de production). Dans le lot 3 (sommet), le maximum d'exsudation suit immédiatement l'étape de défoliation maximum. Ces *pics de production, dans les différents lots, apparaissent beaucoup plus liés au stade phénologique qu'à la date de saignée*. Ce fait apparaît bien si l'on compare les 3 plateaux de la parcelle PRP 78 (5,6,7), qui ont été traités de la même manière (saignées d'octobre/novembre). Dans ces lots, on constate que les arbres possèdent, en moyenne, 45 à 55 % de leur feuilles lors de la période de maximum d'exsudation, le plus faible pourcentage résiduel de feuillage s'observant sur le sommet dunaire où, par ailleurs, la production est la plus forte. Ces lots, compte-tenu des faibles perturbations qu'ils ont subies et des traitements homogènes dont ils ont été l'objet, peuvent être utilisés comme références pour préciser des types de comportements selon les sites à partir des données relatives à l'exsudation gommière et la phénologie.

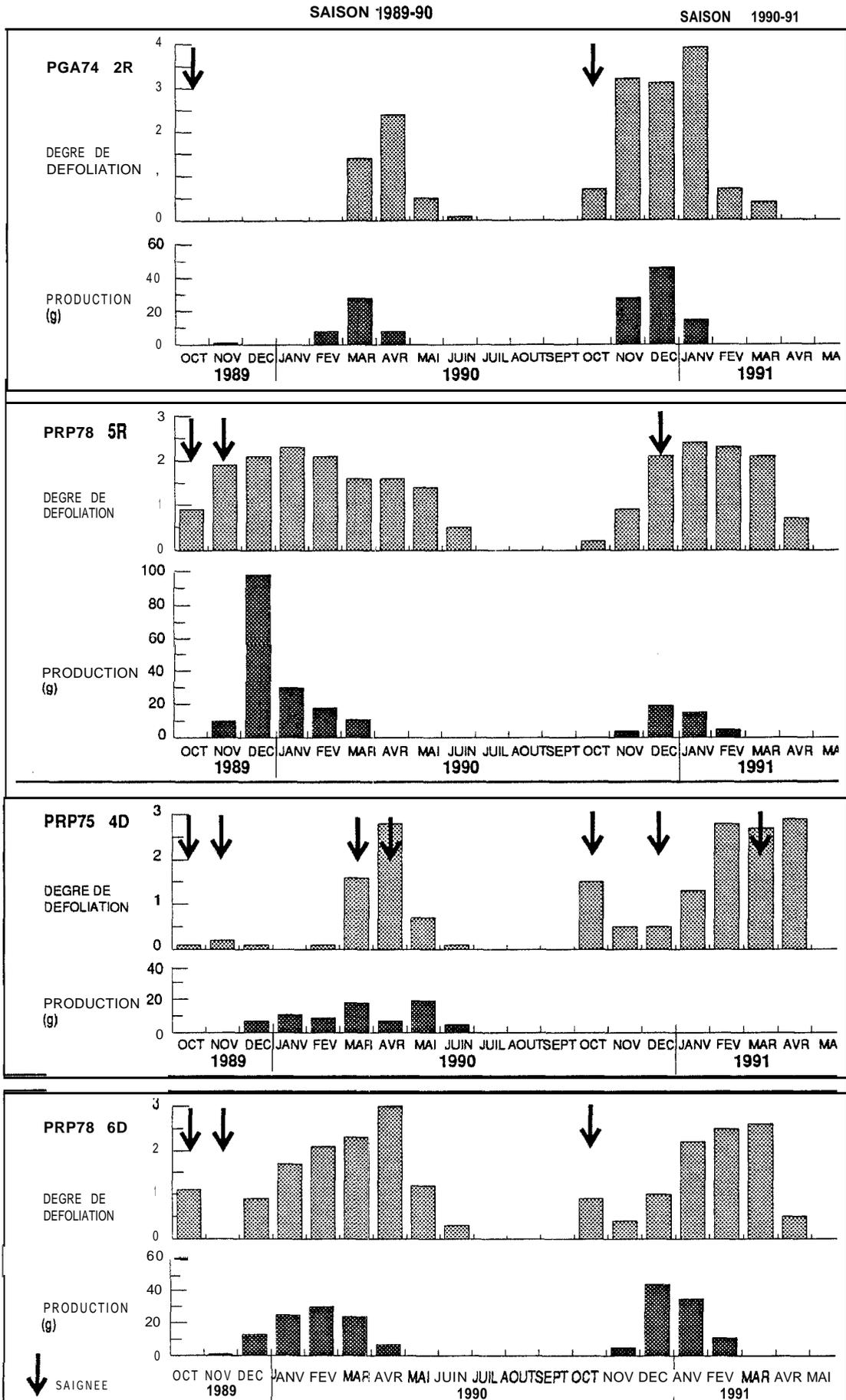


Figure 19a. Degrés moyens de défoliation et rendements moyens par arbre. (Les chiffres 1-7 se réfèrent aux lots et les lettres SRD aux sites)

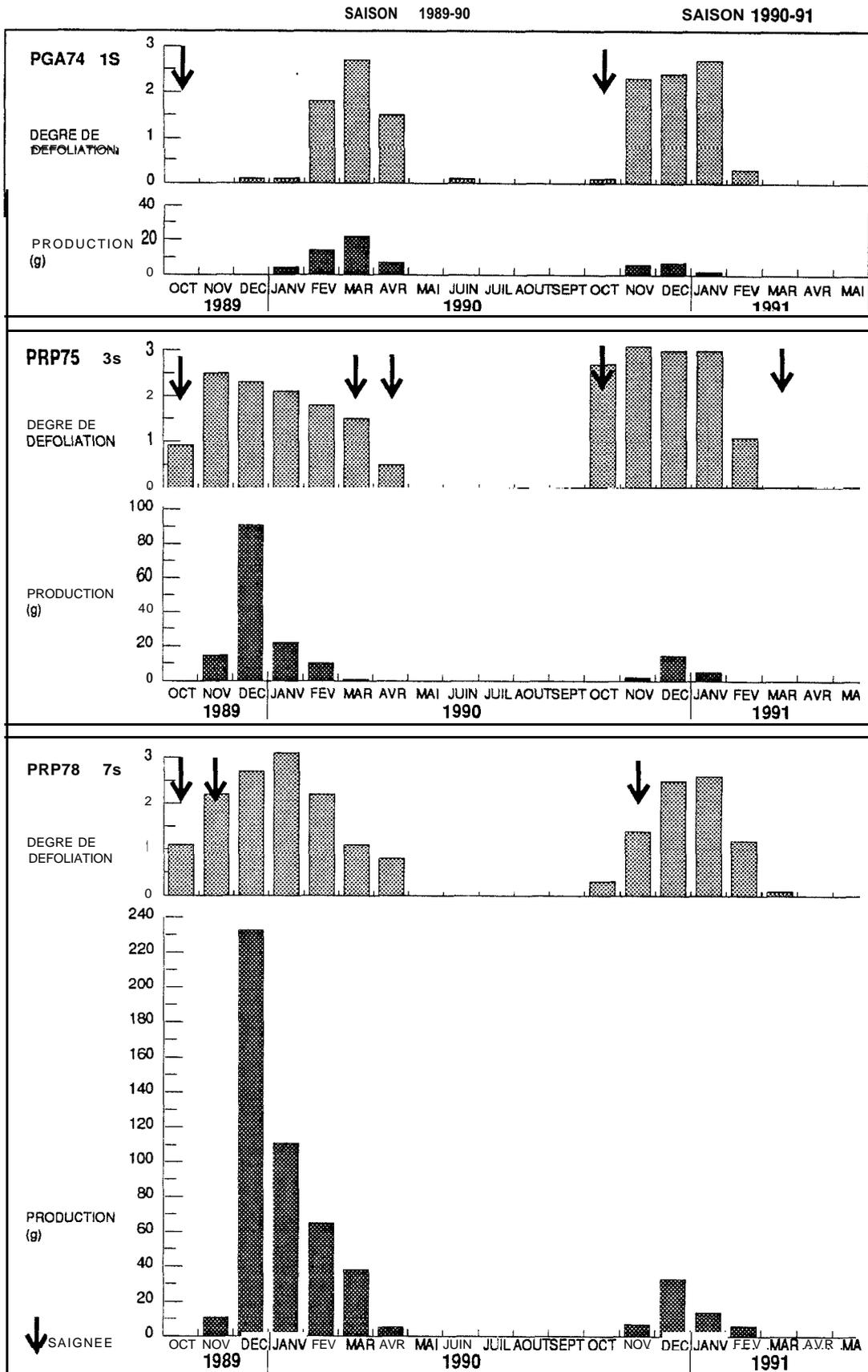


Figure 19b. Degrés moyens de défoliation et rendements moyens par arbre. (Les chiffres 1-7 se réfèrent aux lots et les lettres SRD aux sites)

La relation entre degré de défoliation et intensité de production gommière est très sensible si l'on considère la globalité des résultats, mois par mois, tous lots confondus (fig. 20). Pour rendre compte de ces phénomènes, nous avons regroupé les résultats obtenus au cours de la première saison de production et établi 4 classes de production gommière moyenne par arbre ainsi codées :

- 0: pas de production
- 1: production inférieure à la moyenne
- 2: production comprise entre 1 fois et 2 fois la valeur moyenne
- 3: production supérieure à 2 fois la moyenne.

Pour chacun des mois de production, ces classes sont référées au degré moyen de défoliation des arbres correspondants. Un certain nombre de faits intéressants ressortent de l'observation de ces graphes :

- Au degré le plus élevé de défoliation (voisin de 65 %) correspond la classe 3 de plus forte production gommière (masse moyenne de gomme par arbre voisine de 330 g). Inversement, les arbres non ou faiblement producteurs ont des taux moyens de défoliation inférieurs à 50 %.

- La précocité du phénomène de défoliation est associée à une production moyenne ~~à~~ élevée (classes 2 et 3) alors que le retard à la défoliation est synonyme de production faible à nulle (classes 1 et 0).

- Le degré maximum de défoliation des arbres meilleurs producteurs survient en moyenne en janvier, donc 1 mois après le pic de production de décembre. Par contre, chez les arbres très faiblement producteurs (classe 1), le pic de production anticipe de 3 mois le maximum de défoliation moyenne (mars). Selon la même logique, lorsque le degré de défoliation le plus élevé se situe en avril, il n'y a pas de production.

*L'intensité de l'exsudation gommière dépend donc à la fois du rythme et du degré de défoliation.*

*Remarque :* La figure 20 fait ressortir un pic d'exsudation en décembre, quelle que soit la classe de production. Comme la plupart des saignées ont été effectuées en octobre/novembre, cette poussée de production peut être considérée comme la conséquence directe de ces scarifications. Néanmoins l'analyse du comportement des lots (ci-dessus) montre que la saignée ne déclenche pas nécessairement l'exsudation (dépressions interdunaires) : celle-ci est plus fortement liée au stade phénologique qu'à la date de scarification. En d'autres termes *la saignée ne semble pouvoir être suivie de coulée de gomme que si un certain stade phénologique foliaire est atteint.*

#### **4.1.2. Relations entre paramètres physico-chimiques** (fig. 21) :

Rappelons que le paramètre "pouvoir rotatoire" rend compte d'une propriété intrinsèque de la gomme tandis que la viscosité donne davantage une idée de la structure globale de celle-ci (chaînes liées à une protéine ou chaînes libres). Il faut bien noter, par ailleurs, qu'un seul nodule n'est en aucune façon représentatif du produit "gomme arabique". Les caractéristiques moyennes (significatives) de celle-ci résultent d'un nombre important de mesures à partir d'un large échantillonnage.

