

DELEGATION GÉNÉRALE
A LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
- D.G.R.S.T. -

MINISTÈRE DU PLAN
DE LA RÉPUBLIQUE
DE HAUTE-VOLTA

Office de la Recherche
Scientifique et Technique
Outre-Mer
- O.R.S.T.O.M. -

Groupement d'Études et de Recherches
pour le Développement de
l'Agronomie Tropicale
- G.E.R.D.A.T. -

Institut d'Élevage et de
Médecine Vétérinaire
des Pays Tropicaux
- I.E.M.V.T. -

Centre Technique Forestier Tropical
- C.T.F.T. -

Université Paris VII
Laboratoire de Géographie physique
U.E.R. de Géographie et
Sciences de la Société

Centre National
de la Recherche Scientifique
- C.N.R.S. -

Centre d'Études Phytosociologiques
et Écologiques
Louis EMBERGER de Montpellier
- C.E.P.E. -

A.C.C. LUTTE CONTRE L'ARIDITÉ

DANS L'OUDALAN

(Haute-Volta)

EVALUATION DE LA PRODUCTION FOURRAGÈRE HERBACÉE

Marcel SICOT
Agronome

1976

**A . C . C . LUTTE CONTRE L'ARIDITÉ
DANS L'OUDALAN**

(Haute - Volta)

**ÉVALUATION DE LA PRODUCTION
FOURRAGÈRE HERBACÉE**

**Marcel SICOT
Agronome**

**Office de la Recherche Scientifique
et Technique Outre-Mer**

1976

S O M M A I R E

Avant-propos

INTRODUCTION

I. LE MILIEU

11. Situation
12. Climat
13. Géologie
14. Géomorphologie
15. Pédologie
16. Végétation

II. METHODOLOGIE

21. Les Méthodes

211. Observations et mesures
212. Remarques

22. Mise au point méthodologique

221. Observations éco-physiologiques
222. Le recouvrement
223. La hauteur du couvert
224. Le biovolume
225. La biomasse
226. Remarques
227. Traitement des échantillons

23. Conclusion

III. ECHANTILLONNAGE DU BASSIN DE LA MARE D'OURS

IV. RESULTATS

41. Observations éco-physiologiques

411. La germination
 4111. Démarrage de la végétation
 4112. Modalités d'installation de la couverture végétale
 4113. Remarques

- 412. Le tallage
 - 413. La floraison et la production de graines
 - 414. La croissance végétative
 - 4141. En sous-périodes sèches
 - 4142. En sous-périodes humides
 - 415. La sénescence
 - 416. Considérations générales
-
- 42. Les composantes de la biomasse
 - 43. La biomasse
 - 44. Les corrélations entre la biomasse et ses composantes
 - 45. Dynamique de la production végétale

V. INTERPRETATION DES RESULTATS

- 51. La pluviométrie, la phytosociologie et la phénologie du couvert végétal
- 52. La pluviométrie et la biomasse végétale
 - 521. La pluviométrie, l'organisation et la phénologie du couvert végétal
 - 522. Les corrélations entre la pluviométrie et la biomasse végétale
- 53. Remarques

CONCLUSION

Bibliographie

Annexes

AVANT-PROPOS

C'est sur convention passée entre le Ministère du Développement Rural, de l'Environnement et du Tourisme de Haute Volta et l'Office de Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer qu'a été entreprise "L'étude des possibilités d'aménagement agro-sylvo-pastoral en vue de lutter contre l'aridité dans l'Oudalan", ensemble de recherches pluridisciplinaires intégrées financées par la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique française.

En l'absence du phytoécologiste, la partie relative à la végétation du programme "Estimation des potentialités biophysiques en milieu naturel sahélien" a été exécutée - et ce rapport établi - par un non-spécialiste, l'agronome chargé de la caractérisation du milieu physique. Il a été aidé dans cette tâche par M. LALLEMENT, volontaire du service national. En octobre, M. GROUZIS, phytoécologiste, est venu renforcer cette équipe à l'occasion de l'opération globale d'évaluation de la production de phytomasse, en fin de végétation, du bassin versant de la Mare d'Oursi. Les informations relatives aux déterminations botaniques et à des mesures de biovolume sont extraites de son rapport de mission.

INTRODUCTION

La mise en valeur, par organisation rationnelle de ses activités agricoles et pastorales, de la zone sahélienne, sinistrée par des années consécutives de sécheresse rigoureuse, implique la connaissance de la production primaire et de ses variations, liées à celles des facteurs écologiques.

Ceux-ci, à l'origine des faibles quantités de matière sèche élaborées par la végétation, sont éminemment variables et leurs fluctuations dépassent souvent le pouvoir tampon des écosystèmes dans lesquels ils sont impliqués.

Par suite, et plus que partout ailleurs, la notion de potentialité revêt un aspect dynamique et probabiliste, en relation directe avec les fréquences de réalisation des combinaisons factorielles du milieu.

D'où la nécessité, au sein de l'action entreprise à l'instigation de la DGRST pour lutter contre l'aridité dans le Nord de la Haute Volta, d'un programme d'études phytoécologiques visant à l'évaluation de la biomasse végétale susceptible d'être produite en milieu naturel, compte tenu du complexe des facteurs biophysiques et de ses variations.

Ce programme, confié au laboratoire d'Agronomie de l'ORSTOM, comporte quatre thèmes de recherche :

1 - l'étude du déterminisme du peuplement et de la dynamique de la production végétale.

2 - l'estimation des principaux paramètres de la couverture végétale, de sa biomasse principalement.

3 - la constitution concomitante d'un référentiel de données pédoclimatiques avec notamment l'établissement d'un bilan hydrique.

4 - l'élaboration d'un modèle quantitatif fréquentiel mettant en relation la production primaire et les facteurs biophysiques.

L'étude a débuté en 1976. Le présent rapport est le compte rendu de la première campagne d'observations et de mesures relatives à la biomasse aérienne. On y trouvera :

- la description sommaire de l'aire d'investigation
- l'exposé des mises au point méthodologiques, des techniques d'observation et de mesures, expérimentées ou utilisées.
- la méthodologie utilisée pour l'échantillonnage du bassin.
- les données recueillies et leur interprétation au stade actuel.
- les conséquences pratiques pour la poursuite des opérations.

I. LE MILIEU

11. Situation

En 1976, l'échantillonnage a été limité au complexe de bassins versants de la Mare d'Oursi et du Marigot Gountouré, lequel se jette dans la Mare de Ganadaori.

La superficie totale, d'environ 60.000 ha, est incluse dans un quadrilatère borné par les méridiens 0°20' et 0°40' W et par les parallèles 14°30' et 14°45' N.

12. Climat

Les données climatiques seront relevées, durant le temps de l'étude, par le laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM en Haute Volta.

Les données antérieures disponibles sont celles de MARKOYE, village situé à 54 Km sur le parallèle d'Oursi, et de GOROM-GOROM à 40 Km au sud-est. Elles permettent de classer le site dans l'extrême nord de la zone soudano-sahélienne selon la nomenclature d'AUBREVILLE et celle de MOLLARD. Cette zone a pour caractéristiques :

- une pluviosité inférieure à 650 mm
- un hivernage court, allant du 10/15 juin au 10/15 septembre, comportant des pluies orageuses de 2 à 3 heures en moyenne, généralement inférieures à 100 mm, réparties en 40/45 jours.
- des températures définissant deux saisons chaudes : de novembre à février, pendant laquelle souffle l'alizé continental (harmattan) ; de juillet à septembre, pendant laquelle la zone est envahie par la mousson du Golfe de Guinée. Les amplitudes diurnes, importantes en saison sèche (15°/20° C), s'amortissent en saison des pluies (8°/10° C).
- une humidité atmosphérique faible : 5 à 10 % et 45 à 65 % d'humidité relative pendant le jour, respectivement en saison sèche et en saison pluvieuse. Elle n'atteint la saturation que pendant les premières heures du matin en saison humide, période où l'on peut trouver de la rosée dans les bas-fonds.
- une évapotranspiration potentielle de l'ordre de 2.200 mm.

Le graphique joint figure l'évolution récente, pour MARKOYE et GOROM en moyenne, de la pluviométrie vers un niveau qui caractérise normalement la bordure septentrionale de la zone sahélienne.

En 1976, les pluviométries mensuelles et annuelles de MARKOYE, de GOROM-GOROM et d'OURSI sont nettement différentes, bien que les distributions de fréquences soient sans doute assez voisines :

	A	M	J	J	A	S	O	Total	Moyenne/22 ans
MARKOYE		19	33	55	128	74	46	355	410 mm
GOROM	5	39	77	89	90	46		346	460 mm
OURSI		70	13	99	123	70	51	426	

13. Géologie

Le substrat géologique de base est constitué par un socle métamorphique précambrien (schistes, roches vertes, amphiboles, épidotes) légèrement incliné vers la mare. Ce socle a été perforé de batholites intrusifs à la fin de l'orogénèse birrimienne (BOULET). Il en est résulté à l'Ouest et surtout dans la partie méridionale des massifs cristallins (granites alcalins) de faible importance.

Dans la partie septentrionale se trouve un cordon dunaire, point de départ d'une suite d'ergs orientés E-W. C'est le vestige d'un ensablement généralisé qui a fossilisé le modelé tout récemment au quaternaire. Il subsiste ailleurs en couches discontinues de faible épaisseur qui épousent le modelé du substrat et jouent un rôle pédologique et agronomique considérable.

14. Le substrat géologique est soumis à une érosion hydrique et éolienne intense qui édifie un modelé très diversifié : collines rocheuses birrimiennes, buttes latéritiques, témoins d'un cuirassement régional aujourd'hui démantelé, piémonts pierreux ou sableux, détritiques ou éoliens, vastes glacis de colluvionnement et de déflation, bas-fonds de colluvionnement.

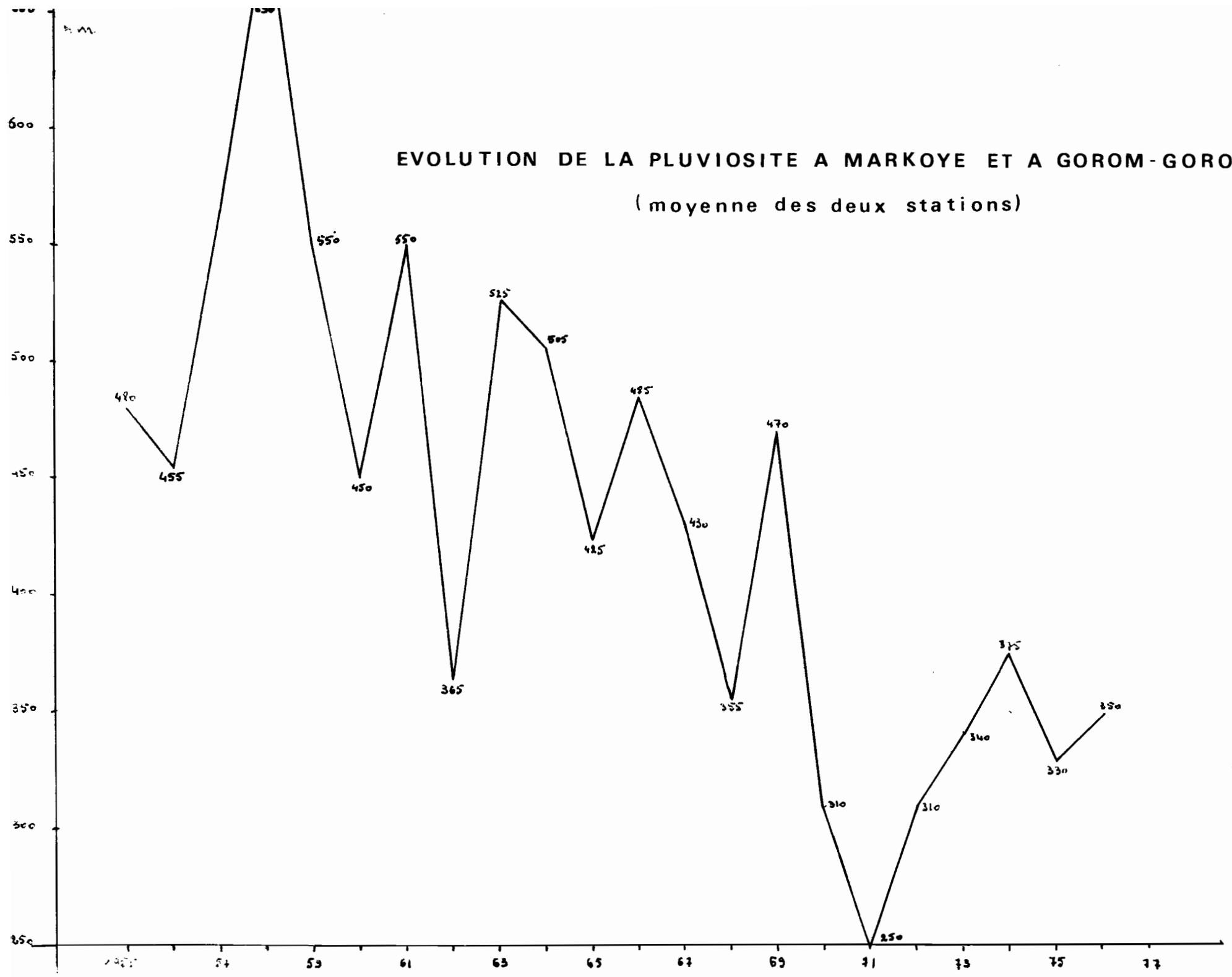
Une carte géomorphologique au 1/50.000, ainsi qu'une étude des processus morphodynamiques, documents de base pour le programme, sont en cours d'exécution au laboratoire de Géographie physique de l'université Paris-VII.

15. Pédologie

A la diversité géologique et géomorphologique correspond une grande diversité des sols. Quatre grands groupes pédologiques peuvent être distingués, selon la composition de la roche-mère :

- des lithosols et sols peu évolués sur cuirasse ferrugineuse
- des sols ferrugineux sur matériaux argileux kaoliniques anciens

EVOLUTION DE LA PLUVIOSITE A MARKOYE ET A GOROM-GOROM (moyenne des deux stations)



- des sols ferrugineux sur matériau éolien relativement récent
- des sols bruns sur matériaux divers : sols bruns eutrophes vertiques, sols bruns subarides, vertisols halomorphes ...

L'évaluation des potentialités biophysiques requiert une étude pédologique à plus grande échelle que celle à 1/50.000 de BOULET dont nous disposons actuellement. Prévus au programme de la section de Pédologie de l'ORSTOM, les travaux ne débuteront qu'en 1977.

Nous avons néanmoins examiné quelques profils de sol en vue d'analyser les conditions écologiques offertes à la végétation. Celles-ci sont très variées et les contraintes résultantes pour la plupart assez nombreuses, comme en témoigne le tableau n° 1 ci-après.

La figure 1 schématise l'organisation macroscopique générale de ces sols en saison sèche sous l'effet conjugué de l'érosion hydrique et éolienne et de la sécheresse. On distingue ordinairement, à partir de la surface :

- une couche superficielle sableuse à argilo-sableuse meuble, différenciant un micro-relief plan-convexe en surface, ayant 10 à 30 cm d'épaisseur en moyenne
- une couche brun-noir de 5 à 10 cm, plus argileuse et limoneuse, caractérisée par sa compacité qui la rend difficilement pénétrable à l'eau, aux racines et aux instruments
- une couche profonde, rouille, à structure massive plus ou moins fissurée et un peu moins compacte que la précédente, faisant place à la roche-mère après une transition plus ou moins progressive.

Le modelé de la couche superficielle : micro-buttes d'ensablement de 10 à 30 cm d'épaisseur ou micro-dépressions ou surfaces planes où l'ensablement peut faire complètement défaut, est en perpétuel remaniement sous l'action de l'érosion hydrique et éolienne.

Cette couche est réduite et discontinue dans les glacis pierreux ou limono-argileux et les bas-fonds. Dans ces derniers cas, elle fait souvent place à une croûte glacée d'épaisseur variée qui se craquelle sous l'effet du dessèchement.

La couche imperméable est toujours présente. Elle est cependant moins compacte, sans teinte distincte et vraisemblablement moins imperméable en sols sableux.

Tableau n° 1

Termes de diversification des sols du bassin versant
de la Mare d'OURSI

(d'après Boulet et la "carte de ressources en sols" dérivée)

	: : Caractéristiques physico-chimiques :	: : Contraintes pour : la végétation :
Texture	: Profondeur du sol : lithosols : - sols profonds de plus d'un mètre : Composition granulométrique : - sols pierreux, gravillonnaires, : pisolitiques : - sols indures : - sableux, argilo-sableux, limoneux, argileux :	: : - insuffisance de la : profondeur du sol. : : - pierralite, indu- : ration : : - déséquilibre : granulométrique. :
Structure	: Structure : absente : arènes sableuses, dunes : moyenne à mauvaise : feuilletée, colonnaire : polyédrique, prismatique, compacte : Stabilité structurale : médiocre à mauvaise :	: : - médiocrité de la : structure : - compacité : : - instabilité struc- : turale : : - effondrement, gon- : flement, retrait. :
Composition chimique	: - pH. : sols acides, neutres, basiques : : - complexe absorbant : sols à complexe médiocre, inexistant : 1 me : dune, arènes sableuses : sols à fort complexe absorbant 50 me. : sols vertiques, vertisols : : - taux de saturation du complexe absorbant : saturation moyenne à élevée : 50-100 % : : - équilibre ionique : cations : carence en K, excès de Na : anions : carence fréquente en P2 O5 : : - matière organique : taux faible à moyen : 0,5 à 1-2 % : :	: : - acidité, alcalinité : pour les sols halo- : morphes. : : - médiocrité du complexe : absorbant. : : - réserve minérale : insuffisante : : : - idem : - idem, déséquilibre : N/P2 O5 : : - déficience en matière : organique :

	<ul style="list-style-type: none"> - Azote taux faible à moyen - rapport C / N de 6 à 14 le plus souvent favorable < 10 	<ul style="list-style-type: none"> - déficience en azote - rapport C/N > 10 en certains sols (sols vertiques, halomorphes) traduisant une mauvaise minéralisation : asphyxie.
Propriétés hydro-dynamiques	<ul style="list-style-type: none"> - Perméabilité - infiltration - drainage Caractéristiques généralement médiocres dues à : <ul style="list-style-type: none"> - porosité insuffisante entraînant engorgement - effondrement structural ; dispersion, colmatage - gonflement - Mouvements internes <ul style="list-style-type: none"> - gonflement : réduction de la porosité engorgement - retrait à la dessiccation : détérioration du système racinaire de la plante - Capacité de rétention - eau utile <ul style="list-style-type: none"> - capacité de rétention médiocre à élevée : 5-10 % - 35-50 % - eau utile plus ou moins élevée - réserve hydrique plus ou moins limitée par la profondeur, les mouvements hydro-dynamiques. 	<ul style="list-style-type: none"> - imperméabilité, glaçage - milieu asphyxiant, réducteur. - capacité de rétention eau utile faible - bilan hydrique déficitaire - régime hydrique défavorable à la culture : forte compétition sol-plante pour l'eau, raccourcissement du cycle végétatif.

Cette représentation très schématique n'est pas une description pédologique. Elle a pour seule fin de montrer l'importance de la couche superficielle, dont le rôle est de fixer les graines, de favoriser l'infiltration et le stockage de l'eau au niveau des micro-buttes, cependant que la couche sous-jacente moins perméable bloque l'humectation, occasionnant l'engorgement et le ruissellement des pluies en surface.

16. La végétation

La végétation naturelle est une formation herbacée discontinue, dont la strate herbeuse est à dominance de graminées annuelles et dont la strate arbustive très ouverte est en grande partie constituée d'épineux.

Différents types de communautés végétales intègrent la diversité pédo-climatique du milieu. La surexploitation et la sécheresse récente y ont introduit d'importantes perturbations et, au niveau de la mare d'Oursi, les groupements définis par les agrostologues sont assez dégradés.

Nous renvoyons à l'étude agrostologique de l'IEMVT exécutée par TOUTAIN (1976) pour la composition floristique et une première partition de la végétation, avant les travaux du CEPE.

Le document de l'IEMVT, qui nous est parvenu fin septembre, a facilité considérablement l'échantillonnage du périmètre pour l'estimation de la biomasse sur pied, à l'entrée de la saison sèche.

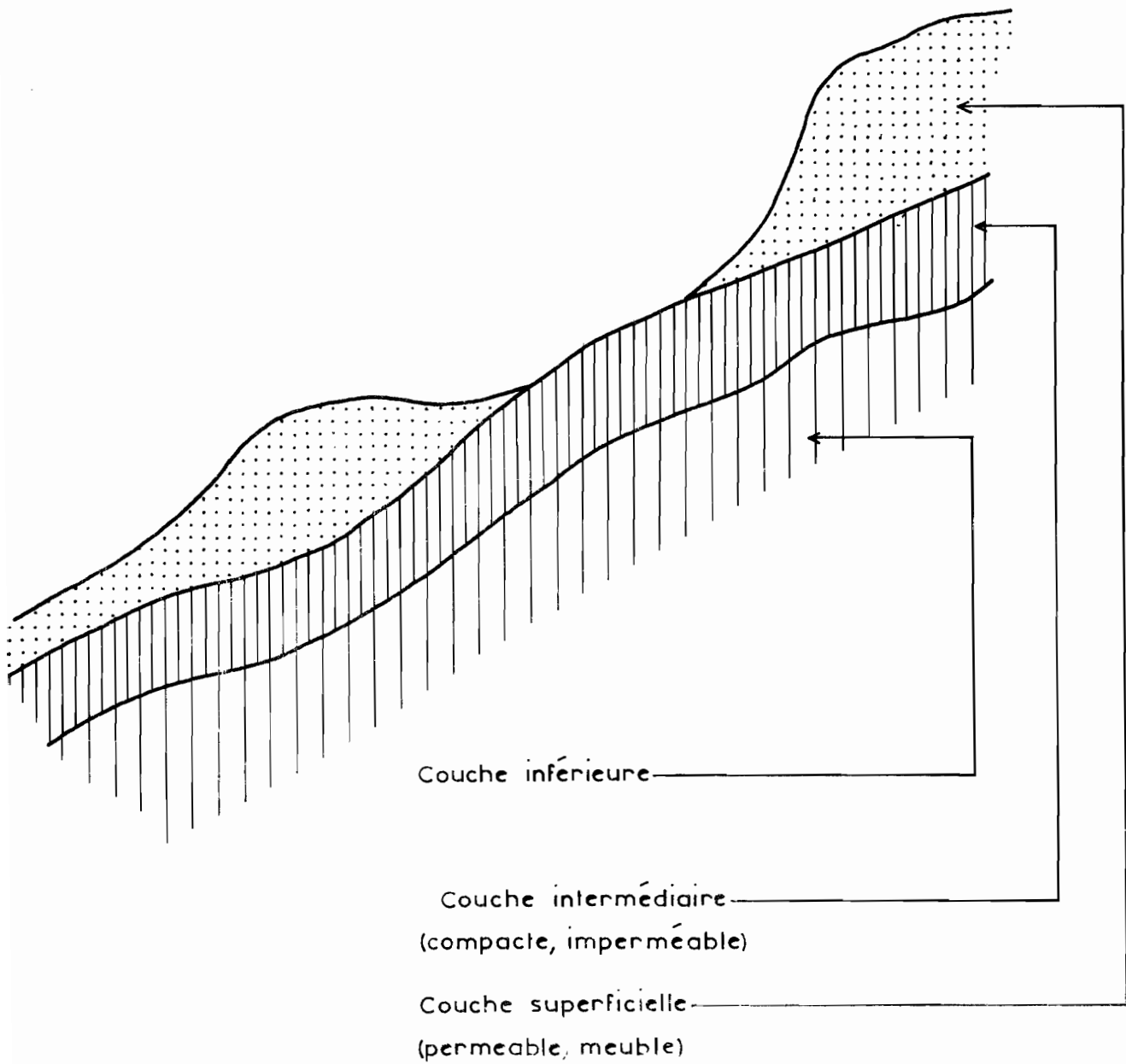
Des informations d'ordre botanique ont été recueillies au cours de cette opération. Elles ont permis de situer l'échantillonnage par rapport à la nomenclature de TOUTAIN. Elles peuvent être consultées en annexe.

L'organisation phytosociologique est au programme des botanistes du CEPE. L'étude qui aurait dû servir de base pour la mise au point méthodologique des observations et des mesures ne nous est pas parvenue.

Nous terminons ce chapitre en signalant des études géographiques (H. BARRAL), économiques et zootechniques (P. LHOSTE) en cours de réalisation ou déjà achevées, traitant du peuplement et des activités pastorales, d'un grand intérêt pour les recherches écologiques et agronomiques.

Fig. N° 1

ORGANISATION MACROSCOPIQUE DU SUBSTRAT
SOUS L' ACTION DE L' EROSION
ET DE LA SECHERESSE



II. METHODOLOGIE

A ce stade de l'étude, nous avons comme objectif la définition et la mise au point rapide d'un ensemble de techniques faciles à mettre en oeuvre, en vue de l'exécution d'une campagne de mesures à effectuer durant le cycle de végétation afin d'évaluer la biomasse produite dans l'aire d'investigation.

Il ressortait par ailleurs à l'évidence que la végétation était surtout liée à la disparité du substrat pédologique et que l'hétérogénéité due à l'organisation du couvert était négligeable par rapport à l'hétérogénéité macroscopique du site.

Par suite, les techniques ont été sélectionnées et mises au point pour permettre de saisir la totalité des gradients d'hétérogénéité.

En raison de l'insuffisance de personnel, de l'étendue et de la diversité du domaine d'investigation (23 groupements végétaux distincts), de l'hétérogénéité des unités étudiées et de la fugacité des phénomènes observés ou mesurés, tous les problèmes posés par l'échantillonnage du bassin n'ont pu être traités exhaustivement. Cette phase de l'étude sera complétée ultérieurement, à la lumière des résultats de la campagne de 1976.

En particulier, il est absolument nécessaire de définir un échantillonnage de type phytosociologique afin de déterminer l'échelle des observations et mesures pour l'étude de la dynamique de la production.

21. Les méthodes

L'échantillonnage des unités élémentaires, c'est à dire des groupements végétaux définis par TOUTAIN, a consisté à pratiquer des sondages à intervalles réguliers (50, 100 ou 200 m selon l'étendue du site) le long de directions intégrant les gradients d'hétérogénéité du milieu.

211. Observations et mesures

Les types d'observations et mesures indispensables à la conduite de l'étude ont été définis d'après l'organigramme de la figure 2. La partition de la strate herbeuse en plages nues et plages couvertes, caractérisées par une densité de recouvrement, n'est qu'un procédé destiné à faciliter l'analyse. Celle-ci devrait, en toute rigueur, être basée sur l'intégration de la densité ponctuelle de matière organique dans l'espace et le temps. Les différents types d'observations et mesures sont, pour l'estimation du biovolume et de la biomasse :

- des repérages visuels des plages nues et couvertes, pour l'établissement du recouvrement macroscopique : taux de plages nues ou de plages couvertes.