Dans la figure 21, les caractéristiques physico-chimiques des gommages sont confrontées deux à deux. Les diagrammes 21a et 21b, qui associent

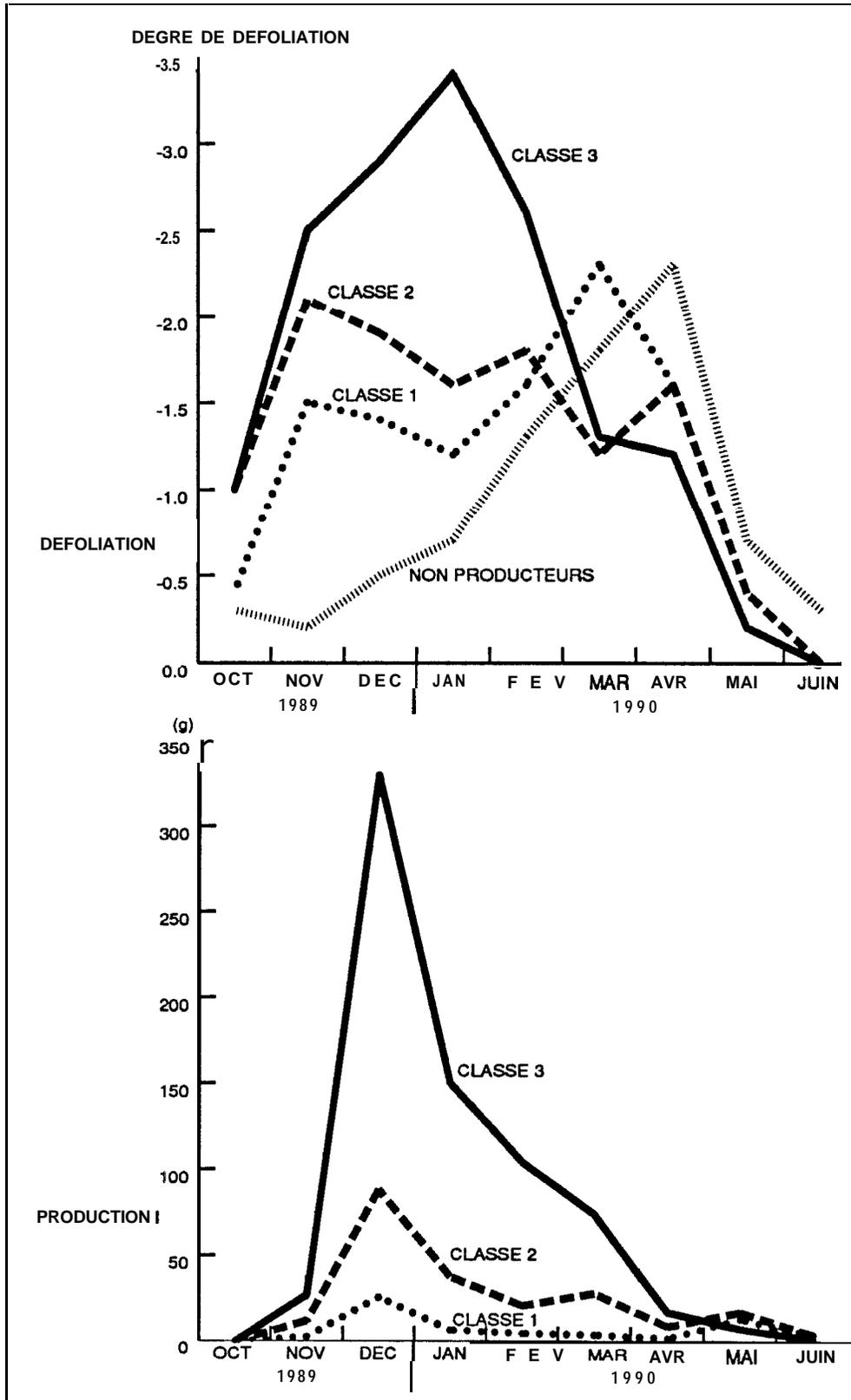


Figure 20. Classes de production gommère moyenne par arbre et degrés de défoliation.

(symboles des classes : 0 = pas de production; 1 = production inférieure à la moyenne; 2 = production comprise entre 1 fois et 2 fois la valeur moyenne; 3 = production supérieure à 2 fois la moyenne).

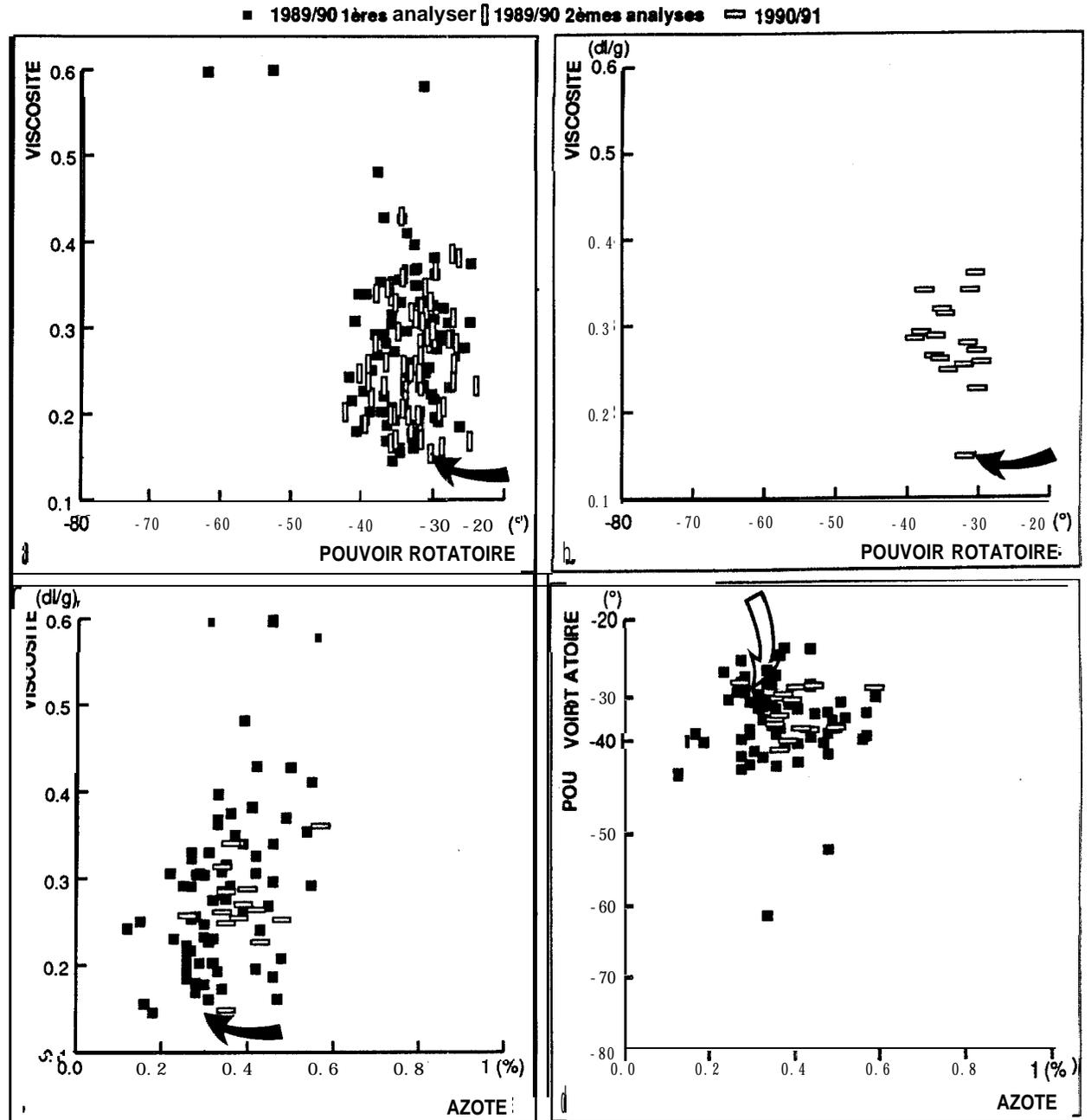


Figure 21. Relations entre paramètres physico-chimiques.

a: viscosité/pouvoir rotatoire : échantillons 1989/90-1 (frais - carrés noirs) et 1989/90-2 (vieillis un an - rectangles verticaux);

b: viscosité/pouvoir rotatoire : échantillons frais 1990/91;

c: viscosité/ azote : échantillons 1989/90-1 (frais - carrés noirs) et 1990/91 (rectangles horizontaux);

d: pouvoir rotatoire/azote : échantillons 1989/90-1 (frais - carrés noirs) et 1990/91 (rectangles horizontaux).

pouvoir rotatoire et viscosité des échantillons 1989/90 1-2 et 1990/91, montrent que ces 2 paramètres ne sont pas corrélés : l'augmentation de la viscosité n'est pas liée aux variations du pouvoir rotatoire (coefficients de corrélation respectivement égaux à - 0,3 et 0,2). On retrouve ici un point évoqué précédemment (fig. 15 b). La figure 21c met en parallèle viscosité et % d'azote. Les coefficients de corrélation, pour les 2 années 89/90 et 90/91 sont égaux à 0,34 et - 0,05. Malgré le caractère non significatif de ces coefficients, nous constatons cependant, expérimentalement, une certaine relation entre ces deux paramètres, tendance que nous avons notée dans des travaux antérieurs (Connolly et al., 1987) relatifs à la structure macromoléculaire de la gomme arabique ("wattle blossom model"). Enfin la figure 21d confronte pouvoir rotatoire et % d'azote. Il n'apparaît pas de corrélation entre ces données en raison notamment de la stabilité du pouvoir rotatoire (coefficients de corrélation respectivement égaux à - 0,04 et - 0,17 pour les échantillons 89/90 et 90/91). Tous les points se regroupent vers les valeurs classiques : 0,33 % d'azote et -30° de pouvoir rotatoire.

#### **4.1.3. Relations entre caractéristiques physico-chimiques et quantité de gomme produite** (fig. 22) :

Les diagrammes des figures 22a et c ne font apparaître aucune relation entre taux d'azote/pouvoir rotatoire et masse de gomme produite. Les coefficients de corrélations sont très faibles. La grande diversité des viscosités mesurées ne permet pas plus de conclure à un quelconque lien entre ces données et le poids de gomme exsudée (fig. 22 b).

#### **4.1.4. Relations entre caractéristiques physico-chimiques et position du nodule sur l'arbre :**

Pour 2 arbres (3.118 et 7.146), nous avons spécialement repéré l'emplacement des nodules de la 4ème récolte (1989/90) : bas (B) milieu (M) et haut de l'arbre (S).

Nous avons ainsi tenté de relier la position des nodules sur l'arbre aux 3 paramètres physico-chimiques : pouvoir rotatoire, viscosité et % d'azote. Les résultats sont les suivants :

	viscosité (dl/g)	% azote	pouvoir rotatoire (°)
3.118			
4B	0,179	0,28	- 40,9
4M	0,192	0,26	- 39,7
4s	0,202	0,29	- 39,0
7.146			
4B	0,226	0,31	- 39,9
4M	0,340	0,39	- 40,6
4s	0,268	0,45	- 37,9

Il est difficile, sur 2 échantillons, de déduire des tendances. La seule évidence est que plus le taux d'azote est élevé, plus la viscosité augmente, Le pouvoir rotatoire est relativement stable quoique un peu élevé par rapport à la norme classique car il s'agit d'échantillons frais.