- des estimations visuelles de la densité de recouvrement des plages couvertes, à l'intérieur de cadres de $0,5 \times 0,5 \text{ m}^2$ ou de $1 \times 1 \text{ m}^2$, selon une nomenclature en 5 classes :

.	classe 0 :	sol nu		
.	" 1 :	recouvrement compris	entre	1 et 25 %
.	" 2 :	"	"	26 et 50 %
.	" 3 :	"	"	51 et 75 %
.	" 4 :	"	"	76 et 100%

- des mesures de hauteur du tapis herbacé, sans distinction de strate, effectuées à l'aide d'un mètre rigide

- des mesures de biomasse aérienne à partir de prélèvements dans des placettes de $0,5 \times 0,5 \text{ m}^2$ ou de $1 \times 1 \text{ m}^2$

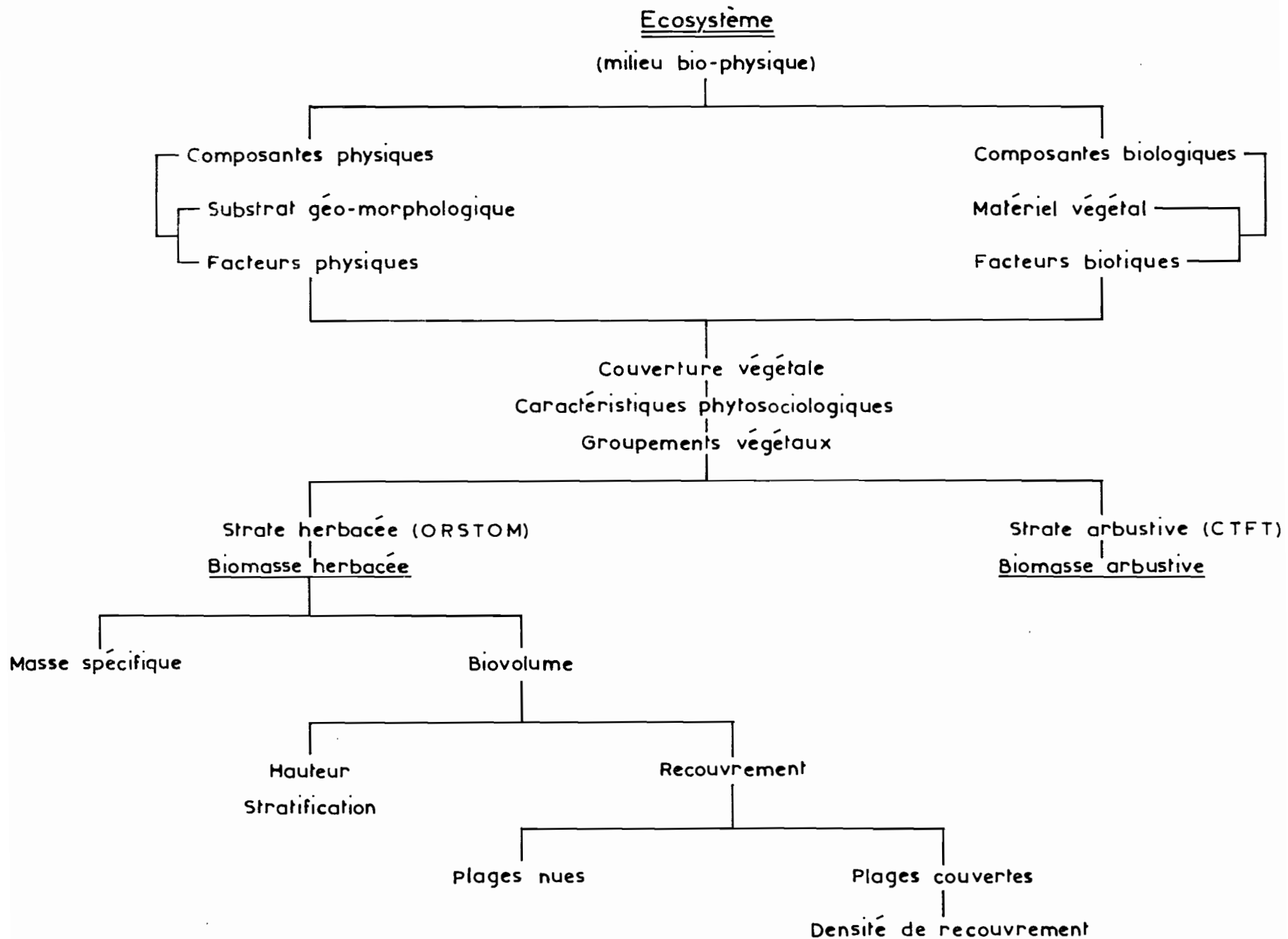
- des comptages de plantules et de talles et des estimations du recouvrement dans des placettes de $1 \times 1 \text{ m}^2$ subdivisées en carrés de 1 dm de côté (en début de cycle de végétation).

212. Remarques

D'une manière générale, les techniques utilisées ont été sélectionnées pour leur facilité d'exécution et de répétition. Etant donné la très grande hétérogénéité spatiale du milieu, la précision de certaines estimations est assurée, nous le verrons ci-après, plutôt par le nombre des mesures élémentaires que par leur précision individuelle. Par suite, d'aucuns trouveront certaines de nos techniques, la technique de mesure du recouvrement en particulier, rudimentaires et subjectives par rapport à d'autres plus sophistiquées et plus précises actuellement disponibles.

Elles ont pour elles d'être adaptées à l'objectif visé, c'est à dire d'être aisément reproductibles (ce qui permet de contrôler leur subjectivité) et de permettre de réaliser un grand nombre de répétitions dans un milieu très hétérogène.

Les "sondages linéaires", c'est à dire répétés le long d'une ligne droite à intervalles réguliers, ont été exécutés d'abord à pied puis en voiture. La méthode est cependant difficilement applicable dans les formations à strate arbustive dense, ravinées et parsemées de souches : brousse tigrée, bush, bas-fonds ...



Dans ces cas particuliers, les prélèvements ont été faits au hasard dans des strates d'échantillonnage découpées suivant la topographie : haut de pente, mi-pente, bas de pente ... Les mesures de recouvrement associées ont été exécutées en mesurant les surfaces ou les segments nus ou couverts sur 100 à 200 mètres, le long de deux directions perpendiculaires intégrant les prélèvements.

213. Traitement des échantillons

La biomasse aérienne est répartie : en fourrage composé des tiges et feuilles dressées, coupées au ras du sol, et en litière constituée par la matière, détachée des touffes, gisant sur le sol.

La matière sèche est déterminée par pesée des échantillons de matière fraîche après séchage en étuve à 105°. La litière est débarrassée de ses impuretés par triage à sec.

Des corrections de poids sec sont prévues à partir de la détermination du taux de cendres et d'insoluble chlorhydrique de la matière sèche.

22. Mise au point méthodologique

Plutôt que des mises au point systématiques, que les circonstances (insuffisance de personnel, matériel non encore réceptionné, couvert végétal de fin de saison sèche ou de début de saison des pluies) n'ont pas permis de réaliser de façon exhaustive, on trouvera ici l'analyse statistique de mesures préliminaires ; ou encore de premières mesures et l'orientation qui en résulte pour la suite des déterminations et l'interprétation des résultats.

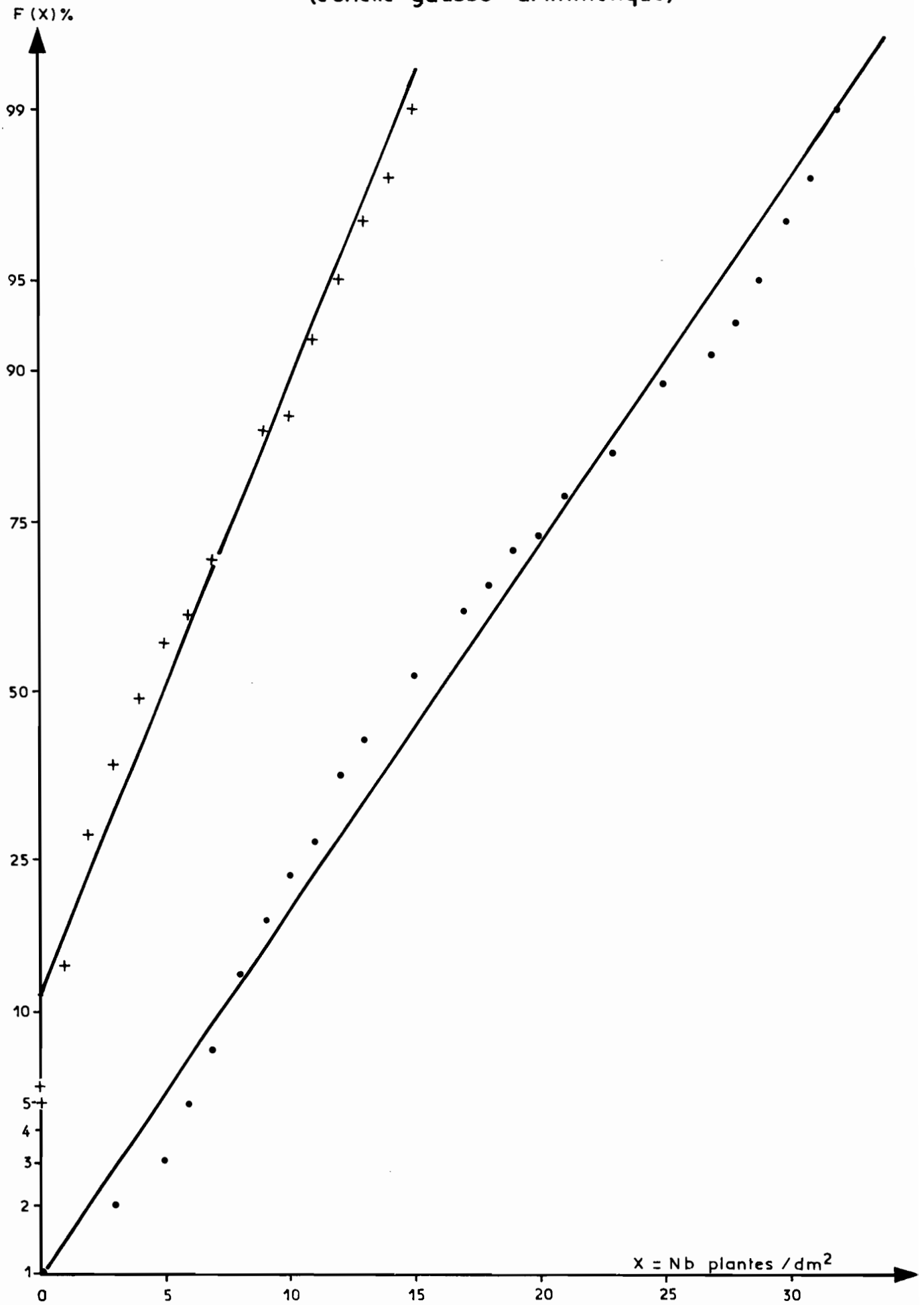
221. Les observations écophysiologicals

Ces observations sont généralement qualitatives. Certaines mesures font cependant exception :

- les déterminations du recouvrement en début de végétation, suivant 5 classes de recouvrement (0, 1-25, 26-50, 51-75, 76-100 %) dans des carrés de 1 dm², au nombre de 100 par mesure
- la fréquence des germinations : nombre de carrés de 1 dm² sur 100 contenant des germinations
 - le nombre de plantules par dm²
 - le nombre de talles par plantule.

Longues à effectuer, ces mesures ne permettent pas l'exécution d'un nombre suffisant de répétitions. Elles ont été pratiquées en sondages linéaires en début de campagne pour caractériser les différentes stations. Par la suite, elles ont été doublées seulement dans les strates topographiques, pour mettre en évidence la dispersion spatiale des phénomènes et l'hétérogénéité des stations.

Fig. N° 3 DISTRIBUTION DE L'EFFECTIF DES PLANTULES PAR dm^2
 A L'INTERIEUR DU CADRE DE $1 \times 1 \text{ m}^2$ d'après
 LES RESULTATS DES TABLEAUX 4A et 4B
 (échelle gausso - arithmétique)



Dans les tableaux 2A et 2B, sont consignés les résultats de deux mesures faites dans des sites voisins sur la dune d'Oursi. On constate que le nombre de plantules au dm^2 est normalement distribué (fig. 3), bien que l'analyse de la variance détaillée sur les lignes et les colonnes de la grille indique qu'une certaine hétérogénéité est déjà perceptible à l'intérieur de la placette de 1 m^2 . L'indice de précision du nombre moyen de plantules au m^2 est donné par la formule :

$$P = \frac{t \sigma}{\bar{x}/n}$$

avec n , \bar{x} , σ , respectivement le nombre, la moyenne et l'écart-type des mesures et t , le coefficient de Student à $n-1$ degrés de liberté.

Il a pour valeurs : 14 % pour le tableau 2A et 3 % pour le tableau 2B, valeurs qui permettent de différencier nettement les densités moyennes respectives : 5,1 et 15,9 plantes au dm^2 .

Donc, dans le domaine d'investigation, l'hétérogénéité est la règle générale. Les milieux les moins dégradés, comme le cordon dunaire ou les bas-fonds à *Panicum laetum*, ne sont qu'apparemment homogènes.

A chaque phase végétative, ils présentent une certaine hétérogénéité décelable à l'intérieur d'une même placette de 1 m^2 .

Cette remarque trouve illustration et confirmation dans les résultats des tableaux 3 et 4 relatifs au piémont de KOEL.

Cette hétérogénéité impose donc de se fixer un niveau d'étude, fonction des objectifs, lequel implique un certain nombre de répétitions destinées à intégrer l'hétérogénéité sous-jacente.

222. Le recouvrement

Au tableau 5 sont consignés les effectifs correspondant aux diverses classes de recouvrement, déterminées dans un site d'hétérogénéité moyenne (groupe-ment Ase). Les figures 4 et 4' donnent pour ces effectifs la représentation des fréquences relatives cumulées en échelles gaussio-arithmétique et gaussio-logarithmique. La figure 4' suggère une loi log-normale comme loi de distribution de ces mesures, mais les classes considérées sont trop peu nombreuses pour permettre de se prononcer. Le nombre de classes de recouvrement doit être augmenté.

Mais à ce stade, l'intérêt de la méthode résidait précisément dans le petit nombre de classes permettant un grand nombre de répétitions pour contrôler la subjectivité de la détermination et embrasser l'hétérogénéité de la station.

Tableaux 2A et 2B

Distribution des plantules en deux sites voisins de la dune

8	5	8	7	7	6	2	9	8	2
8	1	12	8	4	8	8	6	5	3
2	2	11	7	1	5	4	2	8	12
7	13	12	7	2	11	8	5	8	11
6	14	7	1	2	4	3	4	5	15
7	3	8	11	2	8	1	2	3	0
13	4	4	11	1	6	3	11	5	2
0	2	4	0	5	7	6	10	4	0
8	3	0	4	4	1	3	1	2	1
3	3	3	4	2	8	2	2	0	5

Site A (nombre moyen de plantules au dm² = 5,1
 (analyse de variance sur (colonnes : F = 0,80 non significatif
 (lignes : F = 2,49 significatif

14	24	12	12	13	13	9	13	11	23
15	19	7	7	17	24	23	30	11	8
8	8	11	15	14	21	19	28	23	12
12	19	8	16	12	29	32	31	10	17
10	11	3	15	15	12	13	24	9	14
13	20	28	14	17	12	19	25	16	24
10	18	17	14	9	18	18	17	21	30
9	13	10	12	19	8	24	18	23	22
6	10	17	17	21	9	21	19	27	30
15	14	12	7	5	0	12	27	20	6

Site B (nombre moyen de plantules au dm² = 15,9
 (analyse de variance sur (colonnes : F = 3,39 significatif
 (lignes : F = 1,21 non significatif

Tableau n° 3

Densité de la levée (nombre de carrés de 1 dm² contenant des plantules sur les 100 composant le cadre de mesure), en fonction de la topographie dans le piémont sablo-argileux de Koel.

	Distance (m)	1ère série (%)	2ème série (%)	3ème série (%)
Haut de pente	- 200			100
	- 100			100
	0	82	100	99
	100	21	23	3
	200	26	43	25
	300	13	28	11
	400	0	0	10
	500	71	0	13
	600	2	2	5
	700	0	0	47
	800	0	0	10
	900	0	42	0
	1 000	0	0	0
	1 100	0	0	0
Bas de pente	1 200	2	0	1
	1 300	0		0
	1 400			0

Tableau n° 4 Détermination du recouvrement végétal (présence de chaume) et de la densité de la levée (nombre de carrés de 1 x 1 dm² portant des germinations parmi les 100 composant la placette de mesure) le long de la pente, dans la partie supérieure du piémont de Koel.

Distance (m)	Recouvrement (%)	Levée (%)	Distance (m)	Recouvrement (%)	Levée (%)
10	100		340	54	0
20	0		50	7	0
30	10		60	53	0
40	3		70	35	0
50	8		80	6	0
60	18		90	27	40
70	100		400	32	37
80	86	41	10	7	66
90	42	46	20	18	22
100	5	100	30	0	0
10	42	19	40	30	0
20	64	44	50	43	50
30	18	62	60	16	0
40	100	1	70	16	26
50	10	11	80	23	0
60	74	24	90	19	0
70	22	100	500	0	0
80	53	0	10	0	5
90	53	4	20	9	7
200	73	0	30	0	0
10	60	0	40	100	29
20	42	0	50	14	38
30	8	3	60	66	0
40	18	0	70	2	9
50	10	9	80	5	9

Tableau n° 4 (suite)

Distance (m)	Recouvrement (%)	Levée (%)	Distance (m)	Recouvrement (%)	Levée (%)
60	18	0	90	0	0
70	16	0	600	1	0
80	54	0	10	6	4
90	12	0	20	0	13
300	2	5	30	4	0
10	28	0			
20	11	2			
30	66	0			

Fig. N° 4 FREQUENCES RELATIVES CUMULEES
 PAR CLASSE DE RECOUVREMENT
 (échelle gausso - arithmétique)

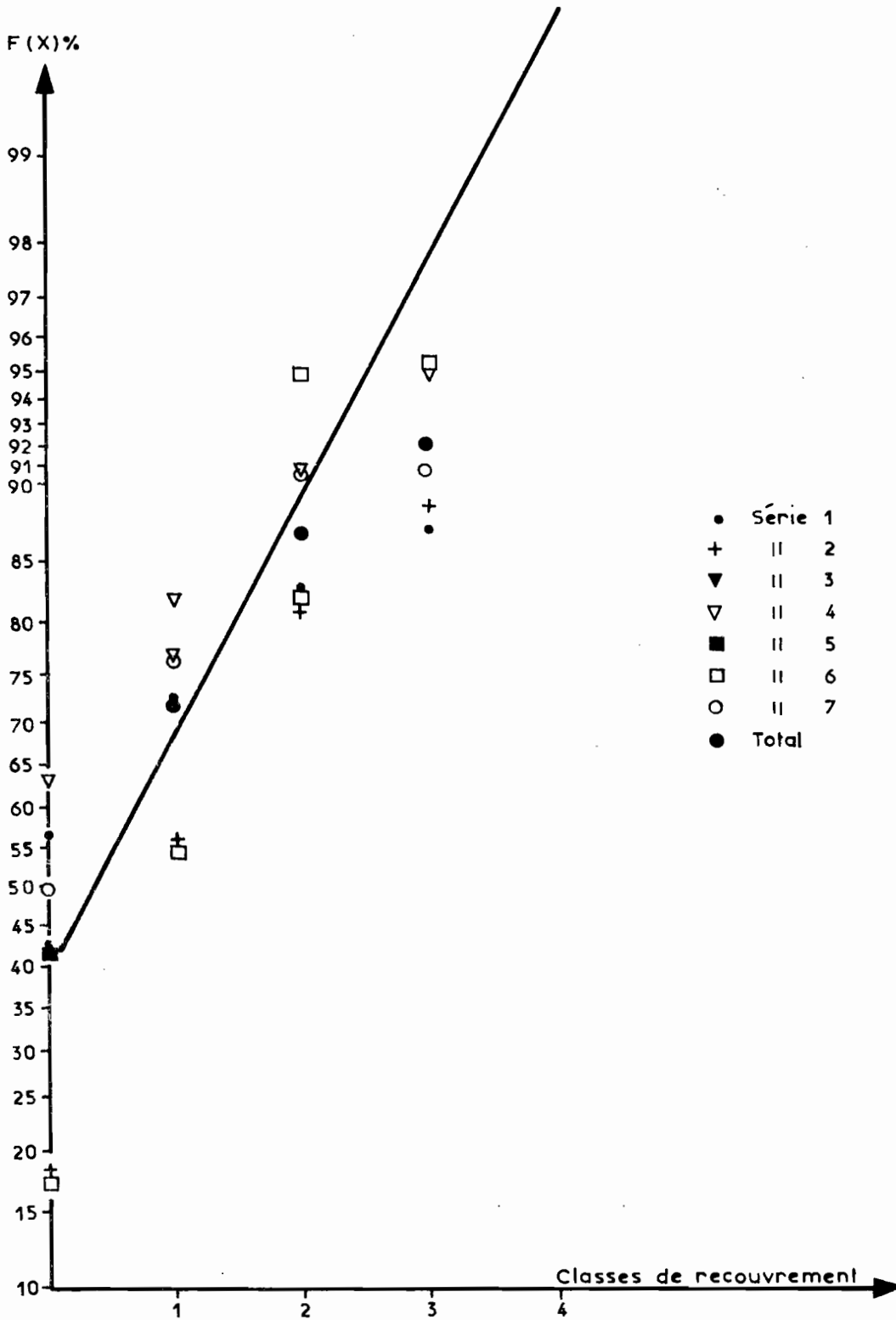
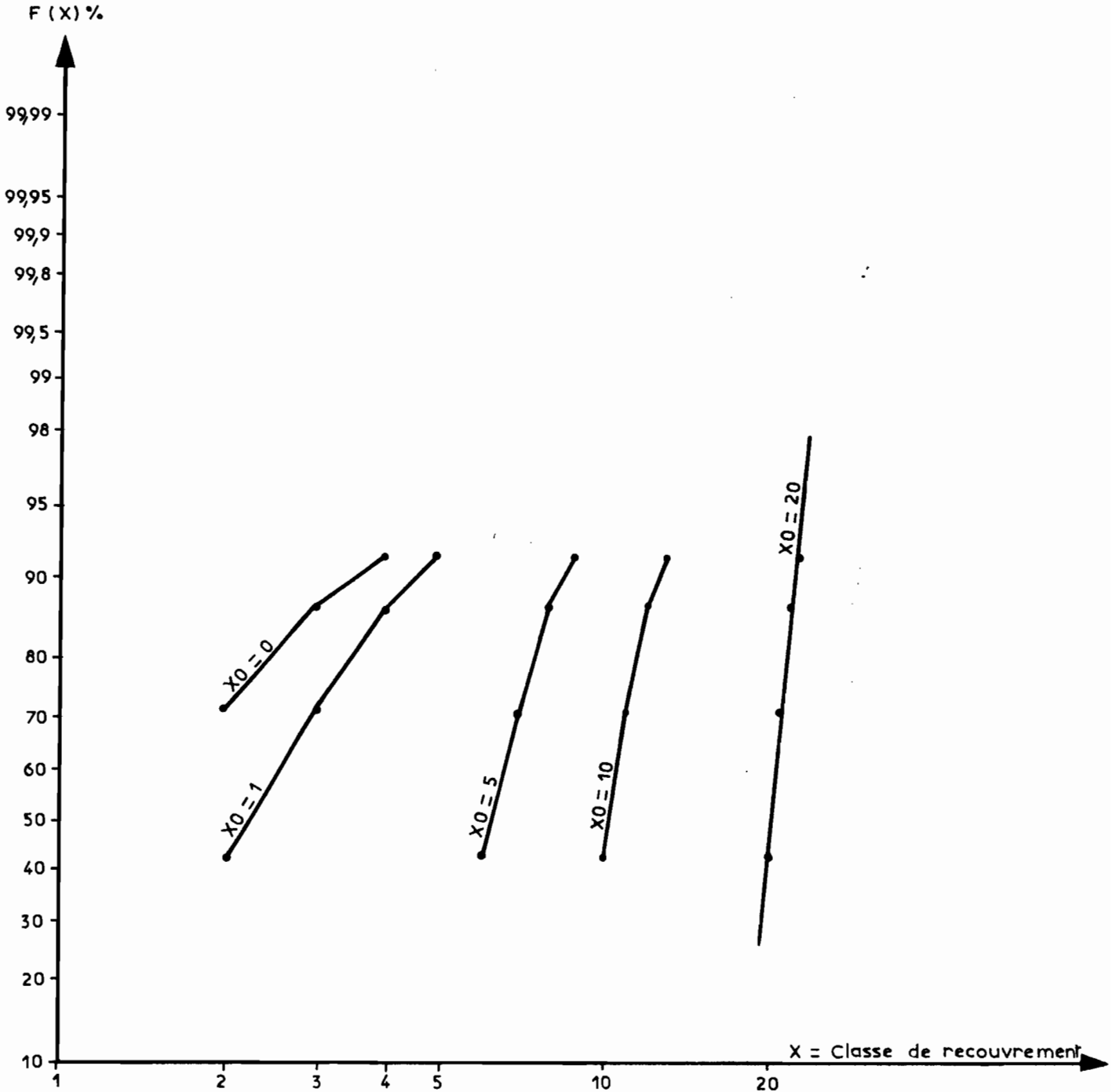


Fig. N° 4'

DISTRIBUTION DES MESURES DE RECOUVREMENT
(échelle gausso-logarithmique)



La discussion de l'opportunité d'augmenter le nombre de classes de recouvrement a été subordonnée à la possibilité d'estimer la biomasse indirectement, à partir des mesures de biovolume, et renvoyée à la fin de l'interprétation des résultats de la campagne.

Tableau n° 5 Distribution des mesures de recouvrement (effectif par classe de recouvrement)

Classe	0	1	2	3	4	Total
1	17	5	3	1	4	30
2	3	6	4	1	4	16
3	8	9	1	2	2	22
4	14	4	2	1	1	22
5	4	9	7	3	1	24
6	9	8	4	1	0	22
7	11	6	3	0	2	22
Total	66	47	24	9	12	158

Classes de recouvrement de 0 à 4 (cf ci-avant).

°Sous échantillon comprenant toutes les mesures effectuées dans une direction donnée.

Dès lors, les seules informations apportées par ces mesures sont :

- le taux de recouvrement moyen du tapis (moyenne arithmétique de l'ensemble des mesures)
- la densité de recouvrement des surfaces couvertes (moyenne arithmétique des mesures de recouvrement relatives à cet ensemble)
- le taux moyen de plages nues (rapport de l'effectif de la classe 0 à l'ensemble de la population).

Une précision peut être apportée à ce dernier paramètre. La loi de distribution des plages nues dans la station est assimilable à une loi binomiale ayant pour paramètres : p, le taux moyen de plages nues et $q = 1-p$, le taux de sol couvert.

Vérification est donnée pour les 7 séries de mesures du tableau n° 5. Le test χ^2 sur les différents effectifs de la classe 0 n'est pas significatif à 5 %. En effet, χ^2 calculé = 10,27 < 11,07 = χ^2 théorique.

Il sera donc justifié d'utiliser des tests basés sur la différence entre proportions distribuées binomialement pour comparer ultérieurement les taux de couverture ou de plages nues des différents groupements et juger de leur degré de dégradation.

En terminant, on peut noter, comme exemple d'interchangeabilité des méthodes de mesure du taux de recouvrement utilisées, les résultats recueillis dans le groupement très hétérogène dit "brousse tigrée" (Asc selon la désignation de TOUTAIN), sur le même parcours, par trois méthodes :

1 - mesure de recouvrement par sondages (placette de $0,5 \times 0,5 \text{ m}^2$) à intervalle régulier de 100 m.

2 - mesure du rapport segments nus au total, sur deux directions perpendiculaires.

3 - mesure du rapport surfaces nues à la totalité surfaces nues + surfaces couvertes, le long du parcours.

Par la méthode 1, 10 placettes nues ont été dénombrées sur un total de 23 sondages, soit un taux de plages nues de $10/23 = 43,5 \%$.

Par la méthode 2, nous avons mesuré 21,3 m de segments nus sur un total de 57,95 m, soit un taux de plages nues de 37 %.

Sur une bande d'environ 10 m de côté, une surface de $3835,02 \text{ m}^2$ est nue sur $9643,67 \text{ m}^2$, soit un taux de plages nues de 39,8 %.