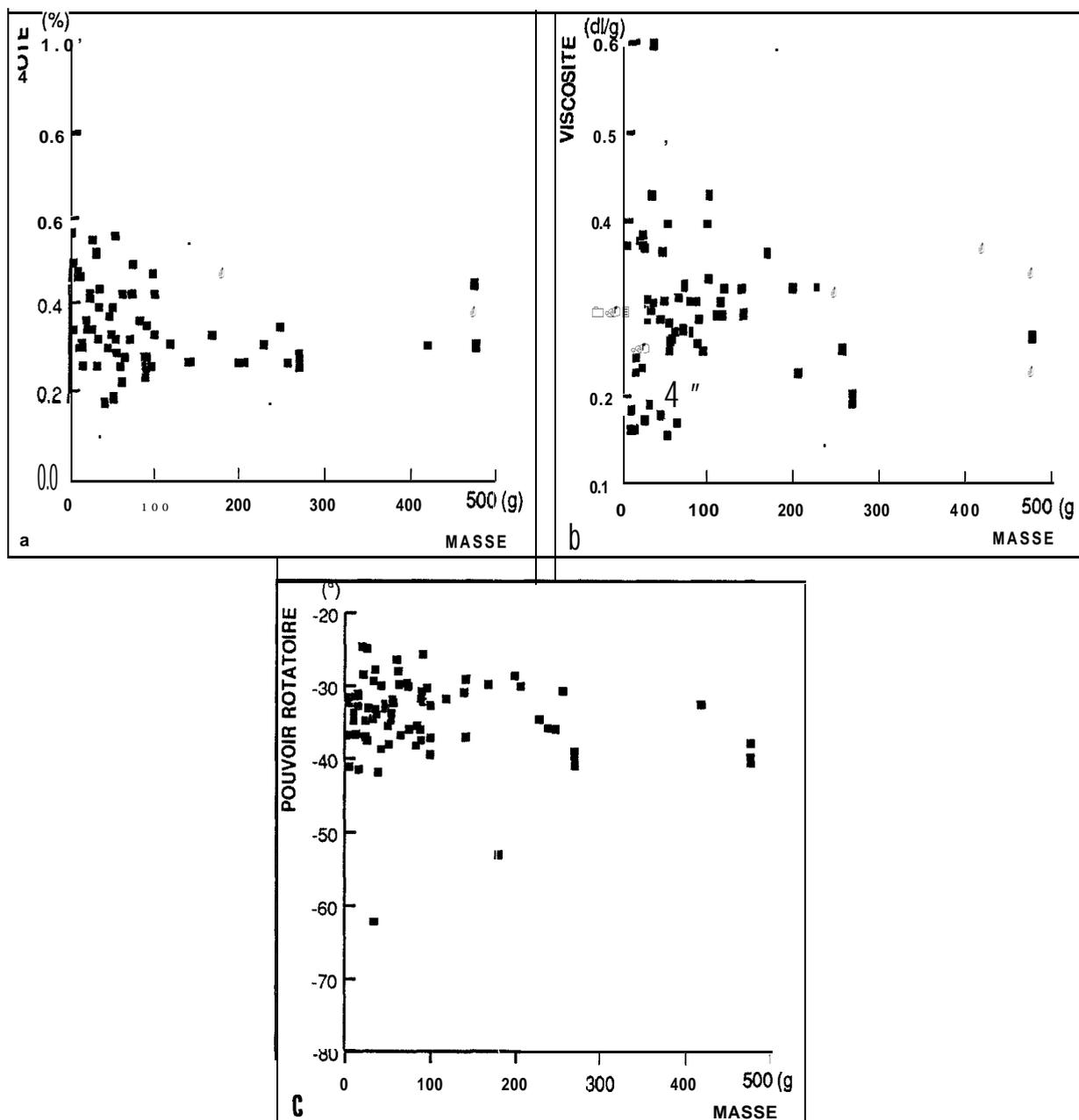


Figure 22. Relations entre caractéristiques physico-chimiques des gommes et production moyenne de gomme par arbre (saison de récolte 1989/90-1 : échantillons frais).

## SAISON DE RECOLTE 1989/90, ECHANTILLONS FRAIS

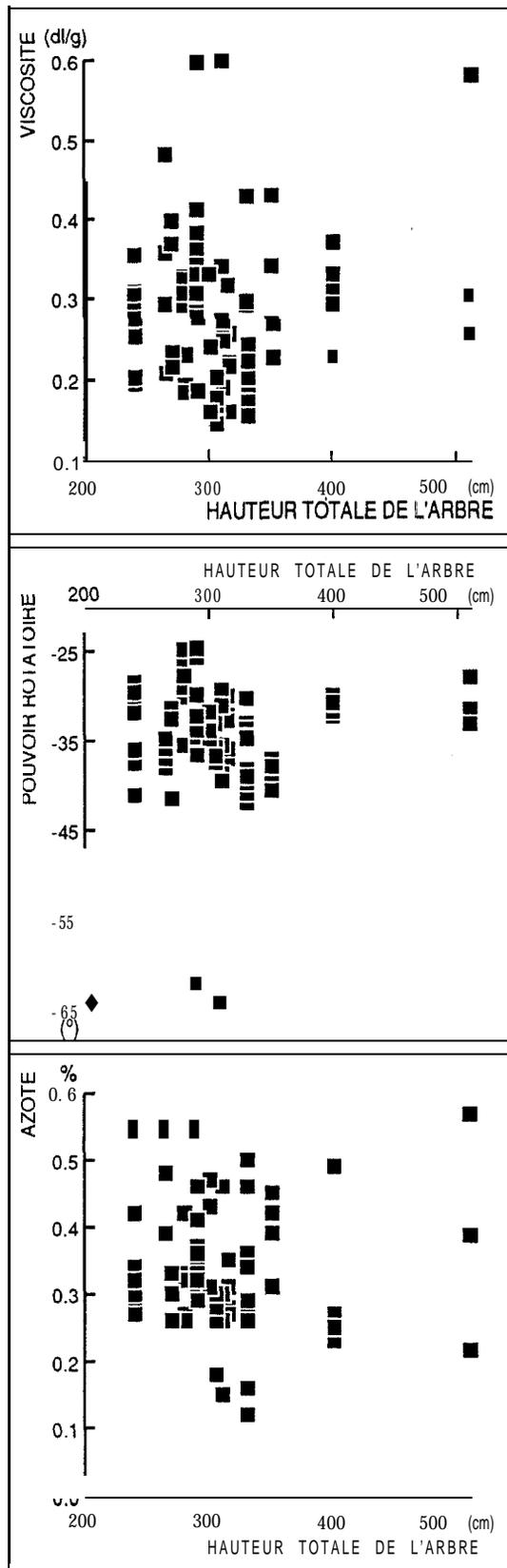


Figure 23 . Relations entre caractéristiques physico-chimiques des gommés et taille des arbres.

#### **4.1.4. Relations entre caractéristiques dendrométriques et production gommière** (figs 23-24) :

Nous envisageons ici la production gommière sous son double aspect qualitatif et quantitatif. Nous retenons selon le cas un à deux marqueurs dendrométriques : hauteur totale et circonférence des branches maîtresses (les autres données dendrométriques étant redondantes avec celles-ci).

Nous avons mis en relation les caractéristiques physico-chimiques des gommés avec un paramètre représentatif de la vigueur de l'arbre : la hauteur (fig. 23). Comme on pouvait s'y attendre, nous n'avons trouvé aucune corrélation entre ces données.

Les relations entre degré de vigueur de l'arbre et poids de gomme exsudée n'ont pas été jusqu'ici clairement cernées. Sène (1988) considère que les sujets chétifs (sommets et replats dunaires) sont en moyenne plus producteurs que les arbres vigoureux (dépressions interdunaires). Ceci va dans le sens d'une opinion traditionnelle. Dione par contre (1989) voit une relation positive entre diamètre du tronc et poids de gomme exsudée : il considère que l'on peut estimer la production potentielle à partir des données dendrométriques. Notons enfin que Sylla Gaye (1989) n'admet aucun lien direct entre degré de vigueur de l'arbre et exsudation.

Les figures 24 ab mettent en relation les paramètres hauteur de l'arbre/circonférence des branches maîtresses et poids moyen de gomme par arbre saigné pour les deux années d'étude. Si l'on considère la saison de production 1989/90, en mettant à part les lots qui n'ont pratiquement pas été saignés en octobre/novembre (1,2) ou ont été scarifiés tardivement (3B,4B), on observe une *corrélation négative entre degré de vigueur de l'arbre et production moyenne par arbre* : les coefficients de corrélation sont égaux à  $-0,78$  (hauteurs) et  $-0,67$  (circonférences) (fig. 24 a). Pour la saison 1990/91, qui fut très peu productive, aucune tendance à la corrélation entre ces paramètres n'est sensible (valeurs du coefficient inférieures à  $0,50$  - fig. 24b). Si l'on prend pour référence la lère saison de production, plus significative compte-tenu du volume de gomme produit, il apparaît donc que *Ees arbres de faible vigueur (sommets dunaires) ont un meilleur rendement*. Ceci va dans le sens de l'idée traditionnellement admise.

Dans les diagrammes des figures 24cd sont mises en relation les caractéristiques dendrométriques (hauteur/circonférence) et le taux d'efficacité des saignées pour les 2 saisons de production. Si l'on exclut les lots 1,2 et si l'on ne conserve que des lots saignés en octobre/novembre pour l'année de production 1989/90, les coefficients de corrélation sont de  $-0,81$  (hauteurs) et  $-0,93$  (circonférences) : *les saignées sont donc d'autant moins efficaces que les arbres sont plus vigoureux*. Cette relation n'est pas significative la seconde année de production (coefficients de corrélation inférieurs à  $-0,40$ ).

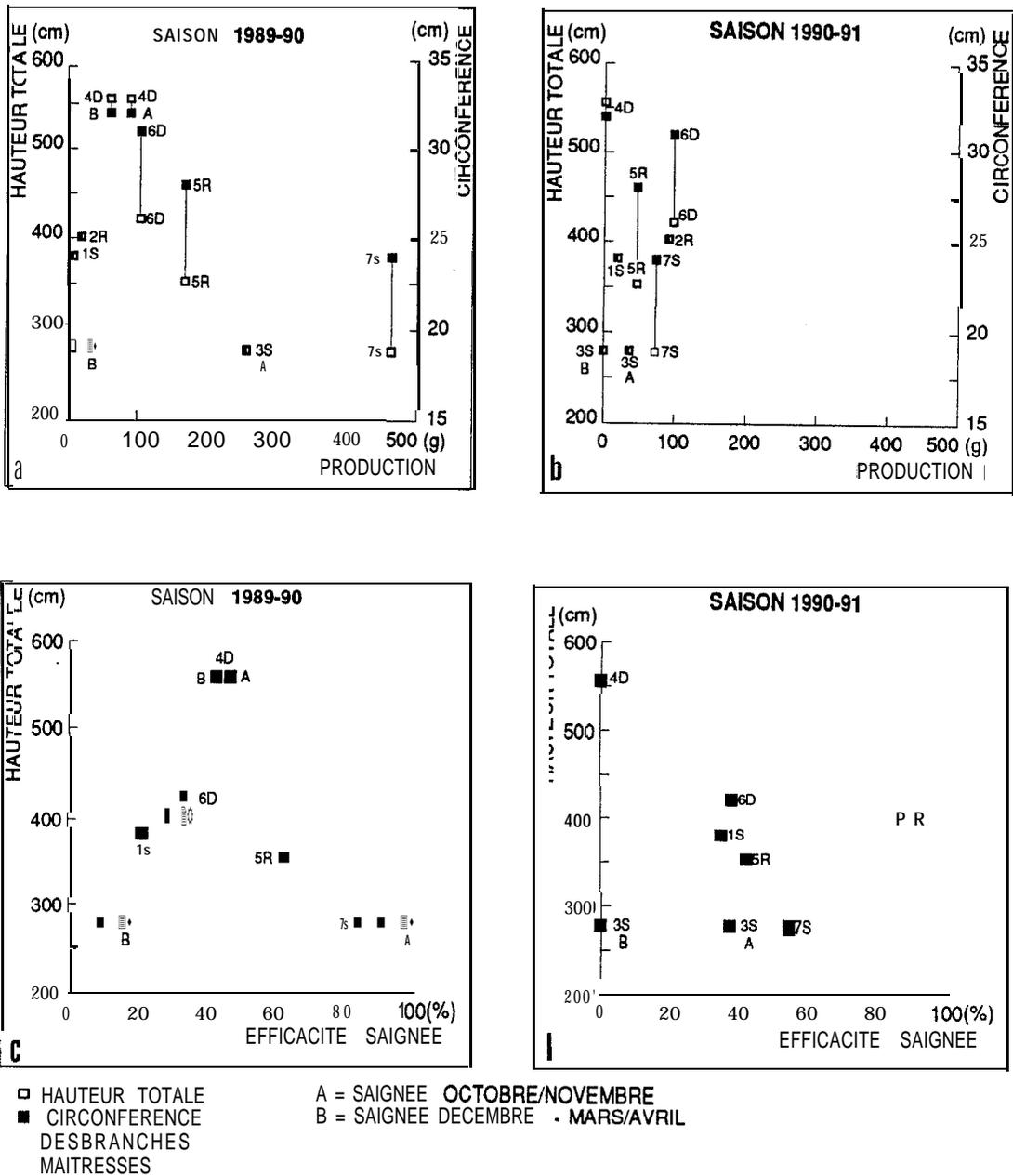


Figure 24. Production gommère et caractéristiques dendrométriques.

a,b : relations entre production moyenne par arbre après saignée (saisons 1989/90 et 1990/91) et hauteur totale/ circonférence des branches maîtresses;

c,d : relations entre efficacité des saignées (saisons 1989/90 et 1990/91) et hauteur totale/circonférence des branches maîtresses.

(Les chiffres 1-7 se réfèrent aux lots et les lettres SRD aux sites)

## 4.2. Stock hydrique des sols et comportement des gommiers dans les différents sites :

L'exploitation des données concernant les stocks hydriques nous permet de caractériser physiquement les différents niveaux topographiques. Nous utilisons ici le volume des stocks hydriques moyens mensuels ainsi que l'amplitude de variation de ces réserves estimée sur la base des relevés effectués entre juillet 1990 et mars 1991 (voir § 3.1.2.).

### 4.2.1. Poids de gomme exsudée (figs 25 - 26) :

Nous avons comparé les valeurs mensuelles moyennes des stocks hydriques durant les périodes de production et leur amplitude de variation aux données relatives à la production gommère (rendement moyen par arbre saigné et efficacité des saignées d'octobre/novembre) pour les deux années d'étude. Pour la première année, nous avons exclu les lots 1 et 2 peu représentatifs (car très peu saignés) ainsi que les fractions des lots (3B,4B) saignés tardivement.

*Rendement moyen* : Les graphes des figures 25 et 26 relatifs à la première saison de production 1989/90 illustrent une certaine corrélation négative entre stocks hydriques des sols et production. On note en effet, des *dépressions interdunaires et replats vers les sommets dunaires, une tendance globale à l'augmentation du rendement moyen par arbre parallèlement à une décroissance des moyennes et de l'amplitude des stocks hydriques*. Lors de cette première saison les coefficients de corrélation sont ainsi égaux à  $-0,57$  (stock hydrique moyen de décembre à mars) et  $-0,82$  (amplitude des stocks hydriques). Lors de la deuxième saison 1990/91 qui, on le sait, fut très peu productive, aucun lien significatif n'apparaît entre stocks hydriques et rendement moyen en gomme : les coefficients de corrélation sont en effet égaux à  $-0,22$  (réserves moyennes de décembre à mars) et à  $-0,17$  (amplitude des stocks).

*Efficacité des saignées* : Le pourcentage d'arbres producteurs après saignées durant la saison 1989/90 est d'autant moins élevé que l'amplitude des stocks hydriques est plus forte (coefficient de corrélation =  $-0,95$ ). La relation entre les deux paramètres n'est pas significative en 1990/91 (coefficient de corrélation =  $-0,31$ ). Par ailleurs, aucune corrélation n'apparaît entre stock hydrique moyen (de décembre à mars) et efficacité des saignées pour les deux années de production (coefficients de corrélation voisins de  $-0,10$ ).

### 4.2.2. Taux de survie (fig. 27) :

Le diagramme de la figure 27a illustre un fait, a priori logique, c'est-à-dire la *relation positive entre volume moyen des réserves hydriques et taux de survie* (coefficient de corrélation =  $0,66$ ). Par contre, aucun lien significatif n'apparaît entre l'amplitude de variation des réserves en eau (estimée au cours d'une saison de production) et le % de survie (coefficient de corrélation =  $0,34$  - fig. 27 b).

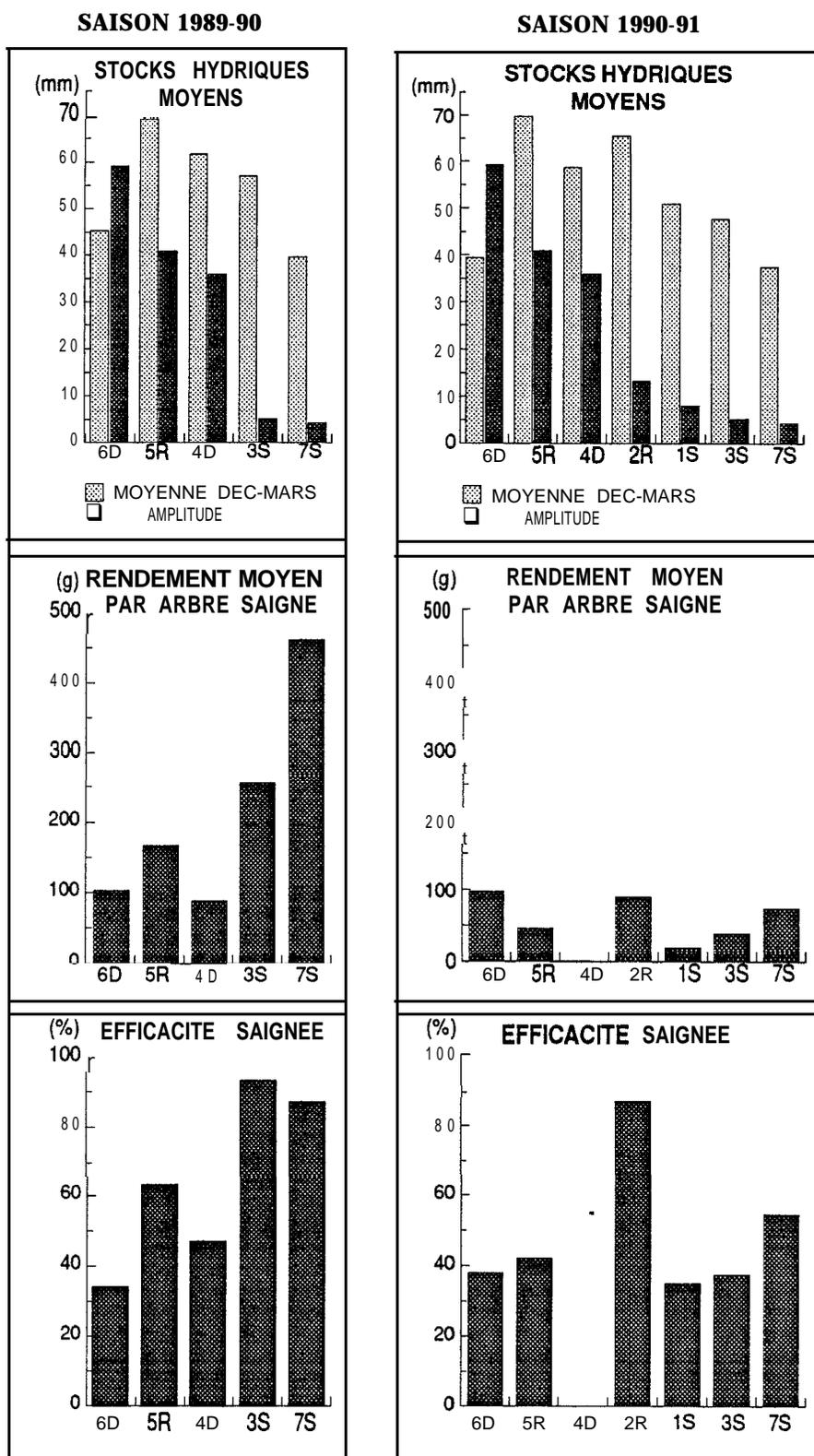


Figure 25. Relations entre stocks hydriques des sols (moyenne décembre/mars et amplitude de variation), production moyenne de gomme par arbre après saignées d'octobre/novembre et efficacité des saignées.

(l'amplitude des stocks hydriques est calculée durant la période de référence : hivernage 1990/saison sèche 1990-91 - l'efficacité des saignées est jugée en fonction du nombre d'arbres saignés producteurs - les lots 1 et 2 ne sont pas représentés en 1989/90 vu le peu d'arbres saignés dans ces parcelles - les chiffres 1-7 se réfèrent aux lots et les lettres SRD aux sites)