223. La hauteur du couvert

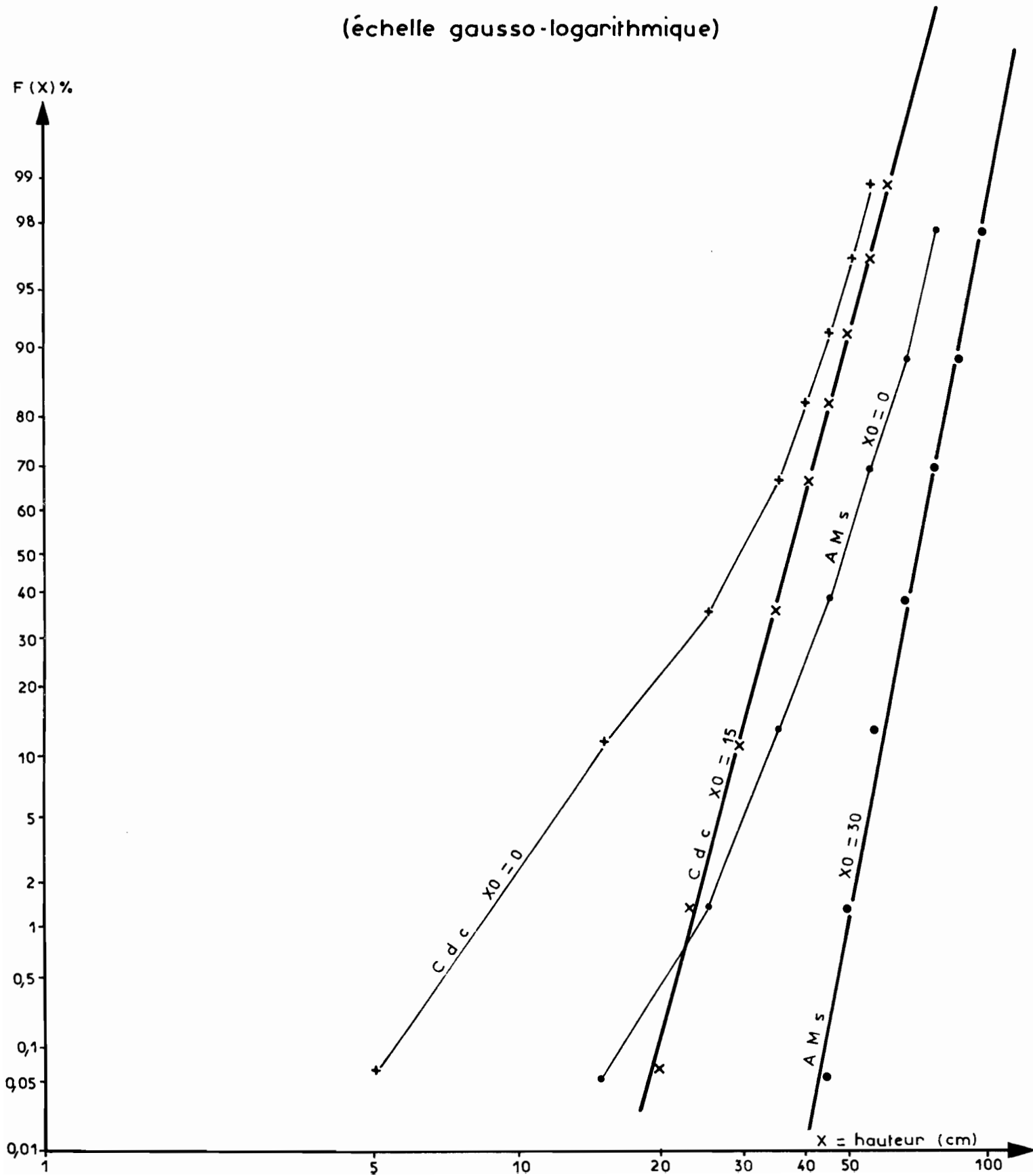
Au tableau n° 6, sont reportés les résultats des mesures de hauteur effectuées dans les deux premiers groupements échantillonnés.

Tableau n° 6 Fréquence des hauteurs (cm) mesurées dans les groupements AMs et Cdc (cf TOUTAIN 1976).

Groupement	0	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	Total
AMs	3	0	1	5	16	19	11	6	1	0	0	62
Cdc	1	0	1	15	36	46	21	16	4	3	1	144

Fig. N° 5

DISTRIBUTION DES MESURES DE HAUTEUR
 DANS LES GROUPEMENTS A M s et C d c
 (échelle gausso-logarithmique)



En échelle logarithmique, les courbes représentatives de ces deux suites de résultats se transforment très aisément en droites après changement d'origine (fig. 5). La distribution de cette variable est donc log-normale. Nous rappelons les caractéristiques de la loi log-normale généralisée :

- densité de probabilité : $f(x) = \frac{1}{s(x-x_0)^2 \sqrt{2M}} \exp -1/2 \left(\frac{\text{Log}(x-x_0) - m}{s} \right)^2$
- champ de variation défini par $x > x_0$.
- mode : $M_0 = x_0 + \exp(m-s^2)$
- médiane : $M = x_0 + \exp m$
- moyenne : $\bar{x} = x_0 + \exp(m + 1/2s^2)$
- variance : $v = (1 - \exp -s^2) \exp 2(m + s^2)$

avec s et m respectivement écart-type et moyenne de la variable log-normale x dont la courbe représentative est transformée en droite par la transformation $y = x - x_0$ (x_0 paramètre de normalisation). On peut calculer ces différents paramètres sans effectuer la transformation, les erreurs commises étant négligeables (CALOT, 1975).

Mais la détermination de x_0 est absolument inévitable, dans le cas de petits échantillons (d'effectif inférieur à 30), pour le calcul de la précision sur la moyenne, de l'intervalle de confiance ou du nombre n de mesures nécessaires pour l'obtention d'une certaine précision P (MERNY, DEJARDIN, 1970).

$$P = 1/2 \left(1 + x_0/\bar{x} \right) \left(\exp(s_y/\sqrt{n}) - \frac{1}{\exp(s_y/\sqrt{n})} \right) \quad (1)$$

soit, en posant $P_0 = 1/2 \left(\exp(s_y/\sqrt{n}) - \frac{1}{\exp(s_y/\sqrt{n})} \right)$, c'est à dire la précision lorsque $x_0 = 0$,

$$P = \left(1 + x_0/\bar{x} \right) P_0 \quad (1')$$

$$n = \frac{t^2 s_y^2}{\left(\text{Log} \left(\frac{P \bar{x}'}{\bar{x}' + x_0} + \sqrt{1 + \left(\frac{P \bar{x}'}{\bar{x}' + x_0} \right)^2} \right) \right)^2} \quad (2)$$

$$= \frac{t^2 s_y^2}{\left(\text{Log} \left(P_0 + \sqrt{1 + P_0^2} \right) \right)^2} \quad (2')$$

avec t : coefficient de Student à $n-1$ ddl, s_y : écart-type de $y = \text{Log}(x + x_0)$ de moyenne \bar{y} , et $\bar{x}' = \exp(\bar{y} - x_0)$.

Dans le cas présent, nous aurions pour la hauteur, en appliquant les formules ci-dessus :

<u>Paramètre</u>	<u>Groupement</u>	
	AMs	Cdc
x_0	30 cm	15 cm
$\bar{y} = m$	3,75	3,78
$s_y = s$	0,302	0,318
mode	38,9 cm	39,5 cm
médiane	42,7 cm	43,7 cm
moyenne	47,7 cm	46,0 cm
variance	190,6	225,0
P	12,7 %	6,7 %
n (P = 10 %)	65	94
x (P = 5 %)	267	381

Les paramètres mode, médiane et moyenne sont relatifs à l'intervalle de définition de la fonction log-normale. Pour tenir compte de l'ensemble de l'information de l'échantillon, ces valeurs doivent être pondérées par le rapport du nombre de mesures non nulles à la totalité des mesures, d'où les valeurs ci après :

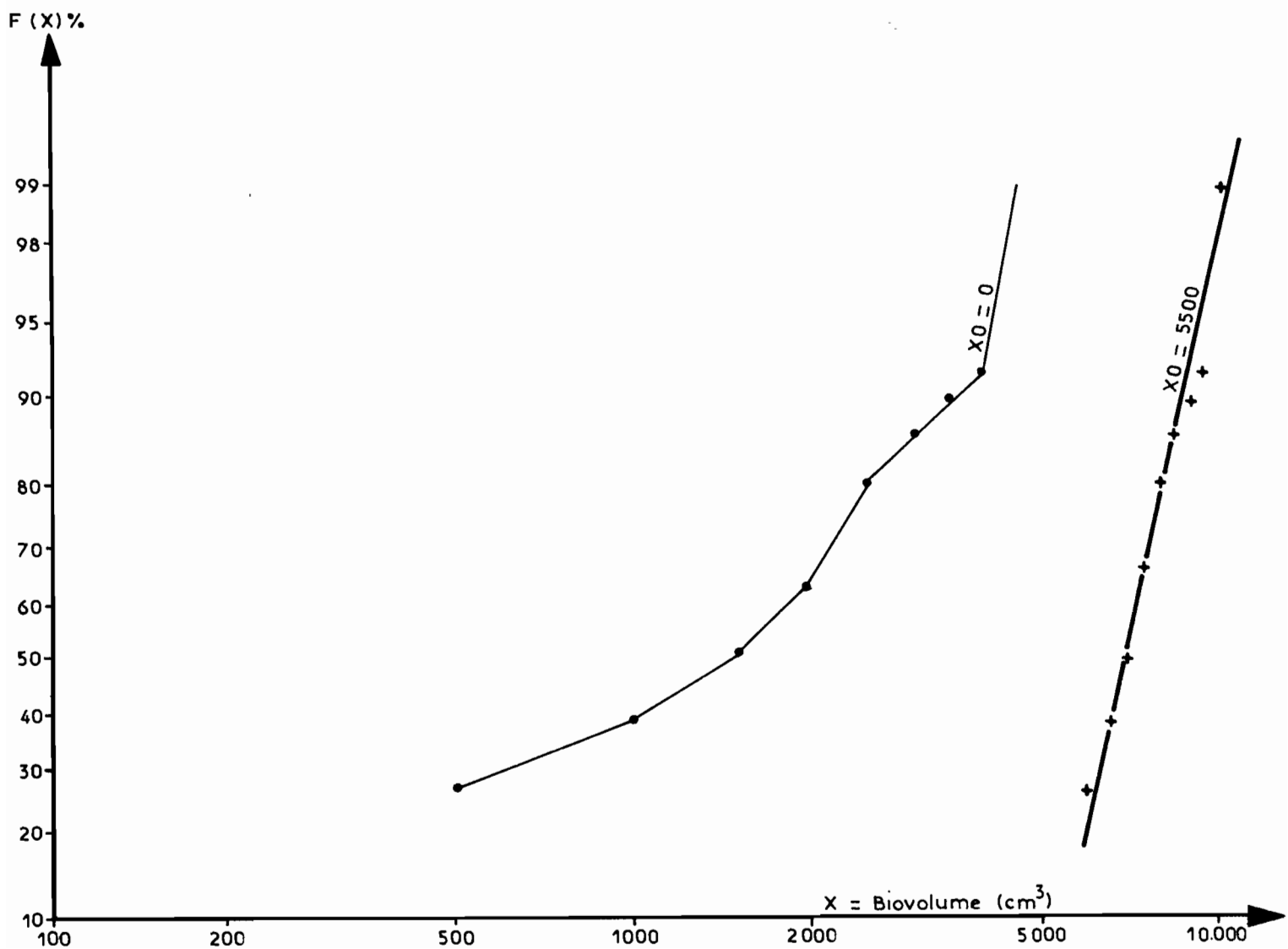
Groupement végétal	<u>Population</u>			<u>Echantillon</u>
	mode	médiane	moyenne	moyenne arithm.
AMs	37,1	40,6	42,5	42,3
Cdc	39,2	43,4	45,7	45,6

Nous notons, dans cet exemple, que la moyenne de la population est assimilable à la moyenne arithmétique de l'échantillon, étant donné la précision de l'estimation. Cette précision (12,6 % pour les 62 mesures du groupement AMs et 6,7 % pour les 144 du groupement Cdc) est assez bonne en raison de la continuité de la strate herbeuse dans ces types de communauté végétale.

Si 40 mesures avaient été recueillies, la précision ainsi évaluée aurait été respectivement 16,2 % et 13,5 % pour les groupements AMs et Cdc, ce qui est acceptable.

En définitive, la hauteur du couvert végétal est un caractère assez facilement mesurable, permettant d'effectuer un nombre de répétitions suffisant pour l'intégration de l'hétérogénéité du milieu avec une bonne précision.

Fig. N° 6 DISTRIBUTION DES MESURES DE BIOVOLUME
DANS LE GROUPEMENT C d c



(N° de site	(N° d'ordre	(1	(2	(3	(4	(5	(6	(7	(8	(9	(10
3	0	1350	1225	3850	563	2063	4063	4063	1925	550	1540
	1	1035	4500	4062	1080	125	1688	2063	0	675	4688
	2	4063	4063	4063	4063						
4	0	312	437	375	312	385	350	2840	437	1312	1800
	1	2450	2280	812	125	525	425	1690	2040	175	1280
	2	562	1687	2062	1687	1080	810	312	450	2437	1820
	3	687	1170	125	1690	562	2062	225	3187	225	2812
5	0	1687	2062	1312	1687	2062	1687	1312	2062	562	312
	1	437	437	1312	1312	1687	2812	562	312	1687	1687
	2	937	937	2187	437	1312	1687	562	2062	562	437
	3	1312	437	437	312	437	1312	1312	1687	437	312
6	0	2812	4062	1687	2187	3437	3437	2812	1687	2437	562
	1	1687	2437	2812	437	2062	1687	562	2062	1312	1687
	2	4062	3437	3437	2812	1312	312	562	312	2062	562
	3	437	437	187	437	437	437	2812	3937	3937	3062

Tableau n° 7
 dans le groupement Cdc.
 Tableau synoptique des mesures de biovolume (cm3)

Tableau n° 10 :
 Poids frais (g)
 de 30 échantil-
 lons végétaux
 prélevés par
 placettes de
 0,5 x 0,5 m².

Numéro d'ordre	Fourrage	Litière	Total
1	82	42	124
2	80	160	240
3	70	106	176
4	60	125	185
5	123	253	376
6	64	127	191
7	54	100	154
8	70	120	190
9	100	80	180
10	62	80	142
11	92	160	252
12	62	109	171
13	60	158	218
14	66	96	162
15	65	120	185
16	56	58	114
17	66	60	126
18	60	48	108
19	106	56	162
20	72	56	128
21	100	90	190
22	102	112	214
23	80	110	190
24	76	210	286
25	58	100	158
26	66	70	136
27	66	97	163
28	141	85	226
29	104	170	274
30	52	54	106

Fig. N° 7

DISTRIBUTION DE LA BIOMASSE AERIENNE
de 30 prélèvements de $0,5 \times 0,5 \text{ m}^2$
(échelle gausso-logarithmique)

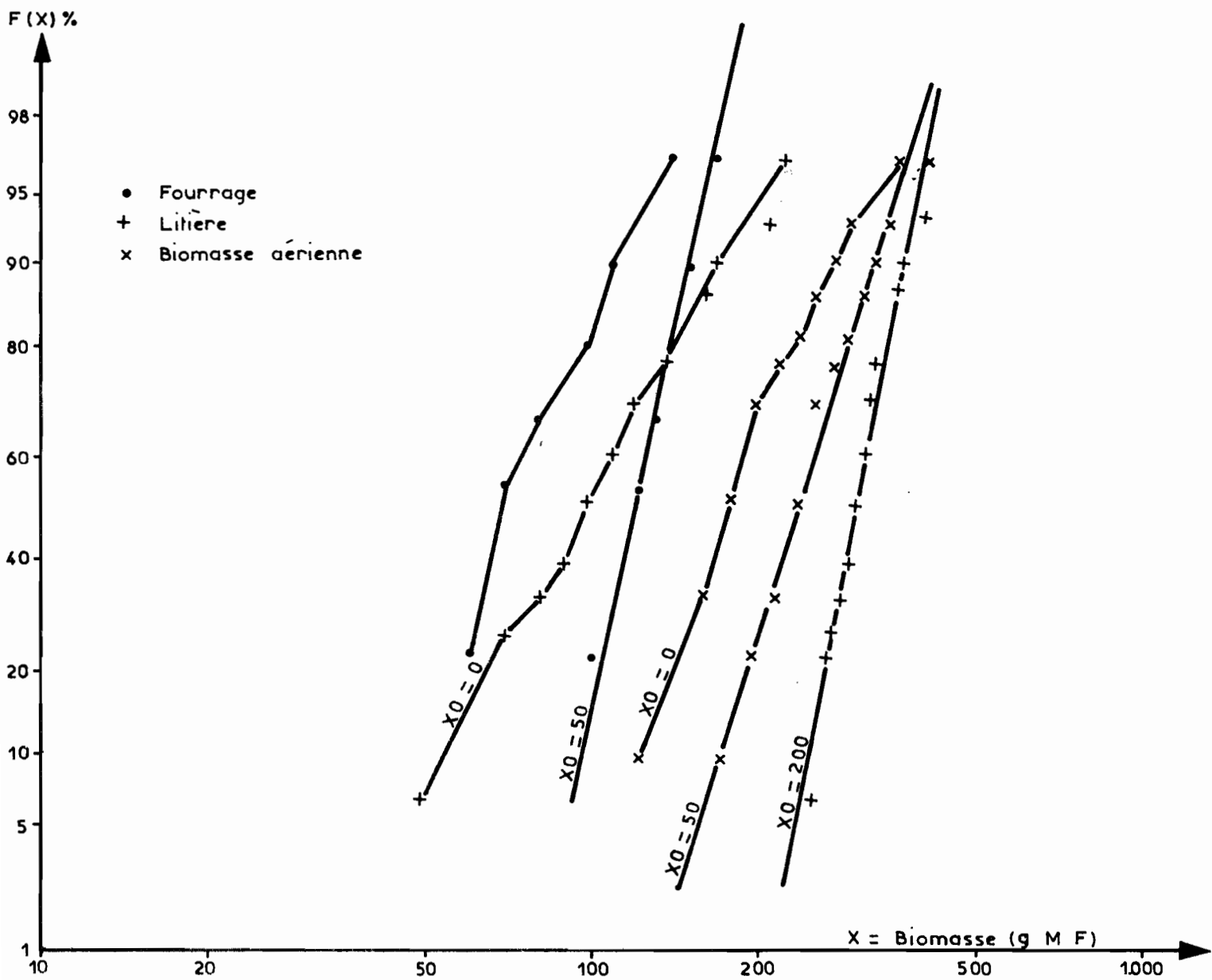


Tableau n° 11 Biomasse estimée et paramètres d'échantillonnage selon la loi de distribution de la matière végétale considérée.

Loi de Distribution	Loi normale			Loi log normale X non normalisée $X_0 = 0$			Loi log normale X normalisée $X_0 \neq 0$		
	Fourrage	Litière	Total	Fourrage	Litière	Total	Fourrage	Litière	Total
moyenne	77,2 g	107,1 g	184,2 g	84,8 g	121,5 g	203,6 g	84,8 g	121,5 g	203,6 g
P (n = 30)	10,6 %	17,1 %	12,0 %	9,6 %	16,6 %	16,0 %	15,3 %	44,0 %	21,0 %
n (P = 20 %)	10	23	13	9	22	14	19	135	33
n (P = 10 %)	33	84	42	28	79	50	67	534	123

P = indice de précision sur la moyenne

n = nombre de prélèvements devant entrer dans la constitution de l'échantillon.

224. Le biovolume

Le biovolume, produit du recouvrement par la hauteur du couvert végétal, est aussi distribué suivant une loi log-normale. Un exemple est donné avec les mesures de biovolume du tableau 7 se rapportant au groupement Cdc. L'examen de la figure 6 montre que le changement d'origine $y = x + x_0$ (avec $x_0 = 5500$) détermine l'alignement des points représentatifs.

Les paramètres définissant la loi log-normale de la distribution sont groupés ci-après :

<u>Paramètre</u>	<u>Valeur</u>
x_0	5500 cm ³
m	7,244
s_y	0,4581
mode	1135 cm ³
médiane	1400 cm ³
moyenne	1555 cm ³
P (n = 144)	34,0 %

On constate, si l'on compare cette précision de 34 % à celle de 6,7 % obtenue pour la hauteur, sur le même échantillon, que le biovolume est une mesure entachée d'une plus grande incertitude. Cette imprécision provient à la fois de l'hétérogénéité du matériel végétal et de la technique de mesure utilisée. Mais l'effectif de l'échantillon étant égal à 144, la moyenne peut être considérée comme distribuée normalement et la précision évaluée en fait à 18,8 % (voir paragraphe 226), ce qui est encore assez fort et, en tout cas, supérieur à la précision que l'on peut obtenir sur l'évaluation de la biomasse par pesée (voir par. 225). Or le biovolume est une mesure effectuée dans le but de substituer à l'estimation de la biomasse par pesée une estimation indirecte à partir du biovolume.

225. La biomasse

Les mesures de biomasse ont d'abord été mises au point avant les pluies d'hivernage sur les chaumes du cycle précédent. A cette époque, l'étuve à fourrage n'étant pas encore réceptionnée, la matière organique récoltée n'a pu être séchée à 105°. Mais après 7 mois de sécheresse sur le terrain, celle-ci était à l'état de matière sèche. Ultérieurement, tous les résultats ont été vérifiés lors des récoltes de début d'hivernage.

Au tableau n° 10 sont présentés les résultats d'un sondage de 30 prélèvements au hasard de fourrage et de litière, dans des placettes de $0,5 \times 0,5 \text{ m}^2$. Les courbes représentatives des distributions, en échelle gausso-logarithmique, donnent des droites après normalisation de la variable (fig. 7). La matière végétale se distribue donc suivant des lois log-normales. Les paramètres relatifs aux populations dont sont issus les échantillons sont les suivants :

<u>Paramètre</u>	<u>Fourrage</u>	<u>Litière</u>	<u>Total</u>
x_0	50	200	50
m	4,31	4,58	5,14
s_y	0,2576	0,4432	0,3530
mode	57,6 g	62,5 g	119,9 g
moyenne	84,8 g	121,5 g	203,6 g
variance	2146	8236	17557
P (n = 30)	15,3 %	44,0 %	21,0 %

La distribution de la biomasse s'assimile souvent à une distribution normale. On peut être aussi tenté de considérer comme loi de distribution une loi log-normale à variable non normalisée ($x_0 = 0$). Ces deux procédés sont abusifs quand l'échantillon est de faible effectif, inférieur à 30 environ. Au tableau n° 11 sont consignées les valeurs des paramètres calculées dans ces deux hypothèses, ainsi que dans le cas de normalisation de la variable log-normale.

On constate que les différentes valeurs de biomasse sont comparables, compte tenu de la précision des estimations. Par contre, la précision (15,3 %, 44,0 % et 21,0 %) se montre moins bonne en cas de variable normalisée. Mais l'échantillon comportant 30 mesures, on pourra considérer que la distribution de la moyenne est normale, d'où des précisions estimées de 10,6 %, 17,1 % et 12,0 %. D'ailleurs les points représentatifs de la distribution log-normale non normalisée ($x_0 = 0$), fig. 7, sont presque alignés (précisions : 9,6 %, 16,6 % et 16,0 %). Suivent, au paragraphe 226, des remarques concernant cette précision.

La mise au point des mesures de biomasse s'est poursuivie par la comparaison des résultats selon les dimensions de la placette de prélèvement. Ces résultats sont regroupés aux tableaux 12, 13 et 14 et les distributions présentées dans les figures 8 et 9.

Tableau n° 12 Poids frais (g) d'échantillons végétaux
prélevés par placettes de 0,5 x 0,5 m².

Numéro d'ordre	Fourrage	Litière	Total
1	112	164	276
2	56	184	240
3	62	264	316
4	64	195	259
5	103	242	345
6	54	119	173
7	77	148	225
8	84	120	204
9	43	199	242
10	146	299	445
11	200	258	458
12	56	98	154

Tableau n° 13 Poids frais (g) d'échantillons végétaux
prélevés par placettes de 1 x 1 m².

Numéro d'ordre	Fourrage	Litière	Total
1	458	554	1012
2	376	234	610
3	120	594	714
4	418	584	1002
5	276	474	750
6	428	504	932
7	288	760	1048
8	670	1009	1679
9	550	954	1504
10	74	264	338

Tableau n° 14 Poids frais (g) d'échantillons végétaux
prélevés par placettes de 2 x 2 m².

Numéro d'ordre	Fourrage	Litière	Total
1	824	2024	2848
2	784	5348	6132
3	1224	3784	5008
4	724	1784	2508

Fig. N° 8

DISTRIBUTION DE LA BIOMASSE AERIEE
de 12 prélèvements de 0,5 x 0,5 m²
(échelle gausso-logarithmique)

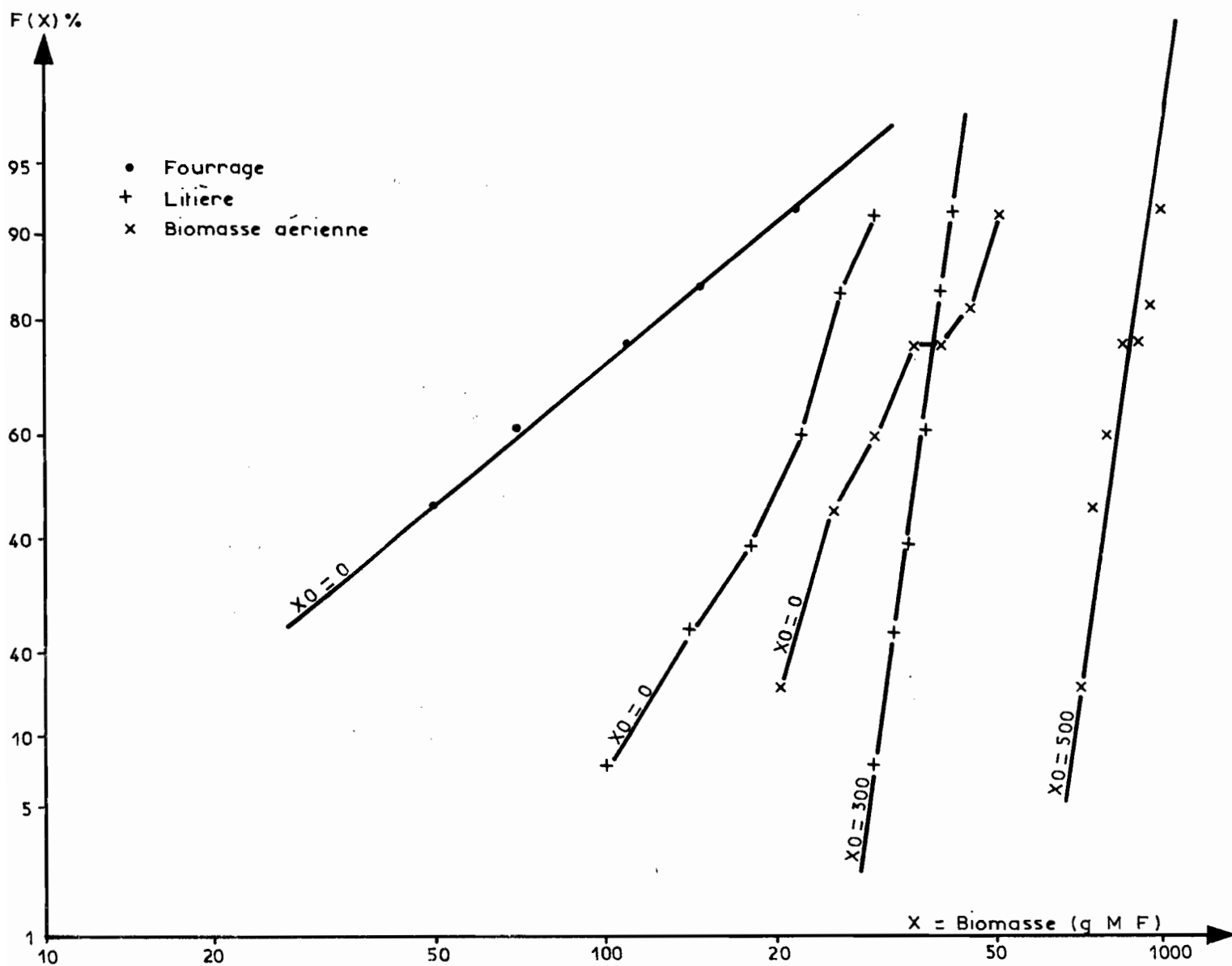


Fig. N° 9

DISTRIBUTION DE LA BIOMASSE AERIENNE
de 10 prélèvements de 1 x 1 m²
(échelle gausso - logarithmique)

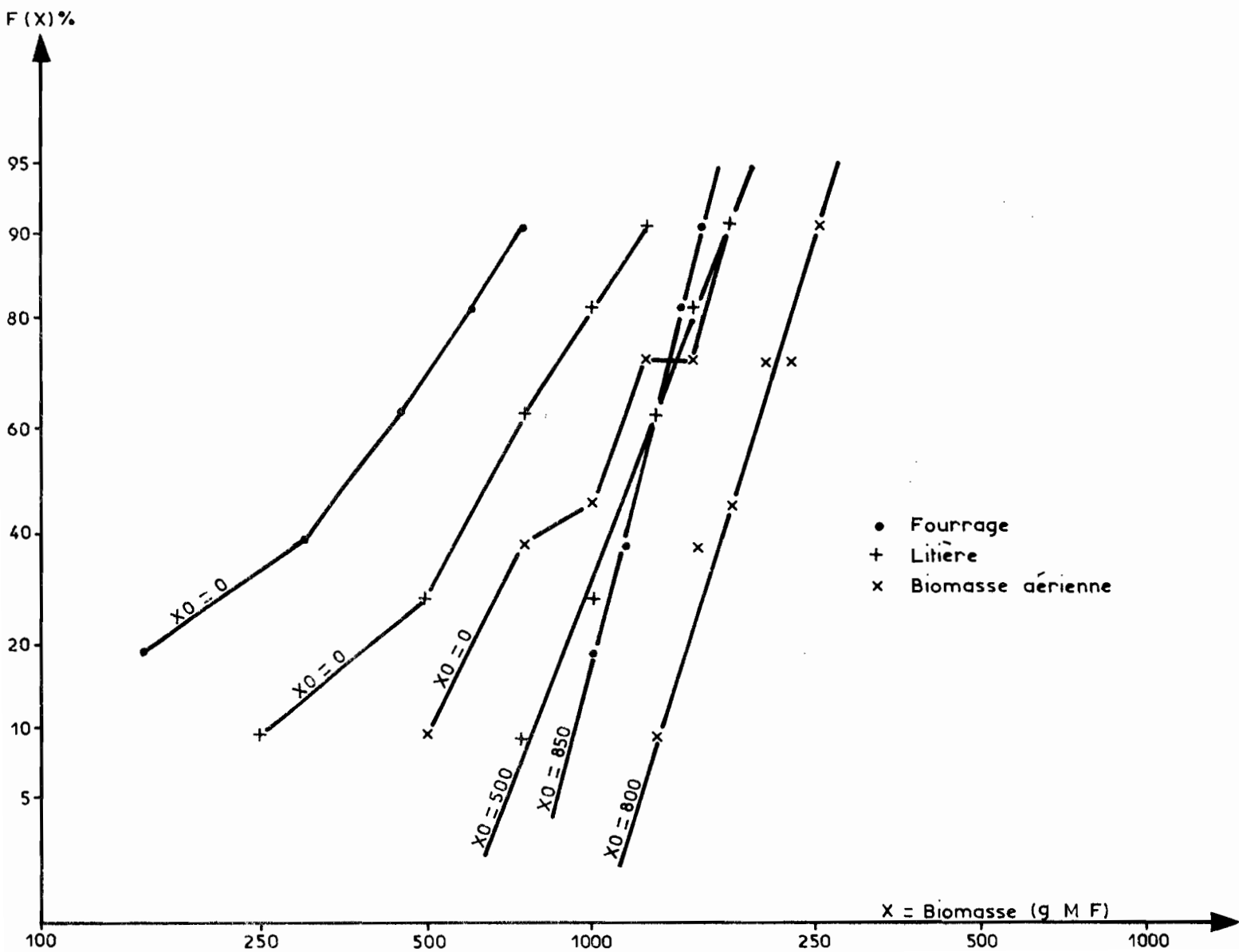
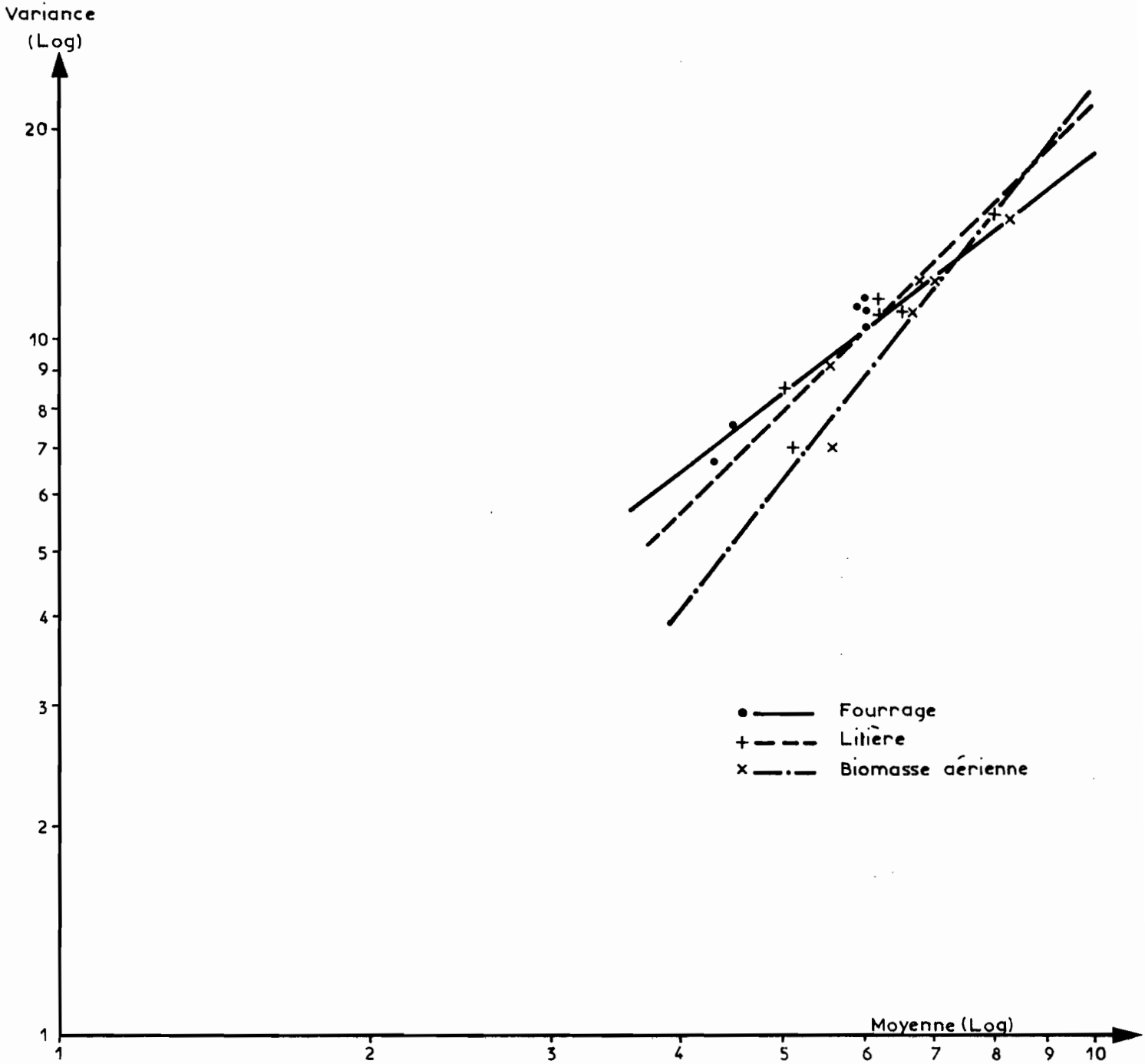


Tableau n° 15 Résultats de l'estimation de la biomasse selon
la dimension de la placette de prélèvement.

Surface de la placette	0,5 x 0,5 m ²			1 x 1 m ²			2 x 2 m ²		
	Fourrage	Litière	Total	Fourrage	Litière	Total	Fourrage	Litière	Total
Moyenne (g)	88,13	191,4	279,2	392,3	605,2	934,8	744,1	3346,6	4225,1
Rendement (g/m ²)	352,5	765,6	1116,8	392,3	605,2	934,8	186,0	836,6	1056,3
Variance	1799	4833	9463	93623	95260	231092	31134	3474307	36663380
Précision (%)	29,4	31,3	29,4	67,5	54,3	54,4	-	-	-

Fig. N° 10

RELATION ENTRE LA VARIANCE ET LA MOYENNE DES MESURES DE BIOMASSE AERIEENNE



Etant donné l'hétérogénéité du tapis végétal et son évolution en saison sèche, la comparaison des différents modes de prélèvement ne peut porter que sur la totalité de la biomasse aérienne (tableau n° 15). Les différentes estimations de la biomasse aérienne totale n'apparaissent pas significativement différentes, à la précision calculée.

La variance et la moyenne des mesures sont fortement liées. Les coefficients de corrélation, hautement significatifs, sont respectivement de 0,90 - 0,97 et 0,95 pour le fourrage, la litière et la biomasse totale. Les points représentatifs en échelle log-log sont alignés (fig. 10), indiquant l'existence d'une relation linéaire entre le logarithme de la variance et celui de la moyenne de l'échantillon.

Autre remarque : pour l'échantillonnage dans ces types de pâturages, il est plus facile d'améliorer la précision des mesures en augmentant le nombre des prélèvements que les dimensions de la placette. A taille à peu près égale (12 contre 10), nous avons même obtenu une précision meilleure avec la placette de $0,5 \times 0,5 \text{ m}^2$ qu'avec celle de $1 \times 1 \text{ m}^2$.

Dans ce cas particulier, du moins, l'erreur systématique de bordure commise en prélevant dans des placettes de faibles dimensions paraît négligeable face à l'erreur due à l'hétérogénéité du matériel végétal. Cette conclusion ne peut cependant être étendue pour l'instant à d'autres situations telles que celle d'une végétation élevée pour laquelle les effets de bordure par verse sous les bords du cadre pourraient être relativement plus importants avec un cadre de $0,5 \times 0,5 \text{ m}^2$ qu'avec un cadre de $1 \times 1 \text{ m}^2$.

L'échantillonnage de la biomasse pourra être étudié de manière plus rigoureuse lors de la prochaine campagne, avec une équipe au complet et dans la perspective d'un échantillonnage phytosociologique.

226. Remarques concernant la précision

La valeur de x_0 doit être déterminée par voie graphique. Elle est de ce fait entachée d'une certaine imprécision qui se répercute dans les calculs d'écart-type et d'intervalle de confiance. Ce fait explique en partie les différences observées au tableau n° 11.

Par ailleurs, si les données recueillies dans une station de mesures se distribuent en loi log-normale, la distribution de l'ensemble des mesures effectuées dans un même groupement végétal n'est pas nécessairement assimilable à une loi du même type.

Des graphiques relatifs aux prélèvements d'échantillons de fourrage, il ressort par exemple que certaines courbes de fréquences cumulées d'allure sigmoïdale représentent des mélanges de populations distinctes. Elles sont difficilement réductibles à des droites en échelle gaussio-logarithmique, d'où des valeurs élevées pour x_0 , des indices de précision forts (précision faible) et des intervalles de confiance larges pour la moyenne.

Les formules utilisées ne sont d'ailleurs applicables qu'à de petits échantillons, n'atteignant pas la trentaine d'individus. A partir de cet effectif, pour un site de mesures, on peut considérer que la moyenne de la variable log-normale suit approximativement une loi normale, avec un écart-type égal au rapport de l'écart-type de la variable à la racine carrée de l'effectif de l'échantillon.

Pour l'association de plusieurs sites d'un même groupement végétal :

- la moyenne est une combinaison linéaire des moyennes des sous-échantillons des divers sites, pondérées par un facteur tenant compte des effectifs partiels et de l'effectif total :

$$\bar{x} = \frac{p}{\sum_1^p a_i} \bar{x}_i$$

- l'écart-type est la racine carrée d'une combinaison linéaire des carrés des produits des écart-types des sous-échantillons par les mêmes facteurs de pondération :

$$s_x = \sqrt{\frac{p}{\sum_1^p a_i^2} \sum_1^p a_i^2 s_i^2}$$

avec $a_i = \frac{n_i}{\sum_1^p n_i}$; n_i : effectif du sous-échantillon ; p : nombre de sous-échantillons dans le groupement.

L'intervalle de confiance de cette moyenne est : $\bar{x} \pm t_p s_x$

avec t_p : coefficient de Student-Fisher pour $p-1$ degrés de liberté.

L'application de ce procédé à l'étude méthodologique des composantes de la production montre, dans le cas du groupement Cdc où 144 mesures provenant de 4 sites d'échantillonnage ont été réunies, que l'étude de la hauteur n'est pas justiciable d'un tel traitement. Nous avons en effet le tableau suivant :

n° de site :	3	4	5	6	ensemble	M
\bar{x}	51,0	46,2	38,7	45,2	45,5	44,7
s_x	16,7	22,7	8,7	12,3	14,9	8,1
s_x^-	3,42	3,58	1,37	1,94	1,24	1,32
P %	13,9	15,5	7,1	8,6	5,5	9,4

Dans la colonne M sont reportées les valeurs obtenues par le procédé en question. On constate que la précision (9,4 %) est moins bonne que celle obtenue précédemment (6,7 %).

Par contre, c'est sur l'hypothèse de la normalité de la moyenne que devront être évaluées les précisions pour ce qui est du biovolume et de la biomasse. En particulier, les estimations au niveau des groupements (associations de plusieurs sites plus ou moins homogènes) seront mieux contrôlées. A preuve, le tableau n° 11 pour la biomasse et le tableau ci-dessous pour le biovolume dans le groupement Cdc :

n° de site :	3	4	5	6	M
\bar{x}	2389	1086	1153	1921	1554
s_x	1609	861	680	1263	537
s_x^-	328	136	107	200	92
P %	27,5	25,0	18,7	20,8	18,8

226. Traitement des échantillons

La mise au point de la mesure du taux de matière sèche s'est effectuée, en début de campagne et dans les différents sites, en déterminant le taux de matière sèche sur chaque prélèvement séché séparément.

Dans chaque site, un taux moyen de matière sèche a été calculé avec une précision supérieure à 4 %, alors que celle du rendement fourrager était au mieux voisine de 20 %. Un exemple est donné ci-après :

	Taux de matière sèche	Matière sèche dans 0,250 m ²	Matière fraîche dans 0,250 m ²
Moyenne	24,6 %	36,3 g	150,1 g
Précision	3,7 %	16,9 g	18,3 g

L'estimation de la biomasse de matière sèche à partir de la matière fraîche et du taux moyen de matière sèche donne 36,9 g de matière sèche dans 0,250 m², soit une différence de 1,7 %.

Par la suite, la biomasse fourragère sèche a été estimée suivant cette méthode à partir d'un échantillon composite de 1 kg de matière fraîche.

En raison des impuretés et de l'hétérogénéité des échantillons, la méthode de détermination individuelle de la matière sèche a été maintenue pour la litière.

23. Conclusion

L'examen des résultats des mises au point des mesures montre que les paramètres de la biomasse végétale sont pour la plupart distribués suivant des lois log-normales, lois des effets proportionnels. Il en résulte que la végétation, par ses composantes, réagit suivant le produit - et non la somme comme en loi normale - des effets particuliers des facteurs écologiques actifs.

La moyenne de la population et les moyennes arithmétiques des échantillons qui en sont issus diffèrent mais peuvent être confondues en raison de la précision des mesures.

L'état de la couverture végétale en saison sèche n'a pas permis d'évaluer de façon précise la taille de l'échantillon pour chaque type de mesure et chaque site étudié. Elle a été fixée, en fonction des moyens d'exécution et du temps disponible, à 40 prélèvements pour les groupements très hétérogènes et à 20-30 prélèvements pour les plus homogènes.

En définitive, ces mises au point ont incité à pratiquer un échantillonnage systématique visant à extérioriser la majeure partie des gradients d'hétérogénéité en chaque site étudié.

Pour ce faire, les différents types de mesures ont été effectués en des emplacements communs de 1 x 1 m² répétés linéairement à intervalle régulier.

III. ECHANTILLONNAGE DU BASSIN

L'échantillonnage du bassin de la Mare d'Oursi est basé sur l'étude cartographique de la végétation de l'IEMVT établie par Toutain, seul document disponible au moment de l'opération.

Quatorze groupements ont été sélectionnés en raison de l'espace occupé, ou de l'intérêt agronomique (groupements végétaux de prédilection pour les cultures locales, pâturages de bas-fonds pouvant constituer des réserves de fourrage en saison sèche ...).

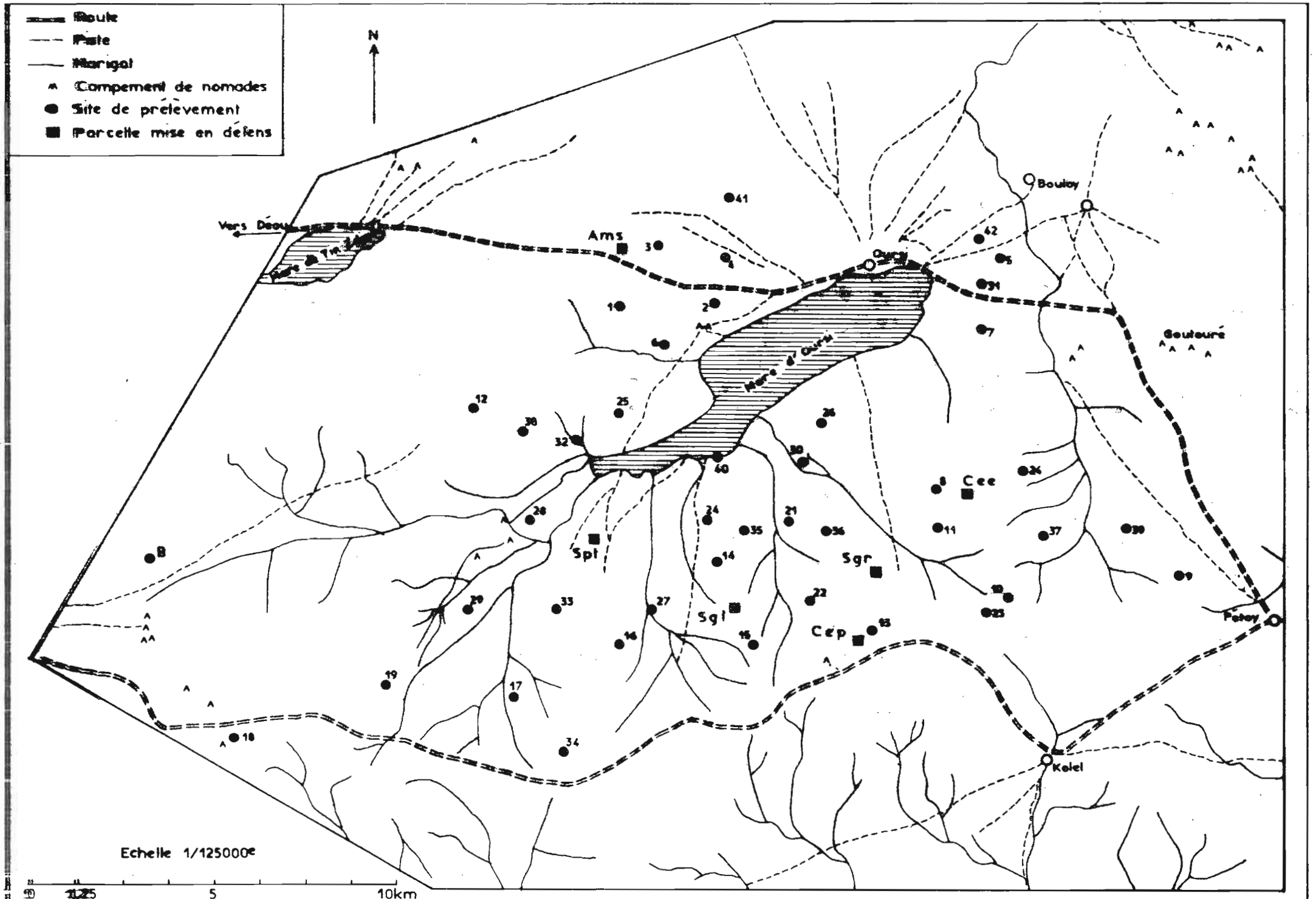
Ce sont les groupements (Toutain, loc. cit.) :

- AMs, formations des pénéplaines du N.W. de l'Oudalan à Aristida mutabilis et Schoenfeldia gracilis ... (sites 1 et 2),
- Cdc, formations des dunes du Centre de l'Oudalan à Cenchrus biflorus et Combratum glutirosum ... (sites 3 à 6),
- Ces, formations des bas de pente dunaires et des pénéplaines sableuses (site 7),
- Cep, formations sableuses en piémont d'inselberg (sites 12 et 13),
- Asg, formations des pentes gravillonnaires (sites 33 et 34),
- Ase, formations sur sol mince plus ou moins sableux (sites 35 à 39),
- Sgl, formations des glacis à Schoenfeldia gracilis et Acacia laeta (sites 14 à 19),
- Sgr, formations des glacis à Schoenfeldia gracilis et Acacia radiana (sites 20 à 26),
- Spt, formations des dépressions et thalwegs à Schoenfeldia gracilis et Panicum laetum (sites 27 à 30 et 32),
- Frs, formations ripicoles arborées des marigots sahéliens (site 31),
- Mes, mares de saison des pluies à Echinochloa colona et Griza Barthii (site 40),

- Asc, formations sur sol mince colluvionné, improprement nommée brousse tigrée dans le bassin (site B). Cette formation est constituée de fourrés d'étendue variable, isolés par le sol nu. La strate herbacée, comme la strate arbustive, est plus ou moins dense. La circulation difficile et l'hétérogénéité gênent considérablement l'exécution des mesures linéaires. L'échantillonnage est à revoir.

On trouvera en annexe, pour la plupart de ces formations (généralement plus d'un site de mesure), une fiche donnant un résumé synoptique des observations effectuées au cours de la campagne de mesures (Grouzis).

Fig. N° 11 LOCALISATION DES SITES DE MESURE DE BIOMASSE
DANS LE PERIMETRE D'ETUDE



Il permet de situer les sites étudiés par rapport à la nomenclature et aux définitions de Toutain.

Le nombre de sites étudiés est proportionnel à :

- l'aire occupée par le groupement dans le bassin
- aux différents stades de dégradation des divers sites (échelle de 1 à 4 de TOUTAIN)
- à la capacité de charge (échelle de 0 à 7 de TOUTAIN)

et inversement proportionnel à l'homogénéité des tapis végétaux (échelle de 1 à 3). Leur localisation est donnée à la figure n° 11.

En chaque site, l'échantillonnage systématique défini ci-dessus a été pratiqué sur une étendue mesurant en moyenne $2 \times 1 \text{ km}^2$.

Il en résulte que :

- l'hétérogénéité du site est pratiquement saisie en sa totalité, d'où les précisions relativement faibles parfois obtenues.
- la biomasse mesurée est une estimation valable de la production du site et qu'en conséquence, les valeurs données en grammes par mètre carré (g/m^2) peuvent être transformées sans problème en kilogs ou tonnes par hectare.

IV. RESULTATS

41. Observations écophysiologiques

Les modalités particulières d'élaboration de la matière végétale ont incité à rapporter les observations écophysiologiques effectuées durant le cycle végétatif. L'exposé qui suit, à caractère synthétique, vise à dégager les faits qui limitent la production de biomasse.

411. La germination

4111. Démarrage de la végétation

La germination est provoquée par les premières pluies d'hivernage. Les lames d'eau de chacune des précipitations de mai, 14 et 54 mm, n'ont pas permis de déterminer une hauteur pluviométrique efficace minimale pour le déclenchement de la germination dans les différents milieux. L'examen des caractéristiques du tapis végétal permet cependant de déceler une certaine spécificité d'action. Le tapis végétal est continu et relativement homogène sur la dune, tandis que partout ailleurs il est discontinu et localisé aux bas-fonds ou aux micro-buttes sur glacis.

L'occupation de l'espace, qui se développe avec les pluies, est par suite décalée dans le temps par rapport à la dune. Ce décalage dépasse le mois pour les glacis limono-argileux où la colonisation est relativement faible.

La pluviométrie et la distribution des précipitations en juin et début juillet n'ont pas assuré en permanence des conditions favorables à la croissance des plantules. On a pu assister, d'une part à des germinations durant les sous-périodes pluvieuses, d'autre part au jaunissement des plantules et à leur flétrissement jusqu'à la mortalité en sous périodes sèches. La végétation n'a vraiment été installée qu'à la mi-juillet, soit après une centaine de millimètres de pluie.

Par la suite, des mesures d'humidité du sol, plus nombreuses pour tenir compte de l'hétérogénéité du milieu et des aléas des précipitations, compléteront les informations recueillies cette année sur les conditions hydrodynamiques des sols nécessaires au maintien des plantules.

4112. Modalités d'installation de la couverture végétale

Les résultats du tableau n° 16, relatif à la densité des plantules avant l'installation semi-permanente de conditions favorables à la végétation, complètent la remarque précédente.

Tableau n° 16 Densité de plantules dans les différents sites d'observations
à la mise en place de la couverture végétale : nb plantes/m².

Site	Piémont				Glacis du Campement (ouest)			Dune			Glacis du Campement (est)			Brousse mouchetée	
	S	HP	P	BP	P	BF	HP	P	BF	HP	P	BF	1	2	
18/6	317	720	2430	1070											
19/6					816	610									
21/6							466	600	420						
24-26/6										2490	2230	1350			
28/6													1810	460	

S, HP, P, BP, BF : Sommet, haut de pente, pente, bas de pente, bas-fond

1, 2 : plage à couverture végétale dense ou à faible densité de plantules.

Le tapis végétal continu de la dune a une densité de plantules faible mais assez régulière dans les différents sites topographiques. Pour les autres milieux, les mesures ne concernent que les plages de végétation couvrant 5 % (glacis limono-argileux) à 40 % du sol (piémont sablo-argileux de KOEL). Les plantules y sont généralement plus denses mais plus irrégulièrement réparties : densités plus fortes sur les pentes et les sommets qu'en bas-fonds.

L'installation du couvert débute avec les espèces précoces, le plus souvent à cycle court, telles que : sur les sols pierreux, *Dipcadi* sp., *Pencrathium trianthium*, *Tribulus terrestris*; sur les sols limono-argileux des bas-fonds et micro-dépressions, *Panicum laetum*.

On note tout d'abord des plages pratiquement monospécifiques. Ce n'est qu'ultérieurement que la levée des espèces dominantes atténue le compartimentage précoce de la strate herbacée. La germination des graminoides est légèrement décalée par rapport à celle des premières dicotylédones. Mais moins d'un mois après le début des germinations, elles sont déjà dominantes pour avoir colonisé les pentes et les bas-fonds.