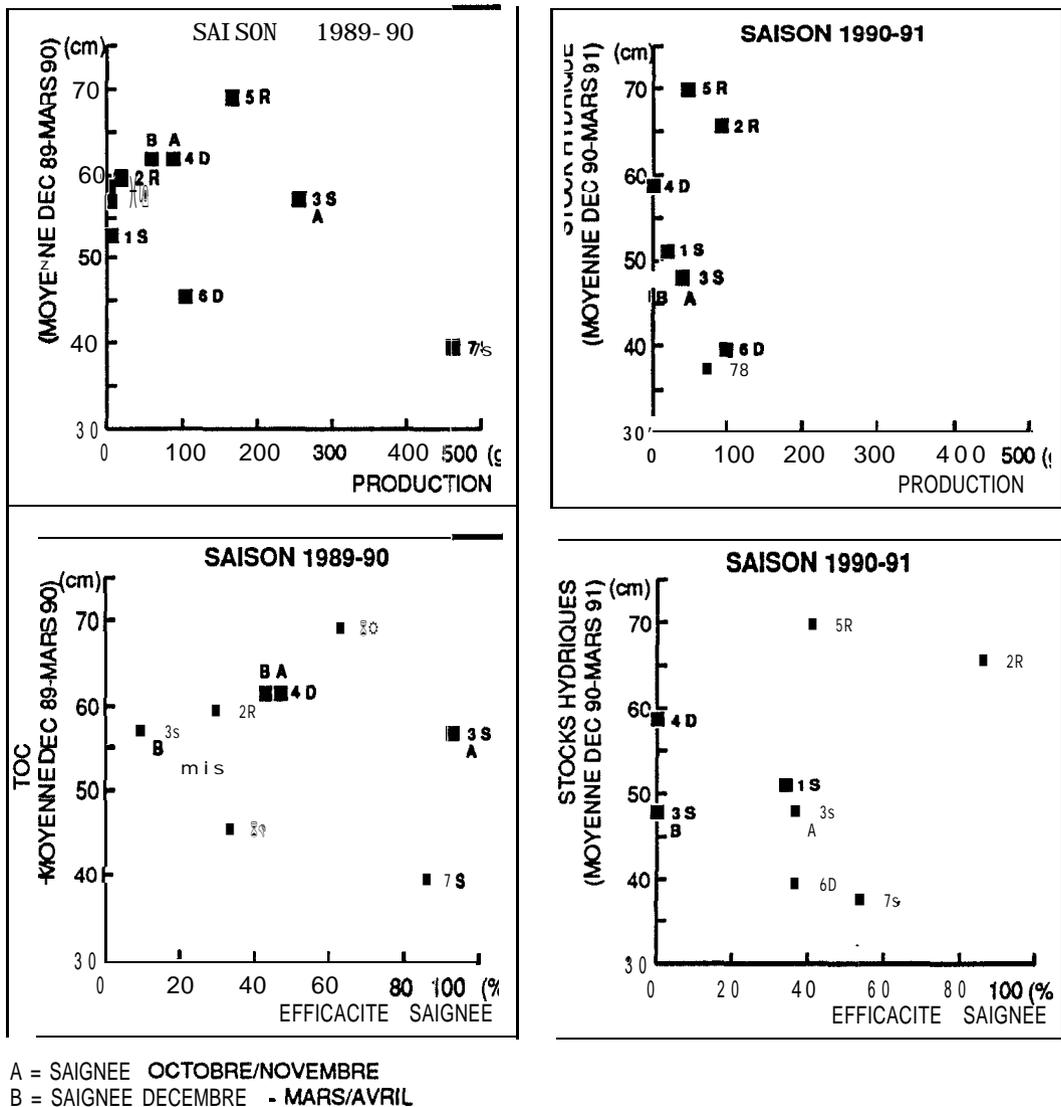


Figure 26. Relations entre stocks hydriques des sols (moyenne décembre/mars), production moyenne par arbre saigné et efficacité des saignées.

(Les chiffres 1-7 se réfèrent aux lots et les lettres SRD aux sites)

#### 4.2.3. Caractéristiques dendrométriques (fig. 28) :

Sylla Gaye (1989) souligne l'influence positive de l'humidité des sols sur la croissance des gommiers dans les dépressions interdunaires. Toutefois, si l'on se réfère à la figure 28, on trouve surtout l'illustration d'une corrélation entre vigueur de l'arbre et stocks hydriques dans le graphe b : *la croissance semble plus influencée par la variation d'amplitude du stock hydrique* (coefficients de corrélation égal à 0,85 pour les hauteurs et à 0,62 pour les circonférences) que par l'importance des réserves moyennes mensuelles pour l'ensemble de la période étudiée (coefficients de corrélation égal à 0,51 pour les hauteurs et à 0,41 pour les circonférences). Ceci montre l'importance des fluctuations du stock hydrique, les sols qui bénéficient de pics marqués d'approvisionnement en eau (fig. 29) assurant aux arbres un apport hydrique décisif pour leur croissance à une période importante d'activité physiologique (septembre).

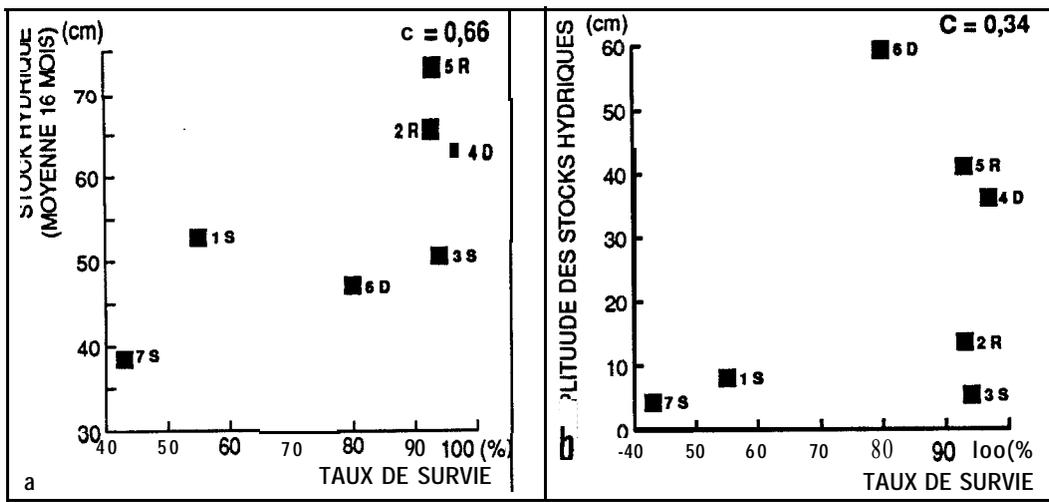


Figure 27. Relations entre stocks hydriques des sols et taux de survie dans les différents sites topographiques.

(Les chiffres 1-7 se réfèrent aux lots et les lettres SRD aux sites)

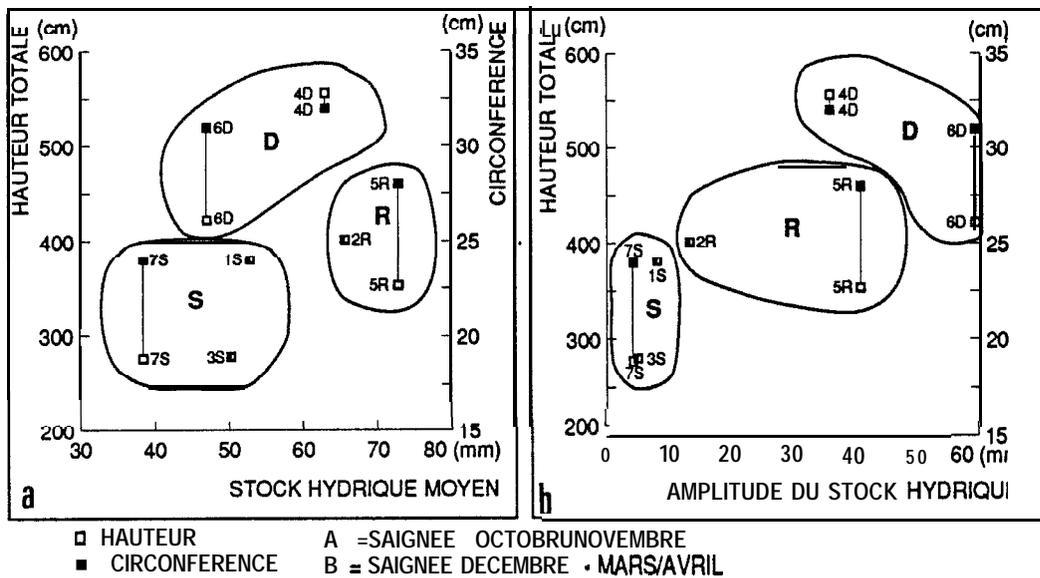


Figure 28. Relations entre stocks hydriques des sols et caractéristiques dendrométriques (hauteur et circonférence des branches maîtresses).

(Les chiffres 1-7 se réfèrent aux lots et les lettres SRD aux sites)

#### 4.2.4, **Degrés de défoliation au cours de la saison sèche** (fig. 29) :

Dans la figure 29, nous avons représenté symétriquement le rythme de variation des stocks hydriques et les degrés de défoliation dans les différents lots au cours des deux années d'observation. Si nous considérons la période août 1990/mars 1991, pour laquelle nous disposons de toutes les données comparatives, nous constatons qu'aux pics de réserves hydriques d'hivernage (déjà décrits au § 3.1.2.), qui sont de véritables surplus de réserves en eau plus ou moins prononcés selon les sites, fait suite une stabilisation des stocks marquée par un net aplanissement de la courbe. Si l'on considère ce *niveau charnière* d'approvisionnement en eau des sols. (marqué par un cercle blanc dans la fig. 29) , pour les différents lots, on constate qu'il *précède la phase de déclenchement de la défoliation*. Ainsi, dans l'ordre d'apparition de ces "charnières", d'août à septembre, les lots se rassemblent en 3 groupes dans l'ordre suivant : 3 - 2,1,7 - 4,5,6. On retrouve ici l'opposition entre lots de sommet et de dépression. D'une façon générale on note ainsi une même réponse phénologique des arbres à la chute plus ou moins brutale des réserves en eau du sol qui se traduit par une amorce du phénomène de défoliation décalée selon le régime hydrique du sol considéré.

#### 4.3. Rythmes climatiques et défoliation (fig. 30) :

Nous avons retenu 3 paramètres représentatifs des variations climatiques : hauteur de pluie, degré hygrométrique moyen et température moyenne. Si l'on met en parallèle avec ces données les degrés moyens mensuels de défoliation (tous lots confondus) on observe que l'amorce de la défoliation est synchrone, à partir de septembre/octobre, d'une chute brutale du degré hygrométrique moyen (de 60 à 40 % environ), d'un adoucissement des températures (consécutif à une légère remontée des moyennes thermiques de septembre à octobre) et d'une ranifaction ou disparition des pluies (octobre). Le maximum de défoliation moyenne est atteint (assez curieusement) au moment où l'humidité relative de l'air s'accroît passagèrement : en avril 1990 et janvier 1991. La refoliation coïncide ensuite, logiquement, avec l'augmentation du degré hygrométrique qui précède l'apparition des pluies.

#### 4.4. Données climatiques et production gommère :

Nous étudierons, dans ce dernier paragraphe, les liens pouvant exister entre paramètres climatiques et production gommère sous ses deux aspects quantitatif et qualitatif.

##### **4.4.1. Pluviométrie et masse totale de gomme produite :**

Michon (1968) a émis l'idée selon laquelle la quantité de gomme produite serait fonction de la pluviométrie de l'avant dernier hivernage. Sène (1988) et Dione (1989) ont au contraire montré, sur la base de plusieurs années d'observation, que le niveau de production gommère était fonction du volume de pluie de l'hivernage précédent. Nos observations, bien que limitées à deux années, confirment la deuxième thèse. Les quantités totales de gomme ont été en effet de 42 kg environ en 1989/90 (pluviométrie 1989 = 387,5 mm) et 11 kg environ en 1990/91 (pluviométrie 1990 = 224,5 mm).