Généralement les différentes espèces assurent une densité optimale de plantules pouvant mener à terme leur croissance et développement, par une germination massive dans un laps de temps relativement court. En 1976, nous avons observé, pour une espèce considérée isolément, comme pour les autres, des vagues successives de germination correspondant aux diverses sous-périodes pluvieuses de début d'hivernage. Les germinations les plus récentes ont leur croissance décalée par rapport aux plantules plus âgées et un taux de 50 à 80 % de plantes n'ayant pas encore tallé peut être noté tout au long du cycle végétatif. Ce phénomène s'observe principalement chez les espèces dominantes : *Schoenfeldia gracilis*, *Cenchrus biflorus*, les Aristidées, *Spirobolus microprotus* ..., et plus particulièrement dans les groupement occupant les glacis.

Aucune explication n'est actuellement proposable car les mécanismes mis en jeu : diapause et/ou dormance des graines et leurs causes : facteurs externes (distribution et hauteur des pluies, réserve hydrique du sol, inhibiteurs de germination) et facteurs internes à la graine et à l'embryon ..., sont à préciser.

Pendant toute la durée de la végétation, les germinations se sont produites aux dépens du stock de graines accumulées antérieurement. Avec les pluies tardives d'octobre, les graines de l'année de la plupart des espèces ont germé : *Schoenfeldia gracilis*, *Cenchrus biflorus*, *Panicum laetum*, *Zornia glochidiata*, *Molugo naudicaulis*, *Tribulus terrestris*, *Cassia tora*, *Cassia* sp., *Cyperus* sp., *Pennisetum typhoideum*. Cette observation est cependant à confirmer.

4113. Remarques

Cette phase phénologique est limitante pour la végétation par les conditions écologiques requises pour son déclenchement et pour la viabilité des plantules et par les modalités de son déroulement.

L'échelonnement de la germination dans le temps raccourcit pour une grande partie des plantes la période de croissance, laquelle s'arrête assez rapidement après les dernières pluies (cf ci-après).

On est amené à distinguer les pluies provoquant la germination des graines de celles utiles à l'élaboration de la production. En 1976, le début des pluies peut être fixé à la mi-juillet.

Par ailleurs, les effets résiduels des cycles précédents se traduisent dès cette phase de végétation : stock de graines ...

Ces faits, normaux quand il s'agit de pâturages hétérospécifiques naturels, sont assez surprenants pour des tapis végétaux qui, en raison de la dominance écrasante de certaines espèces, tendent à être monospécifiques.

En conséquence, la germination, point de départ de la production végétale, doit faire l'objet d'analyses détaillées. En particulier, le déterminisme et l'importance des phénomènes sont à préciser en un sous-modèle de germination dans le cadre d'une modélisation de la biomasse potentielle.

412. Le tallage

En conséquence de l'échelonnement de la phase de germination, le tallage est étalé dans le temps. Le tableau 17 montre qu'au mois d'août 80 % des plantes n'avaient pas encore tallé et le phénomène allait être plus que réamorcé au mois d'octobre.

Il se déroule suivant des modalités induites par les conditions écologiques propres à chaque vague de germination. Dès lors le matériel végétal devient très hétérogène (cf tableau 18 sur l'analyse du tallage à mi-pente dans le piémont de KOEL). Il s'ensuit que la phase de tallage peut être masquée par l'hétérogénéité du matériel. A chaque mesure a été défini un coefficient de tallage, rapport de la somme des talles (brins secondaires par rapport à la tige principale) au nombre de pieds recueillis dans l'échantillon. Le tableau 17 permet de constater que ce coefficient est inférieur à 1 jusqu'au mois d'août. Pourtant, bien avant cette date, certaines touffes totalisent plus d'une dizaine de talles. En fin de végétation, certaines peuvent atteindre 20 à 30 et plus.

Tableau n° 17 Tableau synoptique des caractéristiques principales du tallage dans le site de Koel.

Date	Situation topo.	Nb de plantules /m ²	Nb de pieds sans talle	Coef. de tallage	Nb maxi. de talles /pied
18/6/76	HP	120	27	0,44	4
	MP	720	520	0,35	4
	MP	1927	1920	0	1
	BP	753	627	0,37	5
	Moy	933	774		
8/7/76	HP	2250	1840	0,37	3
	HP	940	500	1,07	5
	MP	450	420	0,07	1
	MP	1760	1280	0,75	10
	BP	1950	1590	0,87	15
	BP	180	160	0,44	2
	Moy	1144	871		
10/8/76	MP	400	227	1,47	9
	MP	567	300	1,63	9
	BP	1380	1193	0,41	17
	Moy	932	729		

HP = haut de pente

MP = mi-pente

BP = bas de pente / bas-fond

Moy = moyenne pour le site d'observation

Tableau n° 18 Fréquences de touffes de graminées selon le nombre de talles (Koel mi-pente).

Date	Nb total de plants /m2	Fréquence des touffes selon le nombre de talles											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
18/6	720	520	60	120	7	13	0	0	0	0	0	0	0
8/7	450	420	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3/8	400	207	13	33	47	53	13	0	13	13	7	1	
3/9	569	300	0	73	67	60	20	20	7	0	7	2	

Ce stade phénologique doit aussi faire l'objet d'analyses en sites bien repérés, sur le même matériel végétal du début à la fin des observations, celles-ci n'étant pas destructrices.

413. La floraison et la production des graines

On note d'abord l'échelonnement de la floraison des différentes espèces. De juin à septembre, les espèces suivantes entrent en floraison : *Dipcadi* sp., *Pencrathium trianthium*, *Tribulus terrestris*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Molugo nudicaulis*, les *Bracharia*, divers *Chloris*, *Alysicarpus ovaliflorus*, *Indigofera senegalensis*, *Indigofera* sp., *Tephrosia* sp., *Cassia tora*, *Zornia glochidiata*, les *Aristidées*, *Andropogon gayanus* ...

Les périodes de floraison qui s'interpénètrent laissent entrevoir la constitution en mosaïque du tapis végétal, compartimenté en plages de dominance à chaque changement de faciès floral. Cette observation banale pour une population hétérospécifique s'applique aux diverses populations d'une même espèce dérivées des germinations successives.

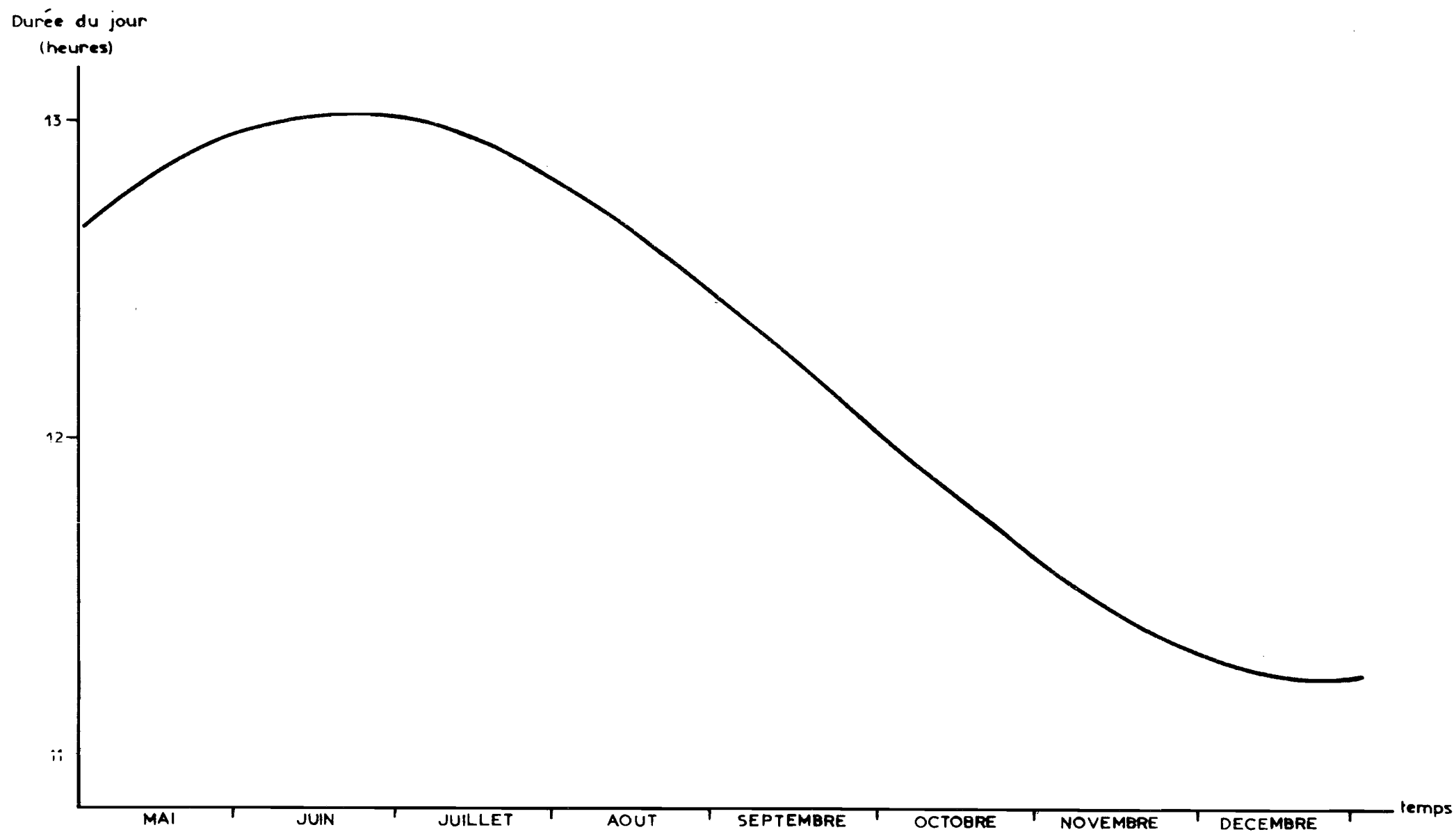
La floraison de certaines espèces, des dominantes en particulier, s'étale de ce fait sur deux à trois mois : *Schoenfeldia* ..., *Cenchrus*, *Aristidées* ... Mais le temps s'écoulant entre la levée et la floraison est progressivement réduit. En septembre, on observe la sortie de l'inflorescence de plantes atteignant à peine 8 cm : tige 2 cm, inflorescence 6 cm. Autrement dit, la floraison se produit à un stade apparemment juvénile.

A priori on peut penser que ces anomalies de croissance sont provoquées par les mécanismes photopériodiques, le raccourcissement de la durée du jour en hivernage (fig. 12) entraînant la floraison des plantes de jour court quel que soit l'état de l'appareil végétatif. Néanmoins l'action éventuelle d'autres facteurs trophiques, tels que l'alimentation hydrique, les inhibiteurs de croissance ..., seront à considérer en cas d'études approfondies.

La floraison précoce des jeunes plantes a pour effet de réduire la production de talles, production qui devient nulle quand elles fleurissent au stade juvénile. Elle provoque aussi le phénomène de nanisme dont il sera question ci-après.

A la floraison fait suite une abondante production de graines pour les diverses espèces. Cette production, particulièrement forte pour *Schoenfeldia*, *Cenchrus*, *Zornia* et les *Aristidées*, conjuguée à la présence de dispositifs efficaces pour la dissémination et l'implantation des graines (épines, crochets, poils ...) est en partie responsable de la dominance de ces espèces.

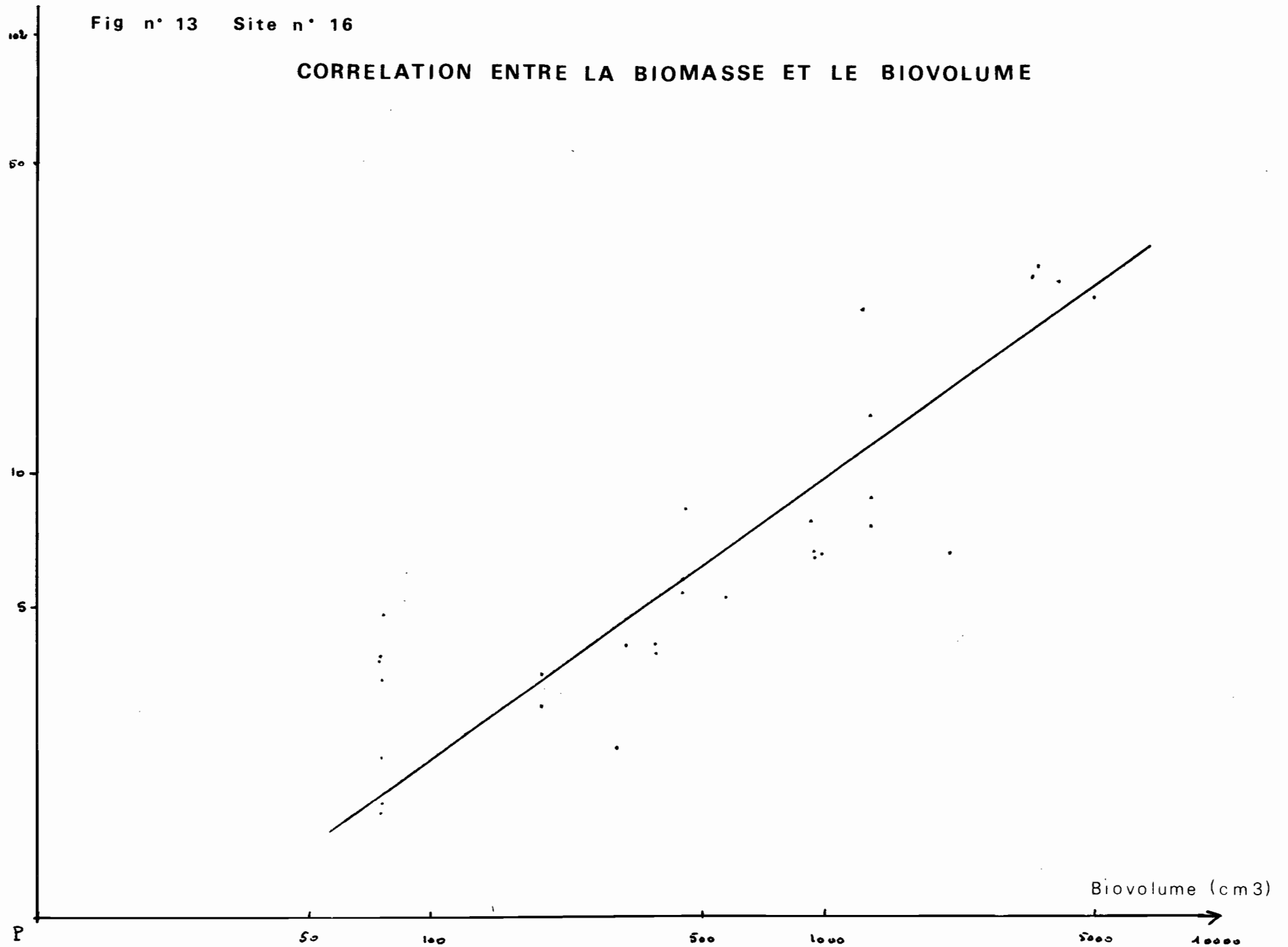
Fig. N° 12 VARIATION DE LA DUREE DU JOUR, AVANT, PENDANT ET APRES
LA PERIODE DE VEGETATION



Biomasse (g)

Fig n° 13 Site n° 16

CORRELATION ENTRE LA BIOMASSE ET LE BIOVOLUME



414. La croissance végétative

La croissance végétative s'étend de la germination à la floraison. Elle apparait, dès la levée des plantules, fonction de l'alimentation hydrique, et la distribution des précipitations, découpant l'hivernage en sous-périodes sèches ou humides, est cause d'irrégularités de croissance des plantes.

4141. En sous-périodes sèches

La croissance est plus ou moins ralentie en fonction des réserves hydriques du sol. Nous notons plus spécialement le jaunissement et le flétrissement temporaire ou permanent des plantules ou de l'herbe en début et en fin de cycle.

Le comportement des plantes pionnières sur la dune (dessèchement et mort des premières germinations) ou de *Panicum laetum* dans les dépressions limono-argileuses (jaunissement) est à citer en exemple.

En fin de cycle, au contraire, grâce à la réserve hydrique accumulée (infiltration quasi-totale de l'eau des précipitations) et à son accessibilité, la résistance au déficit pluviométrique est tout à fait remarquable. A l'est d'Oursi, l'herbe est restée verte entre les dernières pluies de septembre et celles d'octobre, alors que partout ailleurs, même dans les pénéplaines interdunaires, elle était transformée en chaumes apparemment non viables.

4142. En sous-périodes humides

L'activité physiologique redémarre : verdissement, tallage, élongation, floraison ... Avec les pluies d'octobre, il nous a été donné d'observer un exemple spectaculaire de reprise de la croissance. Les chaumes déjà jaunis en septembre ont reverdi à la base et émis de nouvelles talles tranchant sur la paille par leur couleur vert sombre.

Outre l'action du facteur hydrique, on doit noter l'incidence de la floraison. La précocité de la floraison a pour effet de diminuer la période de croissance rapide entre le tallage et cette phase phénologique. L'appareil végétatif édifié suivant des vitesses de croissance post-florales est réduit. Des formes naines s'observent en septembre et octobre. Les touffes les plus âgées de *Schoenfeldia* dépassent 60-80 cm en moyenne, cependant que des touffes plus jeunes ayant accompli leur cycle plafonnent à 20-30 cm.

La biomasse est par suite réduite. D'où la nécessité d'entreprendre des recherches analytiques visant à préciser les causes et l'importance des phénomènes sus-mentionnés affectant les différents stades phénologiques.

415. La sénescence

L'arrêt des pluies entraîne le jaunissement et le dessèchement rapide du tapis végétal (à noter un temps de latence d'environ un mois pour la dune et certains piémonts où l'eau est piégée à quelques mètres de la surface, et la persistance de certaines nanophanérophytes et chaméphytes et d'*Andropogon gayanus*, graminée pérenne). Le dessèchement des graminéïdes s'effectue en général sans dégradation notable de l'appareil végétatif, lequel constitue l'essentiel de la réserve fourragère en saison sèche.

Autrement, la sénescence entraîne la chute de divers organes, les tiges demeurant seules dressées. Chez *Zornia glochidiata*, sous-dominante de ces pâturages, la quasi-totalité de la biomasse produite se transforme en litière dès la fin août.

On doit signaler, pour terminer, le rôle plutôt néfaste sur la strate herbeuse des pluies tardives survenant après une longue période sèche. En octobre, elles ont occasionné la verse et le lessivage des chaumes, l'entraînant, la redistribution et la perte de diaspores et de matière organique.

416. Considérations générales

L'observation de la végétation a révélé cette année un certain nombre de faits dont le déroulement apparaît limitant pour la production de biomasse : échelonnement de la levée et du tallage, floraison précoce, nanisme ... Il est maintenant nécessaire de préciser si ces phénomènes sont la règle générale ou ont été déterminés exceptionnellement par la distribution des pluies de 1976 : étalement des précipitations sur plus de 5 mois, déficit hydrique élevé pour la végétation en Juin et septembre.

42. Les composants de la biomasse

Les résultats des mesures de hauteur, de recouvrement et de biovolume des tableaux I, (IA à IJ), II, (IIA à IIJ), et III, (IIIA à IIIF), en annexe, intègrent des gradients d'hétérogénéité sur 2 Km et plus. Les diverses remarques faites au cours des mises au point, quant à la distribution de ces paramètres, sont vérifiées.

Le tableau 19 résulte de l'analyse sommaire des variables. Nous notons que les paramètres du couvert végétal reflètent l'opposition des deux principaux milieux. En milieu dunaire (sols sableux : groupements AMs, Cdc, Csd..), se constitue une strate herbeuse continue, relativement haute mais moyennement dense; tandis qu'en milieu de bas-fond, de colluvions argilo-limoneuses, la végétation est aussi continue mais au contraire très dense et de faible hauteur. Dans les glacis, les contraintes édapho-climatiques agissent en réduisant les valeurs des paramètres du couvert.

Tableau n° 19 Valeurs moyennes des composantes de la biomasse pour les différents groupements végétaux.

Groupement	Hauteur Moyenne (cm)	Taux moyen de Plages nues (%)	Recouvrement Moyen (%)	Densité du recouvrement des plages couvertes (%)	Biovolume Moyen (cm ³)
AMs	45	5	44	46	1954
Cdc	46	1	45	46	2072
Cds	40	8	49	53	1943
Cep	35	13	43	49	1480
Ces-Cee	35	16	40	48	1374
Spt-FRs	36	1	80	81	2882
Asg	33	40	41	68	1332
Ase	31	40	37	63	1175
Sgl	26	25	27	37	704
Sgr	24	27	28	39	679

Tableau n° 20 Estimation de la biomasse aérienne produite dans le bassin versant de la Mare d'Oursi (g/m²).

Groupement	N° de site	Fourrage	Litière	Total
AMs	1	108	68	176
	2	172	19	191
Cdc	3	93	61	154
	4	124	46	170
	5	192	46	238
	6	179	59	238
Ces-Cee	7	99	45	144
	8	87	29	116
	8'	84	22	106
	9	50	20	70
	10	40	24	64
Cep-J	11	92	38	130
	12	129	28	157
Sgl	13	64	73	137
	14	53	+	+
	15	20	7	27
	16	49	19	68
	17	56	+	+
	18	26	+	+
ASc	19	19	+	+
	B	69	17	86

+ Site pâturé, prélèvements groupés par 4, litière non estimable.

Tableau n° 20 (suite)

Groupement	N° de site	Fourrage	Litière	Total
Sgr	20	38	10	48
	21	28	13	41
	22	45	20	65
	23	41	13	54
	24	57	12	69
	25	20 ++	8 ++	28 ++
	26	43	17	60
	Spt-FRs	28	106	24
29		84	22	106
30		115	21	136
31		143	55	198
32		159	44	203
Asg	33	103	31	134
	34	48	25	73
Ase	35	92	46	138
	36	54	30	84
	37	69	31	100
	38	63	10	73
	39	59	16	75
MEs	40	687	0	687
Csd	42	73	47	120

++ Site très dégradé, perturbé et pâturé au moment des mesures.

43. La biomasse

On trouvera en annexe, pour les différents sites étudiés, les résultats des mesures de biomasse fourragère (tableaux IV) et de litière (tableaux V) ainsi que les courbes d'ajustement des distributions à une loi log-normale pour chaque groupement végétal (figure I, (IA à IJ) et II, (IIA à IIJ)).

Quelques précisions doivent être données pour les résultats de productions moyennes du tableau 20, quant aux conditions de déroulement des opérations d'estimation de la biomasse. Les rendements des sites 14, 17, 18, 19 et 25 très perturbés et déjà pâturés au moment des mesures ont été évalués à partir de 16 échantillons regroupant 4 prélèvements élémentaires de 1 m^2 et en appliquant un taux de pâturage aux emplacements broutés. Pour les groupements Asg et Asc (brousse dite "tigrée", improprement), nous rappelons les difficultés qui ont conduit aux modifications suivantes :

- site 34 : échantillonnage stratifié en haut de pente, pente et bas de pente, prélèvement au hasard pour la biomasse et mesure du taux de plages nues par la méthode des segments.

- site B : prélèvements linéaires dans les plages à forte et faible densité de recouvrement et mesure du taux de couverture par la méthode des surfaces.

Dans le site 40, groupement des "mares de saison des pluies à *Echinochloa colona* et *Oriza barthii*" (TOUTAIN, loc. cit.), la moitié supérieure de la strate herbeuse était broutée au moment des mesures. Restaient sur le terrain $458,3 \text{ g/m}^2$ de matière sèche. La biomasse produite est comprise entre $687,5$ et $916,6 \text{ g/m}^2$ de matière sèche. Nous avons retenu la borne inférieure.

Etant donné l'hétérogénéité du milieu, il est absolument indispensable de connaître la précision et l'intervalle de confiance des estimations. Les calculs ont été menés selon l'hypothèse de la distribution normale des moyennes, d'où les formules suivantes.

Dans un site de mesure i , on fait n_i mesures de biomasse x_i de moyenne \bar{x}_i et d'écart-type s_{xi} . La moyenne de x_i a pour écart-type $s_{xi}^- = \sqrt{s_{xi}^2/n_i}$.

Au niveau du groupement de p sites de mesures, pour lequel p échantillons de n_i mesures ont été recueillis, la variable a pour moyenne :

$$\bar{x}_j = \bar{x}_i = \frac{\sum_1^p a_i \bar{x}_i}{1}$$

et pour écart-type :

$$s_{xj} = \sqrt{\frac{\sum_1^p a_i^2 s_{xi}^2}{1}}$$

La moyenne de \bar{x}_j a pour écart-type : $s_{\bar{x}_j} = s_{\bar{x}_i} = \sqrt{\frac{\sum_1^p a_i^2 s_{x_i}^2}{p}}$

avec $a_i = \frac{n_i}{\sum_1^p n_i}$ = facteur de pondération.

Pour l'ensemble du bassin versant, nouvelle itération de la méthode pour N groupements. Le facteur de pondération est le rapport de la surface partielle S_k occupée par le groupement végétal considéré, à la surface totale S du bassin : $S = \sum S_k$.

Moyenne de la variable x_k : $\bar{x}_k = \bar{x}_j = \frac{\sum_1^N a_j \bar{x}_j}{N}$

Écart-type de la variable x_k : $s_{x_k} = \sqrt{\frac{\sum_1^N a_j s_{x_j}^2}{N}}$

Écart-type de la moyenne \bar{x}_k : $s_{\bar{x}_k} = s_{\bar{x}_j} = \sqrt{\frac{\sum_1^N a_j^2 s_{x_j}^2}{N}}$, avec $a_j = \frac{S_k}{\sum_1^N S_k}$

Les tableaux 21 et 22 regroupent l'estimation de l'écart-type et du coefficient de variation de la biomasse végétale dans les principaux compartiments du bassin. La valeur du coefficient de variation qui englobe les variations intra et intersites de mesures permet de différencier les communautés végétales des glaciais très hétérogènes de celles des milieux sableux ou de bas-fonds.

Tableau n° 21 : Ecart-type de la biomasse végétale dans les différents compartiments du bassin (Kilogramme de matière sèche par mètre carré).

Compartiment	Fourrage		Litière	
	sx	$\bar{s}x$	sx	$\bar{s}x$
AMs	55,2	9,04	13,8	2,67
Cdc	34,5	5,75	9,2	1,66
Ces - Cee	29,4	4,68	9,3	1,51
Cep	60,6	9,58	26,7	4,19
Sgl	22,4	4,27	10,8	1,78
Sgr	23,0	3,69	7,7	1,30
Spt	28,7	5,48	7,0	1,50
Asg	51,6	8,17	18,8	2,98
Asc	51,6	8,17	18,8	2,98
Ase	41,9	7,22	15,0	2,21
Csd	58,0	9,14	28,4	4,60

sx = écart-type de la variable

$\bar{s}x$ = écart-type de la moyenne

Tableau n° 22 : Coefficient de variation (%) de la biomasse aérienne produite dans les différents compartiments du bassin.

Compartiment	Fourrage	Litière
AMs	6,5	6
Cdc	4	3
Ces - Cee	6	5
Cep	10	8,4
Sgl	11,5	16
Sgr	9,5	9,3
Spt	4	4,5
Asg	10,8	10,6
Asc	11,8	16,6
Ase	10,6	8,5
Csd	12,5	9,8

Dans le troisième ensemble, les particularités édaphiques et phytosociologiques et le fait que les biomasses diffèrent deux à deux peuvent justifier de poursuivre l'étude séparée des communautés Cdc-AMs et Spt-FRs-Cep. Mais il n'y a aucune raison, en ce qui concerne la biomasse, de particulariser les divers groupements composant les deux autres ensembles.

Il est possible de positionner, par rapport à ces trois ensembles, les trois groupements végétaux exclus de l'analyse de variance. La biomasse du groupement MEs, nettement supérieure, impose de le classer à part. Les caractéristiques phytosociologiques et leur productivité rangent les groupements Csd et Asc respectivement dans le premier et le second ensemble.

La discrimination est moins nette pour le fourrage ou la litière pris séparément la biomasse classée dans l'ordre ci-dessus différant le plus souvent deux à deux. La seule information notable est que, toute proportion gardée, la matière végétale du groupement Cep des piémonts se transforme plus rapidement en litière que celles des autres communautés.

Il n'a pas été possible, faute de répétitions, de pousser plus loin l'analyse de variance (analyse à trois dimensions : groupements végétaux x états de dégradation x sites de mesure). En définitive, les études ultérieures devraient intégrer diverses propriétés édapho-climato-phytosociologiques du milieu et se limiter à :

- un groupement dunaire : Cdc ou AMs
- un groupement de sol colluvionnaire sur substrat divers, à choisir parmi Ces, Cee, Asg et Asc
- un groupement de glacis : Sgl ou Sgr
- un groupement de mares temporaires ou permanentes.

Les biomasses estimées sont à rapprocher des quantités de résidus de récoltes (Mil ou Sorgho essentiellement) habituellement broutés sur place. Quelques données recueillies dans un champ d'essai, pour la vulgarisation de techniques culturales, installé sur la dune d'Oursi à l'instigation du CIDR (Compagnie Internationale de Développement Rural, organisme d'expérimentation et de développement), sont groupés dans le tableau suivant.

Reposant sur la conduite d'un champ communautaire livré au bon-vouloir et aux soins des villageois, l'expérimentation ne s'est pas déroulée dans les meilleures conditions (mise en place tardive favorisant le ruissellement et l'érosion du sol, négligence dans les travaux d'entretien ...).

<u>CULTURE</u>	<u>GRAIN</u> (g/m ²)	<u>RESIDUS</u> (g/m ²)	<u>TOTAL</u>
- Voandzou (pois de terre)		42,5	
- Mil local (techn. tradition.)	7,0	39,5	46,5
- Mil local (techn. améliorée)	25,0	85,6	110,6
- Mil sélectionné (tech. trad.)	20,3	190,0	210,3
- Sorgho local (techn. tradit.)	23,1		
- Sorgho local (techn. amél.)	47,9		
- Sorgho sélect. (techn. amél.)	79,0	204,1	283,1

Les quantités mesurées de résidus ne constituent pas des performances. A raison de 40 g/m² de matière sèche, les meilleurs parcours (150-250 g/m² de foin sec) verraient leur productivité ramenée au niveau de celle des glaciers. Selon M. PETILLON (communication personnelle), cette valeur est très inférieure aux 100 à 150 g/m² de sous-produits des champs bien entretenus de la région.

Ces résultats appellent les remarques suivantes, de portée générale. Sur le plan fourrager, il y a risque pour l'agriculture locale de sous-exploiter les meilleures terres de la région. Des progrès assez sensibles et à peu de frais peuvent être attendus de l'amélioration des techniques traditionnelles et de l'introduction de procédés plus efficaces. L'intensification de la culture, gage de hauts rendements en résidus comme en produits récoltés, par l'emploi de variétés sélectionnées, d'engrais, de techniques culturales ..., apparaît d'ores et déjà comme un des axes de développement de la région, pouvant contribuer à l'intégration des activités agricoles et pastorales.

44. Les corrélations entre la biomasse et ses composantes

Les coefficients de corrélation consignés au tableau 23, significatifs au seuil 1 % et moins pour la plupart, indiquent l'existence de liaisons, entre la biomasse et ses composantes ou entre celles-ci, assez étroites pour être saisies par les techniques rudimentaires utilisées. Ces liaisons apparaissent plus fortes dans les formations dégradées en raison des taux élevés de plages nues.

L'estimation de la biomasse indirectement à partir du biovolume est donc dès à présent possible, après étalonnage de la méthode. Pour la majorité des groupements considérés, nous avons le choix entre le biovolume ou l'une de ses composantes, recouvrement ou hauteur, composante qui s'avère dans certains cas plus étroitement liée à la biomasse que le biovolume.

En tenant compte de la normalité des logarithmes des variables, la formulation mathématique des liaisons est de type fonction puissance. Si on appelle V le biovolume et P la biomasse, P se déduit de V par la relation : $P = aV^b$, où a et b sont des constantes. L'estimation de la biomasse à partir du biovolume par une formule linéaire est aussi valable (tableau 24). Quelques exemples sont donnés au tableau 24 pour comparer l'estimation indirecte, à partir du biovolume, à l'estimation directe par la méthode pondérale.

Sur toute la gamme des coefficients de corrélation observés (0,39 - 0,96), et que l'une ou l'autre des fonctions d'ajustement soit utilisée, l'estimation indirecte de la biomasse se confond avec la valeur pondérale, compte tenu de la précision avec laquelle celle-ci a été obtenue. Donc telles quelles les techniques utilisées nous permettent d'évaluer la biomasse avec une aussi bonne précision que par prélèvement, séchage et pesée.

Dans l'immédiat il suffira, après étalonnage de la méthode (ce qui peut se faire avec un nombre réduit de prélèvements), d'augmenter le nombre de mesures des paramètres du tapis végétal pour améliorer sensiblement la précision des estimations. Les mesures seraient plus précises si l'on pouvait disposer d'un plus grand nombre de classes de recouvrement.

On pourrait s'orienter vers la mesure du recouvrement par photogrammétrie : planimétrie de photographies prises à la verticale du couvert, ou par mesure de sa réflectance (cette variable est fonction de la quantité de chlorophylle contenue dans le végétal, laquelle, dans les conditions les plus diverses, dépend du biovolume). Ces techniques dégagées de toute subjectivité de la part de l'opérateur sont facilement reproductibles et, après mise au point et étalonnage, sont susceptibles d'apporter des améliorations notables à la mesure indirecte de la biomasse.

45. Dynamique de la production végétale

L'étude de la dynamique de la production végétale primaire a été entreprise dans 6 groupements. En raison du pâturage par le bétail, le suivi n'a pu être mené de juillet à décembre que dans deux parcelles de 25 x 25 m² clôturées, situées à mi-pente sur la dune d'Oursi et dans le piémont de Koel.

Les groupements concernés sont Cdc et Cep, selon la nomenclature de TOUTAIN. Les mesures ont été interrompues au mois de novembre pour traiter les échantillons recueillis durant la campagne de mesure de biomasse dans le bassin.

Tableau n° 23 Les corrélations entre la biomasse et ses composantes

N° de Site	Groupement Végétal	Etat	M-V	M-R	M-H	R-H
1	AMs	2	0,60 ++	0,59 ++	0,77 ++	0,53 ++
2		3	0,71 ++	0,75 ++	0,72 ++	0,59 ++
3	Cdc	2	0,79 ++	0,79 ++	0,67 ++	0,83 ++
4		3	0,56 ++	0,38 +	0,39 +	0,21
5		2	0,39 +	0,38 +	0,10	0,28
6		1	0,57 ++	0,43 ++	0,51 ++	0,34 +
7	Ces	2	0,84 ++	0,83 ++	0,71 ++	0,80 ++
8	Cee	3	0,88 ++	0,88 ++	0,73 ++	0,75 ++
9		3	0,54 ++	0,74 ++	0,25	0,27
10		3	0,64 ++	0,78 ++	0,49 ++	0,62 ++
11		3	0,89 ++	0,84 ++	0,86 ++	0,69 ++
12	Cep	2	0,52 ++	0,61 ++	0,65 ++	0,29
13		1	0,78 ++	0,64 ++	0,67 ++	0,82 ++
15	Sgl	4	0,57 ++	0,68 ++	0,79 ++	0,83 ++
16		3	0,96 ++	0,89 ++	0,82 ++	0,82 ++
20	Sgr	4	0,93 ++	0,81 ++	0,78 ++	0,86 ++
21		4	0,87 ++	0,85 ++	0,68 ++	0,62 ++
22		4	0,90 ++	0,86 ++	0,77 ++	0,70 ++
23		4	0,09	0,78 ++	0,15	0,75 ++
24		4	0,83 ++	0,89 ++	0,87 ++	0,85 ++
26		4	0,88 ++	0,93 ++	0,72 ++	0,82 ++

M = Biomasse (g/m²)

V = Biovolume (cm³)

R = Recouvrement (%)

H = Hauteur (cm)

+ Significatif à 0,05

++ Significatif à 0,01

Tableau n° 24 Comparaison de l'estimation de la biomasse fourragère par méthode pondérale et à partir du biovolume.

Groupement	N° de Site	Paramètres d'estimation	Estimation		
			pondérale	régression linéaire	fonction puissance
Cdc	3	r^2		0,304	0,720
		\hat{y} (g/m ²)	178,6	198,5	190,5
		P (%)	-	11,1	6,6
	4	r^2	-	0,332	0,355
		\hat{y} (g/m ²)	193,1	210,2	217,0
		P (%)	-	8,9	12,4
	5	r^2	-	0,153	0,091
		\hat{y} (g/m ²)	223,7	228,7	228,0
		P (%)	-	2,2	1,9
Sgl	15	r^2	-	0,093	0,209
		\hat{y} (g/m ²)	33,0	49,1	45,9
		P (%)	-	49,0	39,1
	16	r^2	-	0,912	0,807
		\hat{y} (g/m ²)	65,2	81,0	88,9
		P (%)	-	24,2	36,6

r^2 = coefficient de détermination de l'ajustement

\hat{y} = valeur estimée de la biomasse fourragère

P = erreur relative de l'estimation à partir du biovolume par rapport à la mesure pondérale.

Au début et au milieu de l'étude, on a pu comparer la production des parcelles aux productions du bas de pente et de l'ensemble du site considéré correspondants. A Koel comme sur la dune, la production du bas de pente est double de celle de la parcelle (coefficient multiplicateur de 1,92 pour la dune et de 2,07 pour Koel). Toujours dans les deux cas, que l'on considère la production de la parcelle ou celle du site correspondant, les productions sont équivalentes, compte tenu de la précision des estimations. On passe de la production de la parcelle à celle du site en multipliant par 1,175 pour la dune et par 1,170 pour Koel, soit respectivement une erreur de 14,9 % sur $164,9 \text{ g/m}^2$ pour la dune et de 14,4 % sur $184,1 \text{ g/m}^2$ pour Koel.

En ce qui concerne la dynamique du couvert, Koel est caractérisé par une biomasse épigée croissant de juillet à fin octobre, période à partir de laquelle la dégradation l'emporte sur l'élaboration de matière sèche (fig. 14). Renforçant la remarque faite au paragraphe précédent à propos de la dégradation de la matière végétale dans ce groupement de piémont, nous notons des irrégularités dans les "standing-crops" mesurés à Koel, irrégularités qui seront analysées ultérieurement.

En dépit des fluctuations, nous pouvons noter un certain décalage dans la croissance du couvert végétal de ces deux milieux pourtant très proches. Les décalages sont encore plus nets entre les milieux extrêmes, ceux des mares et des glacis. Il en résulte une certaine relativité, dans le temps comme dans l'espace, de l'estimation de la biomasse produite par les divers types de communautés végétales ou les différents sites d'un même groupement.

En effet, pour être valable, l'estimation de la biomasse doit correspondre au moins au standing-crop maximal. Ce stade optimal, s'il se place en début de saison sèche pour une communauté végétale, peut être largement dépassé à la même époque pour une autre. Il peut donc s'ensuivre des ^{sous-}estimations de biomasse, soit parce que la production épigée maximale n'est pas encore atteinte, soit parce que celle-ci est largement entamée par les processus de dégradation.

Nous signalons pour terminer que la biomasse sur pied mesurée n'est qu'une estimation biaisée par défaut de la production nette. L'étude de la croissance végétale doit reposer sur des prélèvements **rapprochés** pour minimiser la perte de biomasse par dégradation et consommation. A ce propos, nous notons comme prévu dans les protocoles d'étude (SICOT 1976, 1 et 2) qu'un espacement mensuel entre deux mesures est un laps de temps trop important pour l'analyse de la dynamique de la production aérienne.

Fig. N° 14

DYNAMIQUE DE LA PRODUCTION DU COUVERT VEGETAL
SUR LA DUNE ET DANS LE PIEMONT DE KOEL

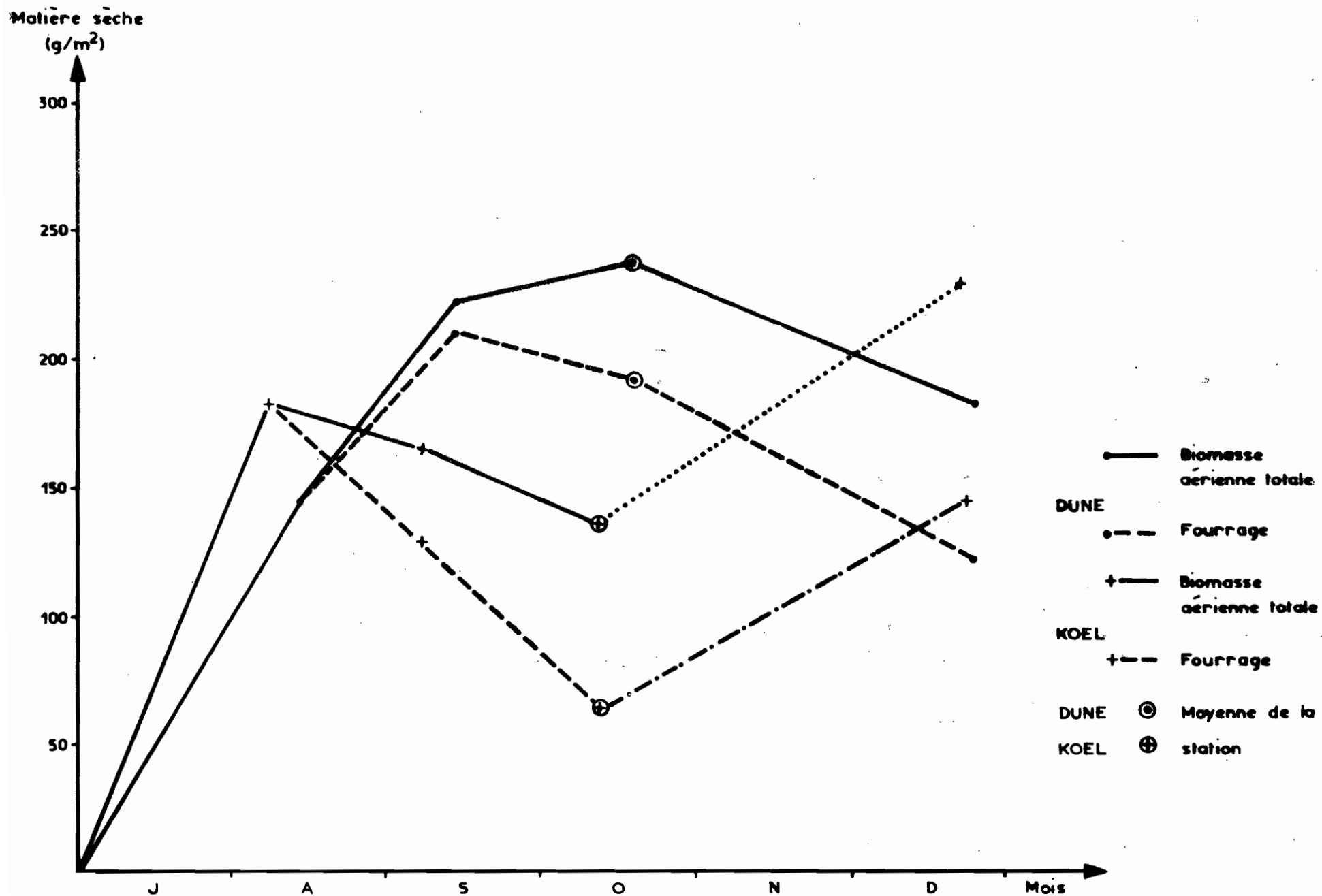


Tableau n° 25 Tableau synoptique des ressources fourragères et de leur répartition dans la zone étudiée
(tonne de matière sèche).

(1) Compartiments phytosociolo- giques	Rendement (t/ha)			Production de la partie Nord (2)				Production de la partie Sud				Production végétale aérienne totale (t)
	Fourrage	Litière	Total	Superficie (ha)	(3) Fourrage (t)	Litière (t)	Total (t)	Superficie (ha)	(3) Fourrage (t)	Litière (t)	Total (t)	
AMs	1,4	0,44	1,84	6 284	8 798	2 765	11 563	0	0	0	0	11 563
Cdc	1,47	0,53	2,00	6 252	9 190	3 314	12 504	0	0	0	0	12 504
Ces-Cee	0,76	0,29	1,05	3 710	2 820	1 076	3 896	4 749	3 609	1 377	4 986	8 882
Cep-J-Cds	0,97	0,50	1,47	3 790	3 676	1 895	5 571	3 487	3 382	1 744	5 126	10 694
Sgl-Sgs	0,37	0,11	0,48	5 196	1 923	572	2 495	8 908	3 296	980	4 276	6 770
Sgr	0,39	0,14	0,53	10 633	4 147	1 489	5 636	15 399	6 006	2 156	8 162	13 796
Spt-FRs-Asd	1,22	0,33	1,55	7 180	8 760	2 369	11 129	8 747	10 671	2 887	13 558	24 687
Asg	0,76	0,28	1,04	1 151	875	322	1 197	1 088	827	305	1 132	2 329
Asc	0,69	0,18	0,87	4 558	3 145	820	3 965	831	573	150	723	4 688
Ase	0,68	0,26	0,94	4 142	2 817	1 077	3 894	1 215	826	316	1 142	5 035
MEs-MVs-MBS	6,88	0	6,88	2 703	18 597	0	18 597	176	1 211	0	1 211	19 808
Csd	0,73	0,47	1,20	720	526	338	864	288	210	135	345	1 209
IR-IL	ε	ε	ε	3 246	ε	ε	ε	2 207	ε	ε	ε	5 453
Total				59 565	65 274	16 037	81 311	47 095	30 611	10 050	40 661	121 972
Moyenne	1,26	0,27	1,53		1,10	0,27	1,37		0,65	0,21	0,86	1,14
Cultures (4)	0,40	0	0,40	4 829	1 932	0	1 932	14 487	5 795		5 795	7 727
Total (4)				64 394	67 206	16 037	83 243	61 582	36 406	10 050	46 456	129 699
Total					1,04	0,25	1,29		0,59	0,16	0,75	1,03

(1) Symbole de Toutain

(2) Le Bassin de la Mare d'Oursi et une partie de celui de Gountoriré

(3) Fourrage et résidus fourragers des récoltes

(4) Pour mémoire.

V. ESTIMATION DE LA PRODUCTION DE L'AIRE D'INVESTIGATION

INTERPRETATION DES RESULTATS

51. Estimation de la production végétale

Moyennant les quelques regroupements et extrapolations ci-après, lesquels sont rendus plus faciles par les remarques découlant de l'analyse de la précision des mesures et de la variance des rendements, il est possible d'estimer les ressources fourragères disponibles en 1976 dans le bassin de la mare d'Oursi et dans l'aire d'investigation délimitée par le photo-plan établi par l'IEMVT.

Les jachères et les unités du groupement Cds, en milieu sableux, sont assimilables au groupement Cep ou au groupement des bas-fonds Spt équivalent, Sgs et Asd respectivement à Sgl et Spt, en tant que communauté végétale des glaciais et des bas-fonds.

Dans le cas présent, nous pouvons considérer que le groupement MEs est représentatif des formations des mares et des eaux libres, lesquelles ont très peu d'extension à l'intérieur du périmètre.

La production herbacée des buttes cuirassées ou rocheuses peut être négligée.

Le tableau 25 donne l'estimation des ressources fourragères de l'ensemble de l'aire en question, avec les contributions des différents groupements, selon le compartimentage de TOUTAIN en secteur Nord et secteur Sud.

La production épigée totale est d'environ 122.000 tonnes de matière sèche, dont 96.000 tonnes de fourrage et 26.000 tonnes de litière.

La partie Nord, de surface légèrement supérieure à celle de la partie Sud, produit deux fois plus de fourrage, en raison d'une plus grande extension des mares (surface 7,5 fois supérieure) et de la présence du cordon dunaire, dont les groupements végétaux sont très productifs.

On se convaincra aisément du déséquilibre introduit par la répartition différentielle des groupements relatifs aux terres marécageuses et aux dunes dans les secteurs Nord et Sud, en examinant les données du tableau suivant :

Importance relative des groupements végétaux de mares et de dunes dans les deux compartiments Nord et Sud de l'aire. En rapport au total %

	NORD		SUD		AIRE TOTALE	
	MEs	AMs-Cdc	MEs	AMs-Cdc	MEs	AMs-Cdc
- Surface occupée	4,5 %	21,0 %	<0,4 %	0 %	2,7 %	11,8 %
- Prod. fourragère	28,5	36,9	4,0	0	20,7	25,1
- Biomasse totale	22,9	29,6	3,0	0	16,2	19,7

Il s'ensuit que le rendement moyen, on le verra ci-dessous, est plus faible dans la partie méridionale de l'aire.

Parallèlement, nous avons, d'après les estimations de TOUTAIN, dressé le tableau n° 26 qui permet de fixer le niveau de la production maximale de fourrage dans les différents compartiments.

Les quelques estimations communes groupées ci-dessous ont des valeurs comparables :

	PRODUCTION M.S. T/HA					
	Moyenne ORSTOM			Moyenne TOUTAIN		
	NORD	SUD	BASSIN	NORD	SUD	BASSIN
- Fourrage	1,10	0,65	0,90	1,16	0,75	0,98
- Litière	0,27	0,21	0,24			
- Total	1,37	0,86	1,14			

Le tableau 27, enfin, donne les intervalles de variation, à l'intérieur des limites de confiance, des estimations de biomasses végétales et de rendements dans les principaux compartiments de l'aire d'investigation.

Tableau n° 26 : Tableau synoptique des ressources fourragères et de leur répartition dans la zone étudiée, d'après les données de B. TOUTAIN (t. de matière sèche/ha).

Groupement	Etat	Rendement	Production partie nord			Production partie sud			Production totale	
			Superficie (ha)	mini.	maxi.	Superficie (ha)	mini.	maxi.	mini.	maxi.
AMs	2	2200	4221	9286	9286				9286	
	3	< 1000	2063		< 2063				2063	
	Tot.		6284		< 11349				< 11349	
	Moy.				1,81					
Cdc	1	2400	991	2378	2378			2378	2378	
	2	1500	4205	6308	6308			6308	6308	
	3	500-1000	736	368	736			368	736	
	4	nulle	320	-	-			-	-	
	Tot.		6252	9054	9422			9054	9422	
	Moy.			1,45	1,51					
Cds	2	z.cultivée	416							
	3	-	144							
	Tot.		560							
Ces	2	2400	1711	4106	4106				4106	
	3	< 1000	432		< 432				< 432	
	Tot.		2143		< 4538				< 4538	
	Moy.				< 2,12				< 2,12	

Tableau n° 26 : suite

Groupement	Etat	Rendement	Production partie nord			Production partie sud			Production totale	
			Superficie (ha)	mini.	maxi.	Superficie (ha)	mini.	maxi.	mini.	maxi.
Cee	2	z.cultivée								
	3	< 1000	1567		< 1567	4749		< 4749		< 6316
	Tot.		1567		< 1567	4749		< 4749		< 6316
	Moy.				< 1,0			< 1,0		< 1,0
Cep	2	2400	1423	3415	3415	784	1882	1882	5297	5297
	3	< 1000	592		< 592	176		< 176		< 768
	Tot.		2015		< 4007	960		< 2058		< 6065
	Moy.				< 1,99			< 2,14		< 2,04
Csd	1	> 2500	240	600	> 600					> 600
	2	variable	480			288				
	Tot.		720			288				
	Moy.				0,83					
Asg	3	300-500	815	245	408	704	211	352	456	760
	4		336			384				
	Tot.		1151			1088				
	Moy.			0,21	0,35		0,19	0,32	0,20	0,34

Tableau n° 26 : suite

Groupement	Etat	Rendement	Production partie nord			Production partie sud			Production totale	
			Superficie (ha)	mini.	maxi.	Superficie (ha)	mini.	maxi.	mini.	maxi.
Asc	2	900-1200	1727	1554	2072	0			1554	2072
	3	300-800	2271	681	1817	831	249	665	930	2482
	4	< 300	560		< 168	0				< 168
	Tot.		4558		4057	831				4722
	Moy.				< 0,89		0,30	0,80		< 0,88
Ase	2	1000-1500	464	464	696	0			464	696
	3	300-900	1599	480	1493	1215	365	1094	845	2587
	4	< 300	2079		< 624	0				< 624
	Tot.		4142		< 2813	1215		1094		< 3907
	Moy.				< 0,68		0,30	0,90		< 0,73
Asd	1	1800-2500				368	662	920	662	920
	2	1000-1700				224	224	381	224	381
	3					304				
	Tot.					896	886	1301	886	1301
	Moy.						0,99	1,45	0,99	1,45
Sgl	3	700	447	313	313	4430	3101	3101	3414	3414
	4	< 300	4749		< 1425	1535		< 461		< 1886
	Tot.		5196		< 1738	5965		< 3562		< 5300
	Moy.				< 0,33			< 0,60		< 0,47

Tableau n° 26 : fin

Groupement	Etat	Rendement	Production partie nord			Production partie sud			Production totale	
			Superficie (ha)	mini.	maxi.	Superficie (ha)	mini.	maxi.	mini.	maxi.
Sgs	1	2000				512	1024	1024	1024	1024
	2					368				
	3	800				2063	1650	1650	1650	1650
	Tot.					2943	2674	2674	2674	2674
	Moy.						0,91	0,91	0,91	0,91
Sgr	3	700	192	135	135	256	179	179	314	314
	4	< 300	10441		< 3132	15143		< 4543		< 7675
	Tot.		10633		< 3267	15399		< 4722		< 7989
	Moy.				< 0,31			< 0,31		< 0,31
Spt	1	> 2500	448	1120	> 1120	4253	10633	> 10633		> 11753
	2	1800	5325	9585	9585	943	1697	1697	11282	11282
	3	800	479	383	383	448	358	358	741	741
	4		512			176				
	Tot.		6764	11088	> 11088	5820	12688	> 12688		> 23776
Moy.				1,64	> 1,64			> 2,18		> 1,89
MES		3500	336	1176	1176	0			1176	1176
MVS			304							
MBS		7000	1951	13657	13657	176	1232	1232	14889	14889
Total pâturages			59565		69687	47095		35097		104784
Moyenne					1,16			0,75		0,98

Tableau n° 27 : Intervalles de variation de la production et du rendement moyen dans les différents compartiments du bassin

		Partie Nord		Partie Sud		Ensemble	
		Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Fourrage	Production	62017	68531	28101	33121	90118	101652
	Rendement	1,04	1,15	0,60	0,70	0,84	0,95
Litière	Production	16855	15219	9876	10224	26731	25444
	Rendement	0,28	0,26	0,20	0,22	0,25	0,24
Total	Production	78872	83750	37977	43345	116849	127096
	Rendement	1,32	1,41	0,81	0,92	1,10	1,19

Production en tonnes de matière sèche

Rendement en tonnes de matière sèche par hectare

52. La pluviométrie et la production végétale

521. La pluviométrie et l'organisation du couvert végétal

La pluviométrie moyenne, de mai à septembre (époque à laquelle a débuté la campagne de mesure des biomasses), s'élève à 345 mm pour l'ensemble des sites échantillonnés, cependant que l'évapotranspiration potentielle (ETP), calculée selon Penman pour la station de MARKOYE proche, est de 1001 mm pour ces 5 mois et 2062 mm pour l'année. La demande climatique n'est donc satisfaite qu'au tiers durant l'hivernage et qu'au cinquième (compte tenu des pluies d'octobre) pour l'année. La figure 16 précise que les pluies, en total mensuel, n'atteignent jamais le niveau de l'ETP, dépassant rarement la moitié et restant parfois inférieures au tiers.