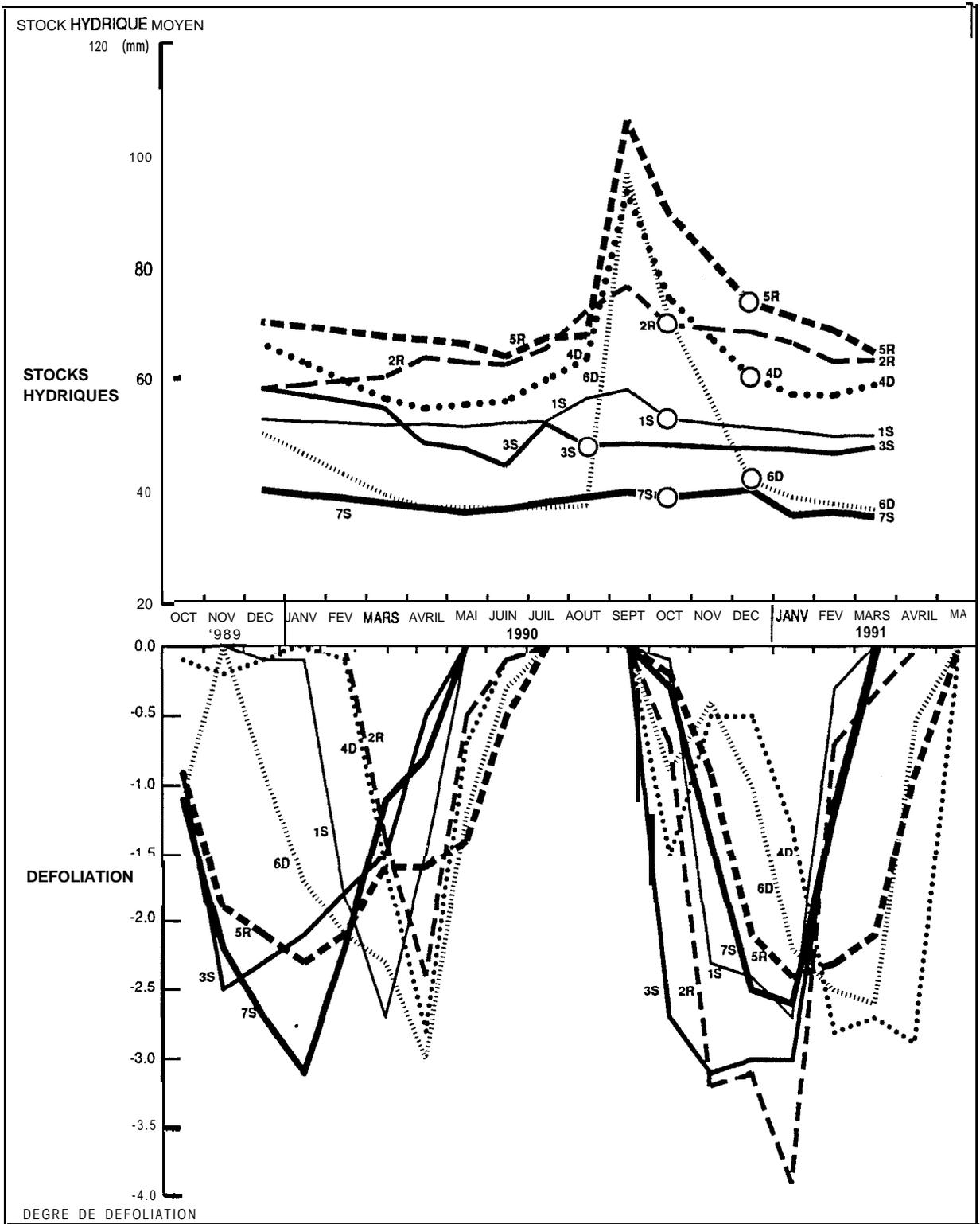


Figure 29. Relations entre stocks hydriques des sols et degrés de défoliation dans les différents placeaux.

(Les chiffres 1-7 se réfèrent aux lots et les lettres SRD aux sites)

224,5 mm.

Il semblerait donc que l'on puisse déterminer approximativement la masse potentielle de gomme d'une saison en fonction de la hauteur de pluie de l'hivernage précédent.

#### **4.4.2. Masse mensuelle moyenne de gomme et climat** (fig. 30) :

Nous confrontons ici les rythmes de la production gommière et du climat au cours de la période octobre 1989/mars 1991. Nous nous référons au rendement moyen mensuel par arbre, tous lots confondus.

L'amorce de l'exsudation, au cours des deux saisons de production, est directement synchrone, à partir d'octobre, de la chute brutale de l'humidité relative et d'une décroissance des températures (immédiatement consécutive à une légère augmentation de celles-ci entre septembre et octobre). Les pics de production gommière (décembre) correspondent à une période de relative stabilisation ou de légère remontée du degré hygrométrique. L'accroissement des températures et de l'humidité relative au cours de la saison sèche sont synchrones de la chute de production gommière.

#### **4.4.3. Caractéristiques physico-chimiques des gommages et climat**

(fig. 31) :

Afin de déceler une éventuelle corrélation entre les paramètres physico-chimiques et le milieu, nous avons confronté les résultats concernant les valeurs moyennes de la viscosité, du pouvoir rotatoire et du pourcentage d'azote avec les données moyennes relatives à la température et à l'hygrométrie aux dates de récolte correspondantes (période novembre 1989/mars 1990).

Il faut rappeler que le nombre de mesures n'est pas le même selon la date de récolte (il passe de 28 à 10 au cours de la saison) et le plateau. L'examen rapide des courbes de la figure 31 tendrait à montrer que le pouvoir rotatoire et le pourcentage d'azote diminuent au moment où les températures sont minimales (janvier). En fait il n'en est rien. En effet, le mois de janvier 1990 correspond aux 6ème et 7ème récoltes de la campagne 1989/90 : ceci correspond à 6 mesures pour le lot 3, à 3 mesures pour le lot 5 et à 2 mesures pour le lot 7. Dans ce dernier lot, la mesure d'un pouvoir rotatoire hors norme de  $-62,3^\circ$  (arbre n° 7.149.7), qui est plus du double de la valeur classique, modifie la valeur moyenne de ce paramètre dans la parcelle 7 et dans les 3 lots confondus. En éliminant cette valeur, on supprime l'infléchissement de la courbe en janvier car les pouvoirs rotatoires retrouvent des valeurs proches de la norme ( $-29,6^\circ$  dans la parcelle 7 ;  $-30,7^\circ$  dans l'ensemble des parcelles). On peut faire un même raisonnement pour le pourcentage d'azote et la viscosité.

Les caractéristiques physico-chimiques des gommages apparaissent donc indépendantes des paramètres climatiques.

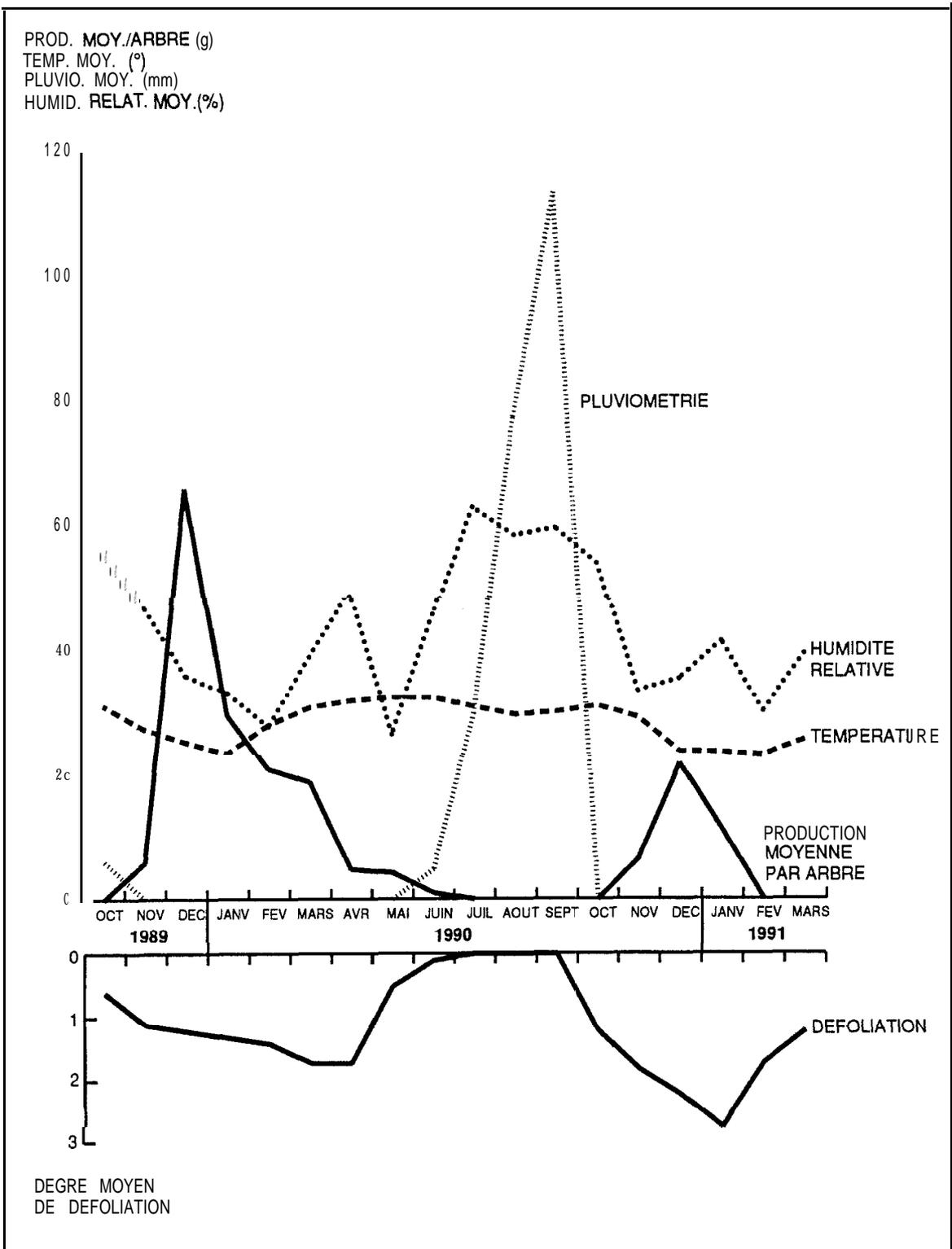


Figure 30. Relations globales entre variations de température - hygrométrie - pluviométrie, rythmes de production gommère et degrés de défoliation.