Environ 100 mm d'averses de début d'hivernage n'ont pas été utilisables pour la production, parce que tombés pour beaucoup en mai, avant le long déficit de juin, et parce que ruisselés en nappe, à la surface des glacis limono-argileux du moins, pour s'accumuler en bas-fonds. Le départ de la végétation ne s'est généralisé qu'en juillet. Par ailleurs, l'efficacité pour la production des 50 mm de pluies tardives en octobre, alors que le dessèchement de la végétation progressait rapidement depuis fin septembre, est nulle et sans doute même négative. Il ne faut donc compter que sur environ 300 mm de pluie utile en 1976.

De ces particularités découlent les caractéristiques générales de la végétation : ouverture du tapis herbacé, avec taux de plages nues pouvant dépasser 50 % dans certaines communautés; densité de recouvrement souvent faible en plages couvertes.

Au plan physiologique, la plante a fonctionné le plus souvent en régime d'économie hydrique : réduction des pertes par évaporation mais limitation concomitante de la croissance.

Il en résulte une organisation phytosociologique déterminée essentiellement par l'hétérogénéité du couvert.

Le cycle végétatif de cette année a été conditionné par une distribution anormale des pluies : étalement de l'hivernage de la mi-mai à la fin-octobre, pluviosité du mois de mai relativement élevée, déficits marqués en juin, fin juillet et septembre, pluies tardives en octobre. Cette chronologie n'a pas été favorable au déroulement normal de la phénologie de la strate herbacée.

Fig. N° 15

PLUVIOMETRIE ET EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE CALCULEE (Penman) DURANT L'HIVERNAGE 1976

ETP, Pluies
(mm)

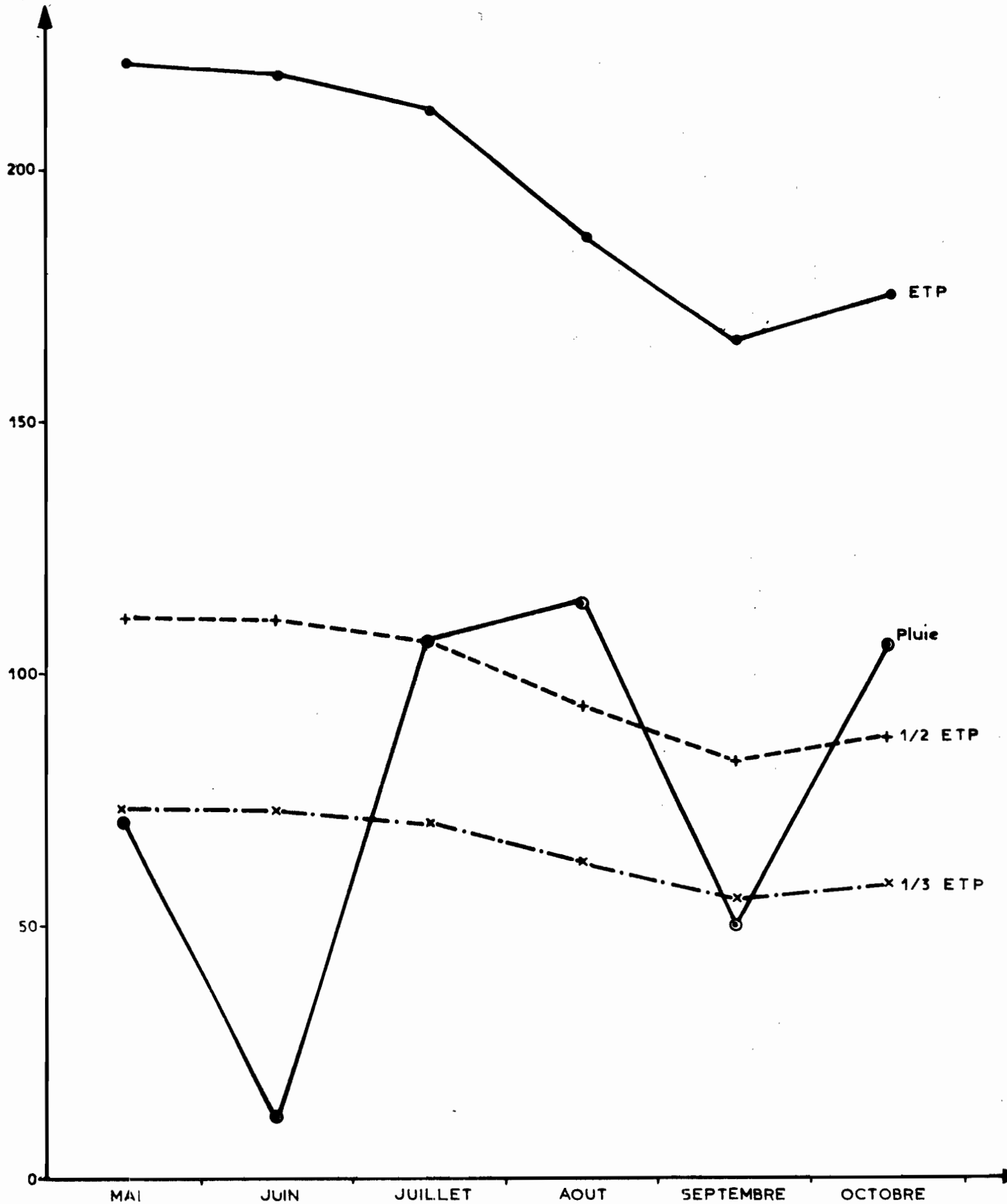


Tableau n° 28 Relation entre la biomasse végétale et la pluviométrie locale

N° de site	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Variables
0		176,7	191,2	153,7	170,2	237,8	235,8	144,6	106,6	70,7	M
		261	296	261	296	310,5	296	365	391,4	347,7	P
1	63,7	129,8	156,5	137	-	27,5	67,8	-	-	-	M
	341,2	368,5	356	389,2	373,8	367,7	367,7	360,2	305,4	305,4	P
2	48,3	41,1	65,9	54,6	69,7	28,4 ⁺⁺	60,5	-	130,3	106,5	M
	373,8	373,8	389,2	340,4	357,9	304 ⁺⁺	361	-	304	324	P
3	136,4	198,1	202,9	134,3	73,3	138,4	84,1	100	73,9	75,4	M
	361	376,7	304	355,6	360,3	373,8	373,8	359,8	356	346,9	P
4	687,3	-	119,5	86,9 ⁺							M
	373,8	-	345,6	293 ⁺							P

M = Biomasse en g/cm2 de matière sèche

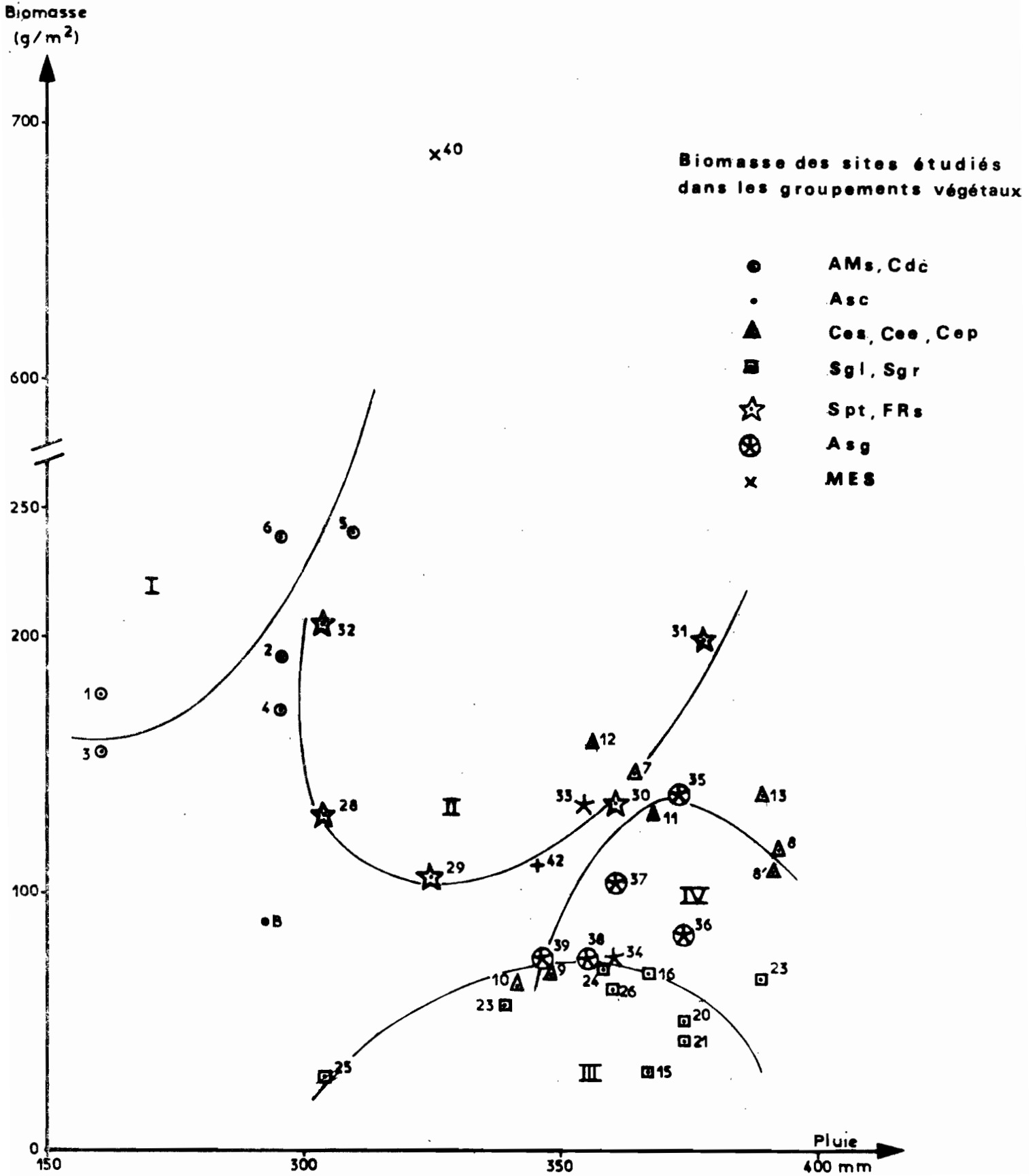
P = Pluviométrie en mm

+ = Site B

++ = Site de végétation très perturbée

Fig. N° 16

RELATION BIOMASSE, PLUVIOMETRIE DANS LES DIFFERENTS SITES ETUDIES



522. Les corrélations entre la pluviométrie et la biomasse

Sur la figure 16, sont rapprochées la biomasse totale évaluée dans les différents sites et la pluviométrie locale mesurée dans des pluviomètres implantés dans le site ou distants de moins de 3 Km.

Les points représentatifs des couples de valeurs (tableau n° 28) de biomasse et de pluviométrie sont numérotés de 1 à 42 et symbolisés d'après leur appartenance phytosociologique (cf. légende). Ils se disposent selon 4 groupes composites :

- groupe I : AMs, Cdc
- groupe II : Spt, FRs
- groupe III : Sgl, Sgr
- groupe IV : Ces, Cee, Ase, Asg

les groupements de mares (MEs, site 40) et de sols colluvionnés, dits "brousse tigrée" (Asc, site B), restant isolés.

C'est, à peine plus détaillée, la classification établie à partir de l'analyse de variance :

- groupements végétaux des glacis : Sgl et Sgr correspondant au groupe III.
- groupements des ensablements sur substrats divers : Ces, Cee, Asg et Ase équivalents au groupe IV.
- ensemble Cdc, AMs, Spt-FRs, Cep, réunion des groupements des piémonts, dunes et bas-fonds (groupes I et II).
- formations des mares permanentes ou temporaires d'une part, des sols colluvionnaires d'autre part, toujours isolées.

Cette discrimination met en évidence l'importance du comportement hydrodynamique des substrats édaphiques, eu égard à leurs propriétés physiques et à leur position topographique.

Pour le groupe I, c'est l'infiltration qui joue un rôle considérable avec la possibilité de constituer une réserve hydrique équivalente à la pluviométrie. La production est proportionnelle à la quantité d'eau infiltrée, c'est à dire à la pluviométrie.

Dans le groupe II, au contraire, l'eau pénètre mal et s'accumule en surface en raison de la position topographique et de l'imperméabilité de ses sols. La plante doit s'accomoder de périodes d'engorgement, voire d'immersion,

et de périodes de sécheresse durant lesquelles elle entre en compétition pour l'eau avec des sols à forte rétention. La biomasse apparaît indépendante de la pluviométrie. En fait, elle lui est liée par une relation définie par l'incidence des phénomènes d'engorgement et de sécheresse physiologique.

Dans les glacis (groupe III) la majeure partie de l'eau ruisselle en nappe ou est infiltrée dans la couche superficielle du sol. Cette fraction infiltrée, qui participe réellement à l'alimentation hydrique du végétal, est faible et fonction croissante de la pluviométrie : la biomasse est elle aussi faible et croît avec la pluviométrie, l'incurvation s'expliquant par des phénomènes d'engorgement superficiel appréciables pour les précipitations relativement élevées.

Les milieux du groupe IV constituent une réserve hydrique dans leur partie sableuse et la couche superficielle de l'horizon sous-jacent généralement peu perméable. Le reste ruisselle dans l'interface des deux substrats. La production est intermédiaire entre celle des bas-fonds et celle des glacis.

Pour les mares temporaires ou permanentes, la production dépend de la lame d'eau évaporable et de l'adaptation de la plante à la submersion. Il n'y a pas de relation avec la pluviométrie locale.

L'absence de répétitions ne permet pas d'expliquer la position de l'image du site de la formation végétale sur sol colluvionné (Asc : brousse tigrée) par rapport aux autres groupes.

En définitive, l'analyse graphique des relations biomasse/pluviométrie met en évidence les conséquences, sur la production, de la spécificité des caractéristiques hydrodynamiques des divers substrats. Cette spécificité de comportement explique que, paradoxalement, ce soit dans les sites les moins arrosés (AMs, Cdc) que la production végétale a été la plus élevée (fig. 16). Le manteau sableux quaternaire maintenu en place est à l'origine d'une infiltration optimale des précipitations, laquelle conditionne une bonne alimentation hydrique de la plante.

Par suite, face au facteur hydrique généralement limitant, l'accent doit être mis sur l'importance du sous-système sol-plante. En raison des similitudes floristiques ^{de certains groupements} et de la dominance écrasante de certaines espèces, cette importance découle en grande partie des caractères de la pédosphère, notamment des propriétés hydrodynamiques et de la situation topographique des sols. Il en résulte d'ailleurs que, graphiquement comme ici, il est impossible de dégager une relation liant globalement la production des divers sites à la pluviométrie locale.

Enfin, les diverses corrélations partielles relatives aux différents milieux sont entachées d'une indétermination qui, ne pouvant être réduite en une seule campagne d'observations et de mesures, ne permet pas d'exploiter actuellement la série chronologique de données pluviométriques disponible à MARKOYE.

53. Remarques

Les calculs, exécutés manuellement au niveau des groupements végétaux et dans un laps de temps trop court pour autoriser une analyse approfondie, seront repris par ordinateur pour chaque site.

Les liaisons biomasse/pluviométrie de la figure 16, traduisant les effets de divers phénomènes édapho-climatiques sur la croissance du végétal, sont actuellement peu explicites. Une approche dans l'explication et la quantification de ces effets consistera à dégager les facteurs les plus importants en traitant par analyse des correspondances et régression multiple les données de biomasse avec la pluviométrie et les analyses pédologiques dès que celles-ci seront disponibles.

Etant donné l'impossibilité de discriminer, faute d'un nombre suffisant de répétitions, l'incidence des facteurs stade de dégradation X site d'étude, il peut être utile d'analyser en chaque site l'état de dégradation et sa stabilité à partir de la courbe de densité de probabilité de la répartition spatiale de la biomasse.

CONCLUSION

L'évaluation de la production de la strate herbacée des parcours naturels du bassin versant de la mare d'Oursi a nécessité la mise au point succincte d'une méthodologie pour l'observation de la phénologie et la mesure de la biomasse.

En cette première phase de l'étude, nous nous sommes efforcé de saisir les gradients d'hétérogénéité du milieu, afin d'enregistrer les aspects divers des phénomènes et de noter les intervalles de fluctuation des données.

Pour ce faire, a été adoptée une technique d'échantillonnage systématique des écosystèmes fondée sur la répétition à intervalles réguliers des observations et des mesures, linéairement le long de deux axes principaux de gradients d'hétérogénéité. L'application de cette technique a permis de mettre en évidence :

- durant le cycle végétatif, un certain nombre de faits phénologiques limitants pour la croissance du végétal
- la relativité spatio-temporelle des grandeurs écologiques, quelle que soit l'échelle considérée.

En raison de cette hétérogénéité, toute mesure, celle notamment de la productivité primaire, est entachée d'une imprécision dont l'estimation revêt autant d'importance que la détermination elle-même.

Concernant plus particulièrement la biomasse, qui a fait l'objet d'une évaluation détaillée pour l'ensemble de l'aire d'investigation, l'incertitude actuelle des résultats ne peut être réduite :

- qu'en augmentant le nombre des observations et des mesures, plutôt que la taille des placettes de détermination des caractéristiques
- qu'en procédant indirectement, par l'évaluation du biovolume, après avoir modifié la technique d'estimation du recouvrement qui, en tout état de cause, doit rester simple, facile à mettre en oeuvre et à répéter.

L'analyse rapide des données permet d'ores et déjà, dans ce domaine où l'hétérogénéité se manifeste à tous les niveaux, d'individualiser un petit nombre d'unités équipotentielles quant aux caractéristiques physico-chimiques et après vérification, pour ce qui est de la production primaire, des corrélations biomasse/pluviométrie.

Ce résultat marque une étape importante pour l'ajustement des objectifs aux réalités du terrain et la délimitation du champ d'investigation.

Les recherches à venir pourront de ce fait s'appuyer sur un dispositif expérimental ramenant les 23 groupements végétaux définis par les agrostologues à 5 ou 6 unités milieu x végétation relativement homogènes quant aux propriétés édapho-climatiques et à leurs conséquences pour la productivité.

BIBLIOGRAPHIE

ANONYME. 1975. Convention entre le Ministère du plan de la Haute Volta et l'ORSTOM. Janvier 1975. Doc. mult. 6 p.

ANONYME. 1976. Etude des possibilités d'aménagement agro-sylvo-pastoral en vue de la lutte contre l'aridité dans l'Oudalan (Haute Volta). Programme de recherches interdisciplinaires du Comité de la DGRST (Paris). Mars 1976.

ASECNA (Haute Volta). 1966. Aperçus sur le climat de la Haute Volta. Janvier 1966.

ASECNA (Haute Volta). 1972. Tableaux climatologiques (période 1961-1970).

BALDY C. OUEDRAOGO J.P. 1976. Etude agrométéorologique. Note concernant l'évapotranspiration en Haute Volta et son calcul par la méthode du bilan énergétique de Penman.

BARTHA R. Plantes fourragères de la zone sahélienne d'Afrique. Weldforum Verlag München.

BOUDET G. Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. Minist. Coop. 254 p.

BOULET R. Etude pédologique de la Haute Volta. Région Centre Nord. ORSTOM. Rap. mult. 351 p. 1 carte.

BROWNLEE K.A. 1965. Statistical Theory and Methodology in Science and Engineering. Wiley J. & son.

CALOT G. Cours de Statistique descriptive. Dunod.

LECLERC B. Cahiers Mathématiques 4. Gauthier - Villars Paris.

MERNY G. DEJARDIN J. 1970. Les nématodes phytoparasites des rizières inondées de Côte d'Ivoire. Cahier ORSTOM. Sér. Biol. n° 11. Avril 1970. 45 - 67.

SICOT M. 1976. Etude des possibilités d'aménagement agro-sylvo-pastoral en vue de lutter contre l'aridité dans l'Oudalan (Haute Volta). Considérations théoriques et pratiques pour l'établissement d'un protocole expérimental visant à estimer les potentialités biophysiques du milieu. Rap. int. mult. 32 p.

SICOT M. 1976. Programme : "Estimation des potentialités biophysiques en milieu naturel sahélien". Projet de protocole expérimental pour l'élaboration, en préliminaire, d'un référentiel de données écophysologiques pour l'ensemble des bassins versants entourant la Mare d'Oursi.

TOUTAIN B. 1975. Etude et cartographie des pâturages de l'O.R.D. du Sahel et de la zone de délestage au Nord de Fada N'Gourma. IEMVT. Rap. mult. 11 p.

TOUTAIN B. 1976. A.C.C. Lutte contre l'aridité dans l'Oudalan. Notice de la carte des ressources fourragères au 1/50.000 ème. Rap. 61 p.

ANNEXE PHYTOSOCIOLOGIQUE

A. - Formation des pénèplaines dunaires du N.W de l'Oudalan à A. mutabilis et Schoenefeldia gracilis; avec Guiera senegalensis et Acacia senegal : AMs (TOUTAIN 1976).

- a) Type de végétation : formation herbeuse à ligneux bas éparses.
 b) Substrat : sol sableux, pente faible à nulle.
 c) Strate ligneuse : Recouvrement faible, à l'ordre de 5 %.

Elle est représentée par : Guiera senegalensis
Combretum glutinosum
Balanites aegyptiaca
Acacia senegal

- d) Strate herbacée : Recouvrement assez élevé (75 %) donne à la formation une certaine homogénéité. En effet à part quelques plages nues la strate herbacée constitue un tapis presque continu.

Phénologie (10.10.76) : dégénérescence précédente (Fr 4).

Liste floristique et fréquence spécifique :

Espèces dont $f \geq 50$:	<u>Schoenefeldia gracilis</u>	70,3 %
	<u>Aristida mutabilis</u>	61,2 %
	<u>Cenchrus biflorus</u>	58 %, présente une répartition en agrégat
Espèces dont $25 < f < 50$:	<u>Brachiaria xantholenca</u>	32,7 %
	<u>Zornia glochidiata</u>	28,9 %
	<u>Eragrostis tremula</u>	26,6 %
Espèces dont $10 < f < 25$:	<u>Borreria chaetocephala</u>	21,4 %
	<u>Digitaria horizontalis</u>	18,5 %
	<u>Heliotropium strigosum</u>	15,2 %
	<u>Dactyloctenium aegyptium</u>	14 %
Espèces dont $f < 5$ % :	<u>Cenchrus pricurii</u>	
	<u>Alysicarpus ovalifolius</u>	
	<u>Indigofera senegalense</u>	
	<u>Tribalus terrestris</u>	
	<u>Corchorus tridens</u>	
	<u>Citrillus lanatas</u>	
	<u>Merremia pinnata</u>	
	<u>Aristida stipoïdes</u>	
	<u>Cucumis prophetarum</u>	
	<u>Cerathoteca sesamoïdes</u>	
	<u>Chrozophora brechiana</u>	
	<u>Walteria indica</u>	
	<u>Brachiaria distichophylla</u>	
	<u>Andropogon gayanus</u> : localisé	

- e) Etat : formation bien conservé, nombreux passages d'animaux.

B. - Formation des dunes du Centre de l'Oudalan à Cenchrus biflorus et Combretum glutinosum : Cdc (TOUTAIN 1976).

- a) Type de végétation ; steppe herbeuse.
 b) Substrat : formation dunaire sableuse.
 c) Strate ligneuse : Recouvrement estimé 5 %

Espèces dominantes : Guiera senegalensis
 Combretum glutinosum
 Balanites segytiaica
 qqs Acacia raddina
 Bauhinia rufescens

- d) Strate herbacée : Recouvrement : de l'ordre 70 %. On trouve des plages nues ou moins lessivées au niveau des pentes.

Phénologie ; (15.10.76) : fin dispersion.

Liste floristique et fréquence spécifique :

Espèces dont $f \geq 50$:	Cenchrus biflorus	87,5 %
		Aristida mutabilis	63,7 %
Espèces dont $25 < f < 50$:	Zornia glochidiata	36,4 %
		Alysicarpus ovalifolius	31,9 %
		Digitaria horizontalis	27,1 %
Espèces dont $10 < f < 25$:	Dactyloctenium aegyptium	18,5 %
		Borreria chaetocephala	16,6 %
		Eragrostis tremula	14,6 %
		Aristida longiflora	14,2 %
		Sesamum alatum	11 %
		Heliotropium strigosum	10 %
		Brachiaria xantholenca	10 %
Espèces dont $5 < f < 10$:	Cenchrus prieurii	9 %
		Indigofera senegalense	6,5 %
		Schoenefeldia gracilis	6 %
$f < 5$ %		Pankiala	
		Papilionacées sp	
		Chloris prieurii	
		Brachiaria distichophylla	
		Gisekia pharmaceoides	
		Tribulus terrestris	
		Corchorus tridens	
		Limeum viscosum	
		Andropogon gayanus	

- e) Etat : nombreux passages d'animaux. Actuellement (mi-octobre), peu pâturé dans l'ensemble.

- f) Remarque : A l'Est du village d'Oursi la formation est à nette domi-

(suite)

nance de *Cenchrus biflorus* ; elle se caractérise par ailleurs par une richesse floristique moins élevée : indiquant ainsi un état de surpâturage.

. *Aristida stipoides* présente une répartition en tâche ; elle se situe généralement au niveau des pentes.

Andropogon gayanus très rare.

C. - Formation des bas de pentes dunaires et des pénélaines sableuses :
Ces (TOUTAIN 1976)

- a) Type de végétation : formation herbeuse à ligneux bas clairsemés.
b) Substrat : sol sableux à pente faible à nulle ; sable meuble. d'assez faible profondeur puis sol compact ; existence de zones où la couche superficielle de sable a été décapée.

c) Strate ligneuse : Recouvrement : 10.%

Espèces dominantes : Acacia raddiana
Balanites aegyptiaca
Acacia adansonii

Espèces moins nombreuses Guiera senegalensis
Ziziphus mauritiana
Bauhinia rufescens
Combretum glutinosum

d) Strate herbacée : Recouvrement 60 %

Phénologie : fin de dispersion.

Liste floristique et fréquence spécifique :

Espèces dont $f \geq 50$: Zornia glochidiata 82,3 %
Aristida mutabilis 79,4 %
Cenchrus biflorus 64 %
Schoenefeldia gracilis 63,5 %

Espèces dont $25 < f < 50$: Dactyloctenium aegyptium 41,2 %
Alysicarpus ovalifolius 17,6 %
Brachiaria xantholeuca 11,7 %
Tragus racemosus 11,6 %

Espèces dont $f < 5$ % : Eragrostis tremula
Eragrostis pilosa
Digitaria horizontalis
Hollugo nudicaulis
Polycarpea sp.
Pennisotum pedicellatum
Chloris prieurii

e) Etat : formation à zone de culture importante.

f) Remarque : on trouve dans la formation des taches de végétation reflétant une écologie plus humide. Le recouvrement est plus élevé, la flore plus riche : Zornia glochidiata et Dactyloctenium aegyptium sont les espèces dominantes.

D. - Formations des ensablements éoliens peu épais et des anciens cordons dunaires arasés : Cae. (TOUTAIN 1976)

- a) Type de végétation : steppe herbeuse à ligneuse bas éparses.
- b) Substrat : sol sableux, peu profond - nombreux blocs rocheux ainsi que des zones décapées.
- c) Strate ligneuse : R = 5 à 10 % : *Commiphora africana* (Rocaille)
Acacia laeta
Balanites aegyptiaca
Piliostigma reticulatum
Acacia raddiana (avec de nombreux jeunes individus)
Combretum glutinosum
- d) Strate herbacée : R 50 %
Phénologie : fin de dispersion (Oct. 1976)

Liste floristique et fréquence spécifique :

Espèces dont $f \geq 50$:	<i>Schoenefeldia gracilis</i>	79,1 %
		<i>Aristida mutabilis</i>	75 %
		<i>Zornia glochidiata</i>	55 %
Espèces dont $25 < f < 50$:	<i>Cenchrus biflorus</i>	42,5 %
		<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	37,7 %
Espèces dont $10 < f < 25$:	<i>Eragrostis tremula</i>	21,5 %
		<i>Chloris prieurii</i>	15,2 %
		<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	10,1 %
Espèces dont $f < 5$ %	:	<i>Portulaca foliosa</i>	
		<i>Heliotropium strigosum</i>	
		<i>Digitaria horizontalis</i>	
		<i>Tragus berteronianus</i>	
		<i>Indigofera</i> sp.	
		<i>Aristida funiculata</i>	
		<i>Tribulus terrestris</i>	
		<i>Panicum laetum</i>	
		<i>Cassia mimosoides</i>	
		<i>Polycarpeasp.</i>	
		<i>Pennisetum pedicellatum</i>	

- e) Etat : formation très cultivée et généralement très parcourue par le bétail.