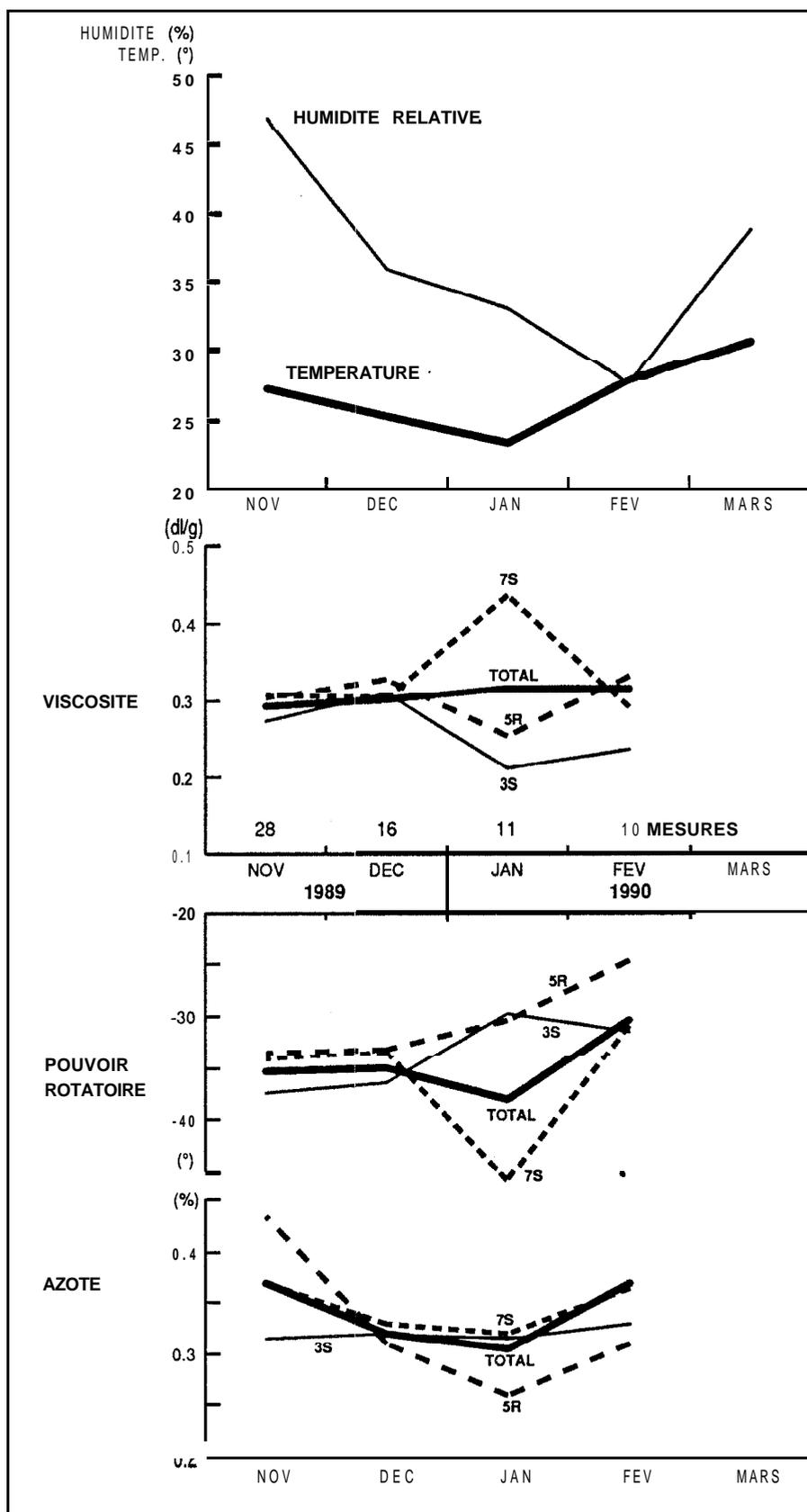


Figure 31. Relations entre variations de température - hygrométrie et caractères physico-chimiques des gommés.

## 5. CONCLUSIONS

Au terme de cette étude expérimentale sur différentes populations de gommiers, à la Station de Recherches Forestières de M' Bididi, il convient de faire brièvement un bilan des nouveaux acquis concernant le comportement des populations d'*Acacia senegal* étudiées. Nous ferons ensuite le point des objectifs atteints, par rapport au programme initial, en soulignant les incertitudes qui demeurent encore et les voies de recherche à développer.

Nous rappellerons tout d'abord quelques caractéristiques originales de cette étude. Celle-ci prend appui, pour la mise en oeuvre méthodologique, sur des connaissances empiriques des exploitants de gommieraies et sur les conclusions de travaux préliminaires de chercheurs sénégalais dans la Station de M' Bididi. Sur la base de ces connaissances, nous avons mis sur pied un programme scientifique prenant en compte plusieurs populations artificielles de gommiers dans des sites clairement différenciés (type de sol, topographie) en affinant pour la première fois les observations grâce à un suivi individualisé de 280 sujets préalablement répertoriés. Nous avons par ailleurs effectué des relevés périodiques des stocks hydriques des sols afin de caractériser les 3 sites topographiques retenus au départ sur des bases objectives. En ce qui concerne la production gommère, cette étude fait oeuvre nouvelle en intégrant les analyses physico-chimiques de nombreux exsudats frais prélevés sur les mêmes arbres et en cherchant à évaluer l'influence du facteur "degré de maturation" de l'échantillon gommeux sur les caractéristiques analytiques. Enfin, l'exploitation informatisée des données a permis, outre l'illustration de l'ensemble des résultats sous forme de graphes, une recherche des relations possibles entre les différents paramètres écologiques et biologiques.

Certains aspects du programme initial n'ont pu être développés étant donné le montant de l'enveloppe financière accordée et la part qu'il est apparu nécessaire de consacrer au suivi des observations à la Station sénégalaise de M' Bididi. Ainsi n'avons-nous fait qu'une approche partielle des caractéristiques des sols et des associations végétales. Les traitements de données par analyses multivariées ainsi que les "sondages" histo-cytologiques (notamment sur les individus non producteurs) seront envisagés dans un 2ème temps. Un certain nombre d'incertitudes subsistent par ailleurs après ces deux années de recherches expérimentales. Elles résultent pour une part des difficultés méthodologiques rencontrées ou de certains aléas conjoncturels :

- La diversité génétique des populations de gommiers étudiées, encore non évaluée, n'est pas prise en compte. Il serait bon d'envisager, à l'avenir, d'affiner les résultats en étudiant le comportement de populations issues de clones. Ceux-ci restent à créer. D'autre part, les données concernant les individus à phénotypes gris-clair et gris-foncé n'ont pas encore pu être dépouillées.

- Certains aléas (attaque des criquets, déficit pluviométrique de 2ème année) ont en partie contrarié les observations en perturbant successivement le rythme phénologique foliaire normal de première année et

la production gommière en seconde année.

- Le choix des placeaux a été fait au départ sur la base d'une appréciation empirique du niveau topographique dunaire. La sélection de sites expérimentaux distincts devrait dorénavant se fonder sur des données appropriées relatives aux stocks hydriques et aux caractéristiques physico-chimiques des sols.

-Les relevés de stocks hydriques ont posé quelques problèmes du fait de l'absence de sonde à neutrons de remplacement en cas d'incident de fonctionnement. Vu l'importance du facteur "réserves en eau du sol" sur le comportement général des gommiers, il serait bon que la Station de M'Biddi dispose d'un complément d'équipement dans ce domaine. Des sondages plus profonds seraient par ailleurs nécessaires.

-Les relevés phénologiques ont été délicats étant donné la difficulté d'appréciation visuelle des différents degrés de foliation, défoliation... L'observation étant "globale", elle n'a pu permettre de dissocier les phénomènes éventuellement simultanés de perte du feuillage ancien et de refoliation partielle (en réponse à une stimulation extérieure - attaque de criquets par exemple). Le relevé phénologique devrait donc être précisé à l'avenir en tenant compte de ce double phénomène grâce à une appréciation (correctrice), sur quelques rameaux témoins, de la part revenant à la défoliation ou à la refoliation.

En résumé, nos travaux mettent clairement en évidence l'influence du site édapho-topographique sur le comportement des gommiers. On observe ainsi, de bas en haut de la toposéquence dunaire, une tendance à :

- l'augmentation du taux de mortalité, de la production gommière, de l'efficacité des saignées ainsi que de la précocité de la défoliation et de l'exsudation (pic de production marqué de décembre),
- la diminution de la taille des sujets ainsi que la disparition de leurs capacités de floraison/fructification.

Il n'est toutefois pas apparu de relation claire entre paramètres physico-chimiques et sites si ce n'est une tendance à l'augmentation du pouvoir rotatoire de la dépression vers le sommet dunaire.

Sur le plan particulier de la production gommière nous avons constaté que :

- les arbres les plus jeunes (ici 11-12 ans/placeau PRP 78) ont les meilleurs rendements,
- les saignées d'octobre/novembre sont à la fois plus efficaces (compte tenu du nombre d'arbres qui exsudent) et plus productrices que celles de mars/avril (sauf éventuellement dans les dépressions interdunaires),
- les meilleurs producteurs sont indifféremment observés dans tous les sites,

-les caractéristiques physico-chimiques des gommiers évoluent selon le degré de vieillissement des exsudats pour se rapprocher progressivement des normes dites "classiques".

La confrontation des différentes données deux à deux permet d'autre part de préciser ou de soulever un certain nombre de points importants relatifs au comportement des gommiers.

En ce qui concerne la production gommière nous retiendrons quelques faits saillants plus spécialement fondés sur les résultats de la saison

de production 1989/90.

- Il existe une relation positive entre les paramètres précocité/degré de défoliation et le rendement en gomme (pour une défoliation moyenne de l'ordre de 65 %, maximale dès janvier, nous avons ainsi obtenu, par exemple, une production moyenne/arbre avoisinant 330 g maximale en décembre).

- La production gommière semble plus dépendante de l'état phénologique de l'arbre (niveau de défoliation), à une période donnée de la saison sèche, que de la date de saignée elle-même. La scarification apparaît ainsi nécessaire mais non suffisante (Vassal, 1991) ; son effet inducteur est plus élevé en début de saison sèche et lorsque l'arbre est à un stade phénologique foliaire optimum, vraisemblablement synchrone d'un état physiologique favorable.

- Les arbres peu vigoureux ont une production moyenne plus élevée.

- Le rendement en gomme est nettement influencé par les conditions du milieu :

- \* il augmente parallèlement à une décroissance de la moyenne et de l'amplitude des stocks hydriques (de bas en haut de la toposéquence dunaire);

- \* il est d'autant plus élevé que la pluie a été abondante au cours de l'hivernage précédent;

- \* il est maximum, en début de saison sèche (décembre), aussitôt que le degré hygrométrique moyen chute et que les températures moyennes journalières s'adoucissent.

- L'étude physico-chimique des gommés montre que la gomme est un polysaccharide "vivant" qui évolue dans le temps, sous l'influence de facteurs extérieurs (température ambiante, mode de stockage, traitements mécaniques et thermiques), vers un produit présentant des caractéristiques correspondant aux normes dites commerciales. Il n'est pas possible de trouver des corrélations significatives entre les variables climatiques, dendrométriques, phénologiques et les paramètres physico-chimiques de la gomme arabique.

Sur un plan général, nos travaux ont permis de caractériser les différents niveaux de la toposéquence dunaire sur la base objective des stocks hydriques : ainsi peut-on opposer clairement un sommet dunaire (faibles écarts de réserves hydriques) aux dépressions interdunaires (amplitude élevée des réserves en eau). Ils confirment que les meilleures possibilités de croissance/développement et survie sont offertes aux arbres disposant de la meilleure alimentation en eau, c'est-à-dire dans les dépressions interdunaires. Les taux de mortalité semblent cependant plus spécialement liés au volume moyen des réserves hydriques alors que le degré de vigueur des sujets paraît dépendre du plus ou grand volume d'eau disponible en septembre, période vraisemblablement décisive sur le plan de l'activité physiologique de l'arbre.

Compte tenu de l'ensemble des résultats obtenus, il est possible de promouvoir une meilleure politique de gestion des gommères dans le contexte climatique, édaphique et topographique du nord-Sahel. Les sites d'implantation, convenablement choisis selon les caractéristiques de porosité et de rétention en eau des sols, pourront être ainsi dévolus, selon le cas, aux productions de gomme arabique (sommets dunaires) ou de biomasse ligneuse

et fourragère (dépressions). Les saignées seront plus particulièrement productives si elles sont pratiquées en octobre/novembre, période "opportune" où le fraîchissement des températures commence à être sensible, notamment la nuit, parallèlement à un fort dessèchement de l'atmosphère. Les saignées de mars/avril, même sur des arbres parvenus tardivement à un stade de défoliation optimum, apparaissent par contre peu recommandables. Sur le plan de la prévision des récoltes, il semble bien que l'on puisse évaluer la production potentielle d'une saison en tenant compte 1/ de la hauteur des pluies de l'hivernage précédent 2/ de l'effectif des arbres parvenus, en décembre/janvier, à un taux de défoliation suffisant (avoisinant en moyenne 60 à 65 %). Dans les régions du nord-Sahel, certaines années déficitaires en pluie seront donc a priori peu productives : ce fut le cas de la saison 1990/91. Il est clair que, depuis quelques années, les zones nord-sahéliennes, soumises aux aléas climatiques, sont plus ou moins propices à la production gommère. En deçà de 350 mm de pluie annuelle, les possibilités de production apparaissent ainsi limitées voire nulles. Le choix de nouvelles implantations des gommères doit donc être fait en tenant compte des exigences hydriques annuelles minimales des gommiers. Au Sénégal, par exemple, des secteurs plus méridionaux du Ferlo pourront ainsi offrir des sites assurant potentiellement une production gommère continue.

Sur la base de l'expérience acquise il conviendrait donc en conclusion d'affiner les approches méthodologiques et d'envisager de poursuivre les travaux en promouvant des recherches qui n'ont pu être abordées dans ce programme ou qui en découlent logiquement. Il serait ainsi indispensable d'envisager :

1/ des observations écophysiologiques rendant compte de l'état hydrique de l'arbre dans diverses conditions d'approvisionnement en eau du sol tout au long de l'année, notamment au moment de l'induction du phénomène de gommose en saison sèche,

2/ des recherches sur l'évolution des caractéristiques physico-chimiques de la gomme arabe au cours des étapes de sa biosynthèse (étude des précurseurs et de la "gomme" in situ), de façon à contribuer, en collaboration avec différentes équipes de chimistes, biochimistes, biologistes et cytologistes, à élucider le problème toujours irrésolu de l'origine et du mécanisme du phénomène de gommose,

3/ des études sur la variabilité génétique des populations de gommiers dans la perspective d'une caractérisation de sujets distincts phénotypiquement (gris clair/foncé) ou d'arbres "+" sélectionnables dans un processus ultérieur d'amélioration génétique,

4/ des traitements mathématiques multivariés des données, prenant en compte différentes variables reconnues discriminantes, en vue de l'élaboration de modèles de comportement d'*Acacia senegal* dans le contexte particulier du nord-Sahel.

Au delà des conclusions qu'il apporte ou des voies de recherche qu'il ouvre, ce programme a eu le mérite d'associer des chercheurs d'horizons différents, soucieux de mettre en commun leur expérience au profit d'un projet scientifique pluridisciplinaire d'une très grande importance pour l'avenir du Sahel. Il a donné lieu à de fructueux échanges "Nord/Sud" qu'il est important de développer encore afin de donner un élan décisif aux recherches fondamentales et appliquées sur le gommier *Acacia senegal*.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANDERSON, D.M.W. & KARAMALLA, K.A. (1966) - Studies on uronic acid materials : part XII. The composition of gum exudates. *J. Chem. Soc., (C)* : 762-764.
- ANDERSON, D.M.W. & DEA, I.C.M. (1968) - Studies on uronic acid materials : part XXV. Some unusual forms of the gum from *Acacia senegal* Willd. *Carbohydr. Res.*, 6 : 104-110.
- ANDERSON, D.M.W. , BROWN DOUGLAS, D.M., MORRISSON, N.A. & WANG WEIPING (1990) - Specifications for gum arabic (*Acacia senegal* ); analytical data for samples collected between 1904 and 1989. *Food Addit. Contam.*, 7 (3) : 303-321.
- CONNOLLY, S. (1988) - Etude biochimique et physico-chimique de gommes végétales exsudées par *Acacia senegal* et *Combretum nigricans*. Thèse Université de Rouen, 177 pp.
- CONNOLLY, S., EENYO, J.C. & VANDEVELDE, M.C. (1987) - Heterogeneity and homogeneity of an arabinogalactan-protein : *Acacia senegal* gum. *Food Hydrocolloids*, 1 (5-6) : 477-480.
- DIONE, M. (1986) - Le facteur eau dans les plantations gommiers : cas de la zone sylvo-pastorale sénégalaise. Mémoire de confirmation ISRA, 93 pp., IX annexes.
- DIONE, M. (1989) - Période de saignée et potentialités en gomme arabique de quelques localités de la zone gommiers du Sénégal. Troisième Symposium sur le Gommier et la Gomme Arabique, 25-28 octobre 1988, St Louis, Sénégal. SYGGA 3 : 117-126 - Publ. ISRA, Dakar.
- DIONE, M. (1983) - La survie des jeunes plantations dans la réserve sylvopastorale Nord du Sénégal en relation avec les problèmes hydriques. Master Faculté de Foresterie et de Géodésie, Laval, Canada, 1 vol., 186 pp.
- DIONE, M. (1989) - Quelques résultats sylvicoles préliminaires concernant les deux phénotypes d'*Acacia senegal* . Troisième Symposium sur le Gommier et la Gomme Arabique, 25-28 octobre 1988, St Louis, Sénégal. SYGGA 3 : 105-109 - Publ. ISRA, Dakar.
- FENYO, J.C. & VANDEVELDE, M.C. (1989) - Physico-chemical properties of gum arabic in relation to structure. In Gums and stabilisers for the Food Industry, 5, (G.O. Phillips, D.J. Wedlock & P.A. Williams, eds.) : 17-23 - IRL Press, Oxford (G.B.).
- MANTELL, C.L. (1947) - Technology of Gum Arabic. *Advances in Chemistry Series* : 20-32.

MANTELL, CL. (1954) ▪ The water soluble gums. Reinhold Publishing Co., New York.

MICHON, P. (1968) ▪ Les gommiers au Tchad. Bois et *Forêts des Tropiques*, 117 : 27-30.

MOURET, M. (1987) ▪ Les Acacias gommiers ▪ Essais expérimentaux ▪ Recherches histologiques sur la gommose. Thèse Université Paul Sabatier, Toulouse, 184 pp.

SENE, A. (1988) ▪ Recherches sur la productivité gommère d'Acacia senegal dans le nord-Ferlo (Sénégal). Thèse Université Paul Sabatier, Toulouse, 243 pp., 7 annexes.

SYLLA GAYE, C. (1984) ▪ Phyto-écologie et problèmes sylvo-pastoraux dans la savane sahélienne de M'Biddi, nord-Sénégal. Master Faculté de Foresterie et de Géodésie, Laval, Canada, 2 t., 269 pp.

SYLLA GAYE, C. (1989) ▪ Comportement d'Acacia senegal en plantation et dans la nature au Sahel sénégalais ▪ Perspectives d'avenir des reboisements gommiers. Troisième Symposium sur le Gommier et la Gomme Arabique, 25-28 octobre 1988, St Louis, Sénégal. *SYGGA III* : 139-169 - Publ. ISRA, Dakar.

VANDEVELDE, M.C. & FENYO, J.C. (1985) ▪ Macromolecular distribution of *Acacia senegal* gum (gum arabic) by size-exclusion chromatography. *Carbohydrate Polymers*, 5 : 251-273.

VANDEVELDE, M.C. (1986) ▪ Contribution à l'étude physico-chimique d'un polyélectrolyte naturel : la gomme arabique, exsudat d'Acacia *senegal*. Thèse Université de Rouen, 198 pp.

VASSAL, J. (1983) ▪ Gommiers et production gommère. In Acquisitions récentes dans les domaines des hydrocolloïdes végétaux naturels. Actes des Journées Internationales d'Etude et de Prospective, Bendor, 6-8 mai 1982 : 5-17.

VASSAL, J. (1985) ▪ Acacias and gum productivity. Some aspects of current research. *Bull. Int. Group Study Mimos.*, 13 : 30-37.

VASSAL, J. (1991) ▪ Etat des connaissances sur l'induction de gommose chez *Acacia senegal* . In Physiologie des Arbres et Arbustes en zones arides et semi-arides, 5 pp. (sous presse) ▪ Publ. Groupe d'Etude de l'Arbre, Paris.

VASSAL, J. et MOURET, M. (1991) ▪ Etapes histologiques du processus de gommose chez *Acacia senegal* . In Physiologie des Arbres et Arbustes en zones arides et semi-arides, 6 pp. (sous presse) ▪ Publ. Groupe d'Etude de l'Arbre, Paris.

## Liste des Figures

	pp.
1. Situation géographique de la Station de Recherches Forestières de M'Biddi (Ferlo - Sénégal).....*	3
2. Plan général de la Station de Recherches Forestières de M'Biddi (Ferlo - Sénégal).....	5
3. Station de Recherches Forestières de M'Biddi (Ferlo - Sénégal) . . . . .	7
4. Exemple de graphes utilisés dans la méthode de traitement des données.....	11
5. Stocks hydriques moyens mensuels des sols dans les différents plateaux (de décembre 1989 à mars 1991) . . . . .	15
6. Taux de survie selon les plateaux et les sites topographiques . . . . .	19
7. Caractéristiques dendrométriques par plateau et par site topographique (données 1990).....	21
8. Caractéristiques phénologiques dans les différents plateaux : degrés de défoliation, floraison et fructification.....	23
9. Production gommère moyenne par arbre.....	29
10. Rendement gommier moyen par plateau et efficacité des saignées.....	32
11. Production gommère mensuelle moyenne par arbre selon les dates de saignée dans le lot 4 (dépression) de la parcelle PRP 75 . . . . .	33
12. Production gommère mensuelle moyenne par arbre dans les différents plateaux.....	35
13. Caractéristiques physico-chimiques des gommés : viscosité.....	40
14. Caractéristiques physico-chimiques des gommés : viscosité . . . . .	41
15. Caractéristiques physico-chimiques des gommés : pouvoir rotatoire.....	42
16. Caractéristiques physico-chimiques des gommés : pouvoir rotatoire.....	43
17. Caractéristiques physico-chimiques des gommés : pourcentage d'azote.	45
18. Caractéristiques physico-chimiques des gommés : pourcentage d'azote selon le site.....	46

19ab. Degrés moyens de défoliation. et rendements moyens par arbre.....	48,49
20. Classes de production gommière moyenne par arbre et degrés de défoliation.....	51
21. Relations entre paramètres physico-chimiques.....“	52
22. Relations entre caractéristiques physico-chimiques des gommages et production moyenne de gomme par arbre (saison de récolte 1989/90-1: échantillons frais).....	54
23. Relations entre caractéristiques physico-chimiques des gommages et taille des arbres.....	55
24. Production gommière et caractéristiques dendrométriques . ..“	57
25. Relations entre stocks hydriques des sols (moyenne décembre/mars et amplitude de variation), production moyenne de gomme par arbre après saignées d'octobre/novembre et efficacité des saignées . . . . .	59
26. Relations entre stocks hydriques des sols (moyenne décembre/mars), production moyenne par arbre saigné et efficacité des saignées .....	60
27. Relations entre stocks hydriques des sols et taux de survie dans les différents sites topographiques.....	61
28. Relations entre stocks hydriques des sols et caractéristiques dendrométriques (hauteur et circonférence des branches maîtresses).....	61
29. Relations entre stocks hydriques des sols et degrés de défoliation dans les différents placeaux.....	63
30. Relations globales entre variations de température ▪ hygrométrie ▪ pluviométrie, rythmes de production gommière et degrés de défoliation.	65
31. Relations entre variations de température ▪ hygrométrie et caractères physico-chimiques des gommages.....	66

## Liste des tableaux

	pp.
1. Stocks hydriques moyens des sols (tranche 0-3 m) des différents placeaux.....*	13
2. Données météorologiques de la Station de Recherches Forestières de M' Bididi (Ferlo - Sénégal) - période octobre 1989/mars 1991 .....	17
3. Relevés dendrométriques dans les différents placeaux.....	20
4ab. Productions gommières 1989/90 et 1990/91.....	25,26
5ab. Analyses physico-chimiques des gommés.....	37-39