E. - Formations sableuses en piemont d'inselberg : Cep (TOUTAIN 1976)

a) Type de végétation : steppe herbeuse à ligneux bas clairsemés.

b) Substrat : sol sableux assez profond.

c) Strate ligneuse : R 5 % : *Acacia laeta*
Balanites aegyptiaca
Commiphora africana
Ziziphus mauritiana

d) Strate herbacée : R 60 %

Phénologie : fin de dispersion (Oct. 76)

Liste floristique et fréquence spécifique :

Espèces dont $f \geq 50$:	<i>Cenchrus biflorus</i>	98,6 %
		<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	58,1 %
Espèces dont $25 < f < 50$:	<i>Aristida mutabilis</i>	33,3 %
		<i>Zornia glochidiata</i>	29,2 %
		<i>Brachiaria xantholeuca</i>	26,4 %
		<i>Schoenefeldia gracilis</i>	25 %
Espèces dont $10 < f < 25$:	<i>Tribulus terrestris</i>	19 %
		<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	21 %
Espèces dont $f < 5$:	<i>Borreria chaetocephala</i>	
		<i>Cenchrus prieurii</i>	
		<i>Indigofera sp.</i>	
		<i>Cacquemontia tamnifolia</i>	
		<i>Eragrostis tremula</i>	

e) Etat : terrain très cultivé ; avant les récoltes la formation est peu parcourue par le bétail.

f) Remarque : Après les fortes pluies de la deuxième décade d'Octobre on a trouvé de nombreuses germinations de *Zornia*, *Alysicarpus*, *Cenchrus biflorus*, posant le problème de l'existence de dormance des graines.

F. - Formation des pentes gravillonnaires : Aag (TOUTAIN 1976)

- a) Type de végétation : formation herbeuse à ligneux formant des fourrés denses, mais très localisé : steppe arbustive.
- b) Substrat : sol gravillonnaire, amas sableux peu épais irrégulièrement répartis à végétation dense.
- c) Strate ligneuse : R en général faible (10 %) mais peut être localement important.

Espèces dominantes : Pterocarpus lucens (souvent élagé)
 Acacia laeta
 Combretum micranthum
 Greevia bicolor
 Maerua crassifolia
 Balanites aegyptiaca

- d) Strate herbacée : Recouvrement 30 %

Phénologie : dégénérescence avancée (15.10.76)

Liste floristique et fréquence spécifique :

Espèce dont $f \geq 50$ %	: Schoenefeldia gracilis	98,7 %
Espèce dont $25 < f < 50$ %:	Aristida adscensionis	42 %
	Dactyloctenium aegyptium	38,7 %
	Zornia glochidiata	38 %
	Panicum laetum	26 %
Espèce dont $10 < f < 25$ %:	Chloris pilosa	8,9 %
Espèces dont $f < 5$ % :	Digitaria horizontalis	
	Urochloa tricopus	
	Alysicarpus ovalifolius	
	Branchiaria xantholeuca	
	Pennisetum pedicellatum	
	Schizachyrium exile	
	Cassia tora	

- e) Etat : formation très parcourue et actuellement (15.10.76) presque consommée à 90 %. Les ligneux sont très exploités : Pterocarpus, Acacia laeta, Crewia bicolor. Formation à équilibre précaire.
- f) La strate herbacée : est constituée d'une mosaïque de groupements correspondants à des situations écologiques particulières ; microdépression à P. Laetum, Zornia, Dactyloctenium, Chloris pilosa, microbutte sableuses à Branchiaria xantholeuca, Aristida adscensionis ; obstacle naturelle (arbre mort) à Pennisetum pedicellatum et les gravillons à Schoenefeldia gracilis et Aristida adscensionis dominant.

G. - Formation sur sol mince plus ou moins sableux : Ase (TOUTAIN 1976)

- a) Type de végétation : formation herbeuse à ligneux plus ou moins dense :
steppe herbeuse arbustive.
- b) Substrat : sol plus ou moins gravillonnaire avec des couches sableuses peu profond.
- c) Strate ligneuse : R : 10 à 20 % avec : Pterocarpus lucens
Combretum micranthum
Grewia bicolor
Ziziphus mauritiana
Balanites aegyptiaca
Acacia raddiana
Cadaba farinosa
Caralluma russeliana
- d) Strate herbacée : R en moyenne de 25 %
Phénologie : fin de dispersion : dégénérescence avancée.

Liste floristique et fréquence spécifique :

Espèces dont $f \geq 50$ %	: Schoenefeldia gracilis	98,4 %
	Zornia glochidiata	38,4 %
	Aristida adscensionis	30,3 %
	Dactyloctenium aegyptium	28,5 %
Espèces dont $10 < f < 25$ %	: Chloris prierii	21,9 %
	Digitaria horizontalis	14 %
	Panicum laetum	13,8 %
	Alysicarpus ovalifolius	12 %
Espèces dont $f < 5$ %	: Cenchrus biflorus	
	Borreria chaetoce phala	
	Boerhavia sp.	
	Eragrostis pilosa	
	Cassia tora	
	Corchorus tridens	
	Eragrostis pilosa	
	Brachiaria xantholeuca	
	Euphorbia aegyptiaca	
	Mollugo nudicaulis	
	Pennisetum pedicellatum	

- e) Etat : formation très parcourue par le bétail ; de très nombreux arbres morts ; équilibre précaire.
- f) Tout comme la formation A5g, le couvert herbacé est aussi constitué de groupements correspondant à des microbuttes sableuses et de microdépressions irrégulièrement réparties sur le glacis.

H. - Formation des glacis à *Schoenefeldia gracilis* et *Acacia laeta* :
Sgl (TOUTAIN 1976)

- a) Type de végétation : formation herbeuse à ligneux bas très clairsemés.
- b) Substrat : glacis à encroutement superficiel, érodé, pierreux ; nombreux blocs rocheux.
- c) Strate ligneuse : R 5 % : *Acacia laeta* dominant avec
Balanites aegyptiaca
Ziziphus mauritiana
Commiphora africana localisé au niveau des blocs rocheux.
- d) Strate herbacée : formation très ouverte : R 25 %.
- Phénologie : dégénérescence avancée (Oct. 76)

Liste floristique et fréquence spécifique :

Espèces dont $f \geq 50$ %	:	<i>Schoenefeldia gracilis</i>	96,3 %
Espèces dont $25 < f < 50$ %	:	<i>Tribulus terrestris</i>	22,3 %
Espèces dont $10 < f < 25$ %	:	<i>Aristida adscensionis</i>	17 %
		<i>Panicum laetum</i>	11,5 %
		<i>Hollugo nudicaulis</i>	10,6 %
Espèces dont $f < 5$ %	:	<i>Eragrostis pilosa</i>	
		<i>Aristida funiculata</i>	
		<i>Urochloa trichopus</i>	
		<i>Aristida hordacea</i>	
		<i>Eragrostis tremula</i>	
		<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	
		<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	
		<i>Zornia glochidiata</i>	
		<i>Penisetum pedicellatum</i>	
		<i>Tephrosia</i> sp.	
		<i>Borreria chastocephala</i>	
		<i>Dipcadie</i> sp.	

- e) Etat : formation très parcourue, broutée. Les fortes pluies tardives du mois d'Octobre ont pratiquement lessivé le sol et entraîné les herbacées. L'estimation de la biomasse sur pied en fin de cycle doit être faite en priorité dans ce groupement au cours de la prochaine saison.
- f) Répartition en tache de *Urochloa trichloa trichopus* (niveau substrat plus humide) ; *Fennisetum pedicellatum* et *Aristida adscensionis* (niveau des débris de ligneux morts). Après les fortes pluies de la deuxième décade d'Octobre en a observé de nombreuses germinations de : *Schoenefeldia*, *Cassia tora*, *Alysicarpus*, *Urochloa*, *Tribulus*...

I. - Formation des glacis à *Schoenefeldia gracilis* et *Acacia raddiana* :
Sgr (TOUTAIN 1976)

- a) Type de végétation : formation herbeuse.
- b) Substrat : glacis gravillonnaire, sol dur.
- c) Strate ligneuse : R 5 % (*Acacia raddiana* dominant
Balanites aegyptaca
Acacia seyal)
- d) Strate herbacée : R 30 à 40 %

Phénologie : fin de dispersion.

Liste floristique et fréquence spécifique :

Espèce dont $f \geq 5$ %	:	<i>Schoenefeldia gracilis</i>	99 %
Espèce dont $25 < f < 50$ %	:	<i>Panicum laetum</i>	41,2 %
Espèces dont $10 < f < 25$ %	:	<i>Aristida adscensionis</i>	15,1 %
		<i>Eragrostis pilosa</i>	11,1 %
Espèces dont $f < 5$ %	:	<i>Aristida funiculata</i>	
		<i>Zornia glochiata</i>	
		<i>Tribulus terrestris</i>	
		<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	
		<i>Mollugo nudicaulis</i>	
		<i>Eragrostis tresila</i>	
		<i>Aristida hordeacea</i>	
		<i>Chloris priaurrii</i>	
		<i>Pennisetum pedicellatum</i>	
		<i>Heliotropium strigosum</i>	
		<i>Euphorbia aegyptaca</i>	
		<i>Tragus berteronianus</i>	

- e) Etat : groupement parcouru et pâturé.

Strate arbustive très dégradé, de nombreux arbres morts.

- f) Remarque : On trouve dans la formation des sites à bilan hydrique plus favorable à *Panicum laetum* dominant. Nombreuses germinations de *Schoenefeldia gracilis* après les fortes pluies de la deuxième décade d'Octobre.

J. - Formation des dépressions et thalwegs à *Schoenefeldia gracilis* et *Panicum laetum*, avec *Acacia seyal* et *Combretum aculeatum* :

Spt (TOUTAIN 1976)

- a) Type de végétation : formation herbeuse à couvert ligneux dense.
 b) Substrat : dépression argilo-limoneuse à hydromorphie temporaire.
 c) Strate ligneuse : R parfois très important (70 à 80 %)

Acacia seyal et *A. adansonii* dominant,
Balanites aegyptiaca,
Combretum aculeatum
Dalbergia malanoxylon.

- d) Strate herbacée : R 80 à 100 %

Phénologie : dégénérescence avancée (fin octobre)

Liste floristique et fréquence spécifique :

Espèces dont $f \geq 50$ %	:	<i>Schoenefeldia gracilis</i>	100 %
		<i>Panicum laetum</i>	92 %
		<i>Eragrostis pilosa</i>	66,8%
Espèces dont $25 < f < 50$ %	:	<i>Indigofera</i> sp.	32 %
Espèces dont $10 < f < 25$ %	:	<i>Zornia glochidiata</i>	20,5 %
		<i>Cassia tora</i>	18,7 %
		<i>Dactyloctenium</i>	16,2 %
Espèces dont $f < 5$ %	:	<i>Chloris pilosa</i>	
		<i>Aristida adscensionis</i>	
		<i>Aristida hordacea</i>	
		<i>Bosrrhavia</i> sp.	
		<i>Digitaria horizontalis</i>	
		<i>Cyperus</i> sp.	
		<i>Aristida funiculata</i>	
	Papilionacées sp.		

- e) Etat : formation très parcourue et très pâturée, très piétinée d'où un certain gaspillage.
- f) Remarque : *Cassia tora* peut parfois constituer des populations denses.
 Nombreuses germinations de *Schoenefeldia gracilis*
Panicum laetum
Cassia tora...

ANNEXE BIOMETRIQUE

Tableaux I. Distribution des mesures de hauteur du tapis végétal (cm) dans les différents sites d'étude.

I. A Groupement AMS

N°	0	15	25	35	45	55	65	75	Tot.
1	0	0	3	0	8	8	3	0	22
2	3	1	2	16	11	3	3	1	40
Tot.	3	1	7	16	19	11	6	1	62

I. B Groupement Cdc

N°	0	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	tot.
3	1	0	0	1	2	7	5	6	2	0	0	24
4	0	0	0	6	7	11	5	6	1	3	1	40
5	0	0	0	6	17	13	4	0	0	0	0	40
6	0	0	1	2	10	15	7	4	1	0	0	40
Tot.	1	0	1	15	36	46	21	16	4	3	1	144

I. C Groupement Ces-Cee

N°	0	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	Tot.
7	6	0	3	3	8	12	5	1	2	0	0	40
8	8	0	3	3	14	4	3	4	1	0	0	40
8	2	1	7	14	15	1	0	0	0	0	0	40
10	9	0	10	15	5	0	1	0	0	0	0	40
11	7	0	1	8	10	9	2	3	0	0	0	40
Tot.	32	1	24	43	52	26	11	8	3	0	0	200

I. D Groupement Cep

N°	0	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	Tot.
12	4	0	0	6	15	10	3	2	0	0	0	40
13	6	0	2	20	8	3	1	0	0	0	0	40
Tot.	10	0	2	26	23	13	4	2	0	0	0	80

I. E Groupement Sgl

N°	0	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	Tot.
15	10	3	2	6	5	4	0	0	0	0	0	30
16	7	2	10	6	8	1	3	0	0	0	0	37
Tot.	17	5	12	12	13	5	3	0	0	0	0	67

I. F Groupement Sgr

N°	0	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	Tot.
20	17	1	6	8	6	1	1	0	0	0	0	40
21	7	0	21	11	1	0	0	0	0	0	0	40
22	2	2	9	15	7	3	1	1	0	0	0	40
23	9	2	12	12	5	0	0	0	0	0	0	40
24	18	1	8	8	3	2	0	0	0	0	0	40
25												
26	12	0	9	7	7	5	0	0	0	0	0	40
Tot.	65	6	65	61	29	11	2	1	0	0	0	240

I. G Groupement FRs-Spt

N°	0	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	Tot.
28	0	0	0	9	16	5	0	0	0	0	0	30
29	1	0	3	7	13	3	0	2	1	0	0	30
30	0	0	1	9	17	3	0	0	0	0	0	30
31	0	0	1	0	4	6	5	0	0	0	0	16
32	0	0	0	2	16	12	0	0	0	0	0	30
Tot.	1	0	5	27	66	29	5	2	1	0	0	136

I. H Groupement Asg

N°	0	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	Tot.
33	12	0	1	3	18	6	0	0	0	0	0	40
34	0	0	1	21	12	5	1	0	0	0	0	40
Tot.	12	0	2	24	30	11	1	0	0	0	0	80

Tableaux n° I. (suite)

I. I Groupement Ase

N°	0	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	Tot.
35	10	0	1	12	11	6	0	0	0	0	0	40
37	19	0	8	5	3	4	1	0	0	0	0	40
38	12	0	9	3	2	3	0	0	0	0	0	20
Tot.	41	0	9	20	16	13	1	0	0	0	0	100

I. J Groupement Cds

42	3	0	0	6	13	14	2	2	0	0	0	40
----	---	---	---	---	----	----	---	---	---	---	---	----

Tableau n° II. Distribution des mesures de recouvrement dans les différents sites d'étude (classe de recouvrement de 0 à 4 ; cf. définition)

II. A Groupement AMs -

N°	0	1	2	3	4	Tot.
1	0	7	6	9	0	22
2	3	16	16	5	0	40
Tot.	3	23	22	14	0	62

II. B Groupement Cdc -

N°	0	1	2	3	4	Tot.
3	1	6	7	10	0	24
4	0	24	15	1	0	40
5	0	16	22	2	0	40
6	0	10	16	11	3	40
Tot.	1	56	60	24	3	144

II. C Groupement Ces-Cee -

N°	0	1	2	3	4	Tot.
7	6	11	13	9	1	40
8	8	17	9	3	3	40
8'	2	18	12	7	1	40
10	9	16	9	4	2	40
11	7	8	14	6	5	40
Tot.	32	70	57	29	12	200

II. F Groupement Sgr -

N°	0	1	2	3	4	Tot.
20	27	13	5	4	1	40
21	7	25	6	1	1	40
22	2	30	4	2	2	40
23	9	13	16	2	0	40
24	18	13	5	1	2	40
25						
26	12	18	4	0	6	40
Tot.	65	113	40	10	12	240

II. G Groupement (FRs) - Spt -

N°	0	1	2	3	4	Tot.
28	0	0	0	25	5	30
29	1	10	7	3	9	30
30	0	0	0	0	30	30
31	0	2	2	9	3	16
32	0	0	0	12	18	30
Tot.	1	12	9	49	65	136

Tableau n° II. (suite)

II. D Groupement Cep -

N°	0	1	2	3	4	Tot.
12	4	17	15	4	0	40
13	6	5	17	9	3	40
Tot.	10	22	32	13	3	80

II. E Groupement Sgl -

N°	0	1	2	3	4	Tot.
14						
15	10	15	5	0	0	30
16	7	18	8	2	2	37
17						
18						
19						
Tot.	17	33	13	2	2	67

II. H Groupement Asg -

N°	0	1	2	3	4	Tot.
33	12	0	16	8	4	40
34	20	1	7	5	7	40
Tot.	32	1	23	13	11	80

II. I Groupement Ase -

N°	0	1	2	3	4	Tot.
35	10	0	14	14	2	40
36	11	6	10	3	1	31
37	19	4	4	7	6	40
38	12	0	3	2	3	20
39						
Tot.	52	10	31	26	12	131

II. J Groupement Cds -

N°	0	1	2	3	4	Tot.
42	3	8	18	10	1	40

Tableau N° III.A Tableau Synoptique des mesures de biovolume (cm³)
de fourrage dans les groupements AMS et Cdc.

Groupement	N° de site	N° d'ordre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
AMS	1	0	2062	2437	687	687	3437	4062	562	2812	3437	562	
		1	1687	1687	3437	2812	1687	2062	2812	3437	4062	312	
		2	312	312									
	2	0	62	312	0	0	562	437	562	1350	562	1312	
		1	437	2062	2437	3437	2812	2437	437	437	1312	437	
		2	1312	1687	1312	2187	562	4062	437	0	562	1687	
		3	437	1687	562	2062	2187	2187	1312	1312	1687	312	
	Cdc	3	1	1350	1225	3850	562	2062	4062	4062	1925	550	1540
			2	1035	4500	4062	1080	125	1687	2062	0	675	4687
3			4062	4062	4062	4062							
4		0	312	437	375	312	385	350	284	437	1312	1800	
		1	2450	2280	812	125	525	425	1690	2040	175	1280	
		2	562	1687	2062	1687	1080	810	312	450	2437	1820	
		3	687	1170	125	1690	562	2062	225	3187	225	2812	
5		0	1687	2062	1312	1687	2062	1687	1312	2062	562	312	
		1	437	437	1312	1312	1687	2812	562	312	1687	1687	
	2	937	937	2187	437	1312	1687	562	2062	562	437		
	3	1312	437	437	312	437	1312	1312	1687	437	312		
	0	2812	4062	1687	2187	3437	3437	2812	1687	2437	562		
	1	1687	2437	2812	437	2062	1687	562	2062	1312	1687		
6	2	4062	3437	3437	2812	1312	312	562	312	2062	562		
	3	437	437	187	437	437	437	2812	3937	3937	3062		

Tableau N° III. B Tableau Synoptique des mesures de biovolume (mg) de fourrage dans les groupes ent C15 et Cee.

Groupement	N° de site	N° d'ordre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ces	7	0	810	2062	4687	437	1687	562	3437	312	1312	437
		1	1562	1687	2062	0	2062	1312	687	2812	2812	1687
		2	0	0	2812	1312	0	187	1312	0	6562	4062
		3	437	312	0	562	2812	187	1312	187	1687	2812
Cee	8	0	0	0	0	437	1312	1312	937	3437	5687	4062
		1	2812	437	812	4812	5687	2187	187	562	1312	437
		2	1687	437	437	562	187	562	125	1312	0	0
		3	0	437	437	0	0	437	562	2062	25	175
	8'	0	937	937	937	337	312	1312	337	312	437	312
		1	437	0	1312	15	437	187	562	187	125	125
		2	437	437	2187	937	3062	937	312	1562	0	2187
		3	1312	175	2187	1312	937	1312	337	312	562	5
	10	0	187	562	937	937	937	75	75	562	312	187
		1	187	187	0	0	312	75	0	0	0	0
		2	937	1562	1562	25	3062	1562	2187	1562	312	1312
		3	437	75	0	125	312	1312	0	0	2187	2062
11	0	0	0	0	0	437	312	562	1312	4812	3937	
	1	1687	4062	437	4062	2062	2862	1312	1562	3062	2187	
	2	937	1312	5687	937	0	937	0	937	937	1312	
	3	562	1312	0	1687	562	312	2812	2812	437	562	

Tableau N° III. C Tableau Synoptique des mesures de biovolume (cn3)
de fourrage dans les groupements Cep, Sgl et Cds

Groupement	N° de site	N° d'ordre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Cep	12	0	1687	3437	2187	2812	562	2437	1312	1312	437	562	
		1	437	437	1312	937	437	937	562	1687	1312	1562	
		2	812	1687	562	2062	0	0	0	562	437	437	
		3	0	1312	437	2062	437	937	437	312	937	562	
	13	0	1562	1562	1925	1312	562	937	2812	1312	312	937	
		1	125	937	3420	980	312	1312	312	2187	2187	937	
		2	1950	1562	562	4812	0	0	0	0	0	0	
		3	1312	2812	2187	1300	1000	750	937	937	312	937	
	Sgl	15	1	0	0	0	0	5	312	312	0	0	437
			2	25	312	312	0	1312	0	0	420	600	1312
			3	312	1687	25	375	1312	1687	562	562	0	150
		16	10	937	937	1312	75	3437	75	75	3937	75	312
1			187	187	437	0	562	0	1312	4812	0	300	
42		2	910	437	0	0	375	375	1312	75	75	0	
		3	437	980	75	3437	75	0	75				
Cds		42	0	69	114	77	67	72	277	27	187	62	69
	1		49	49	0	102	50	22	102	62	59	74	
	2		148	80	117	142	0	77	105	0	279	102	
	3		234	134	125	88	200	154	222	100	102	150	

Tableau N° III. D Tableau Synoptique des mesures de biovolume (cm³)
de fourrage dans le groupement Sgr.

N° de site	N° d'ordre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	0	2187	2812	3062	3437	437	0	0	0	0	0
	1	0	0	312	312	312	312	0	0	312	312
	2	187	0	562	1562	0	0	0	0	937	1312
	3	1312	1312	187	0	0	187	0	187	62	187
21	0	0	187	187	187	2187	1312	75	337	562	187
	1	937	75	187	562	187	187	562	75	312	312
	2	0	125	125	187	187	125	0	125	0	0
	3	125	125	75	937	0	125	0	75	75	75
22	0	0	562	312	437	5687	2187	125	437	312	437
	1	3937	2812	312	125	125	1375	0	125	312	75
	2	125	125	125	125	187	125	1312	187	187	312
	3	187	187	562	312	125	937	437	187	312	437
23	0	312	1125	1312	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	0	562	937	1312	2187	187	562	562	187
	2	562	312	312	312	187	937	562	187	312	312
	3	1562	1312	75	937	937	312	62	562	187	187
24	0	0	0	0	1687	62	312	187	187	0	0
	1	0	0	0	0	312	15	3062	3937	1312	437
	2	562	0	187	187	0	0	0	0	0	0
	3	0	312	187	25	0	25	937	1562	937	187
25	0	187	875	375	375	45	125	337	2187	562	562
	1	562	337	562							
26	0	0	187	937	0	0	75	75	75	75	75
	1	312	187	0	0	0	75	937	2187	75	312
	2	3062	3062	3937	3937	0	0	0	0	3937	175
	3	0	3937	175	0	1312	175	125	125	75	225

Tableau N° III. E Tableau Synoptique des mesures de biovolume (cm³)
de fourrage dans les groupements Spt et FRs.

N° de site	N° d'ordre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
28	0	1375	1925	2812	1562	1562	2187	2187	1562	1562	1562
	1	2187	2187	2187	2812	1562	2187	2187	2187	2187	2187
	2	2187	2187	2187	2187	2187	2812	3937	3062	2812	3062
29	0	437	1312	937	312	1312	312	312	312	1562	937
	1	2187	3062	3937	5687	3062	5687	6562	3937	0	0
	2	3062	3937	312	437	437	337	187	0	1312	1312
30	0	3062	3062	2187	2187	2187	3062	3062	3062	1312	2187
	1	3062	2187	3062	3937	3062	3937	3062	3937	3062	2187
	2	2187	3062	3062	3062	2187	3062	2187	3062	3062	3062
31	0	3812	2187	1312	187	437	1312	2812	3437	3437	3437
	1	4812	2812	2812	4812	3937	2812				
32	0	2812	3937	2187	2800	2812	1562	2187	3062	3062	3062
	1	3937	3937	3062	3937	3937	2187	3937	3062	2187	3062
	2	2812	3937	3937	2812	2187	3062	3062	3062	3062	3062

Tableau N° III. F Tableau Synoptique des mesures de biovolume (cm³)
de fourrage dans les groupements Asg et Ase.

Groupement	N° site	N° d'ordre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Asg	33	0	1312	1312	1312	1312	0	0	0	0	0	0
		1	0	0	0	0	0	0	2187	1562	3062	1312
		2	3062	1312	2812	1312	1562	2187	1312	2187	1312	1312
		3	1312	1312	1687	1687	1687	2812	1312	1687	1312	1312
	34	0	3062	1562	937	937	562	2187	937	937	937	2187
		1	937	937	1687	937	1562	2187	1312	2187	2187	3062
		2	3937	3937	2187	3062	1562	2187	3937	4812	3937	3062
		3	3062	2187	2187	1562	2187	1562	937	937	312	937
	35	0	2812	2187	0	0	0	2812	0	0	0	0
		1	0	0	562	0	937	3062	1312	937	1312	1687
		2	1687	1687	937	1312	937	3937	937	937	1562	2187
		3	1562	1562	2187	2187	2187	1562	2187	1562	1312	1562
Ase	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3937	3937
		1	2812	187	0	0	0	0	0	2812	2187	3062
		2	562	562	337	562	337	337	1562	1312	0	3437
	3	3062	1312	0	0	0	0	0	0	0	312	
	38	0	0	0	0	937	0	3062	2187	1562	0	0
	1	1687	3062	0	0	2812	1687	0	0	0	0	

Tableau N° IV.A Tableau Synoptique des mesures de poids frais (g) de fourrage dans les groupements AMs et Cdc

Groupement	N° de site	N° d'ordre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
AMs	1	0	222	207,5	227,5	217,5	217,5	211,5	167	227,5	251,5	195,5	
		1	177,5	161	240,5	205,5	210,5	142	247,5	207,5	177,5	76	
		2	80	82									
	2	0	137	199	0	0	187	127	187	149	139	232	
		1	240	221	353	397	394	390	240	163	317	165	
		2	204	355	252	282	179	359	193	0	286	225	
		3	210	219	223	201	279	287	395	279	387	242	
	Cdc	3	0	157	134	322,5	52	259,5	272,5	204,5	172,5	89	103,5
			1	106	231,5	302,5	187	52	197	270,5	0	99	324,5
			2	126	210,5	235,5	237,5	105	116	90	119	229	173
			3	199	507,5	378	264	255	270	89	155	220	
		4	0	105	116	90	119	229	179	199	507,5	378	264
1			255	270	89	155	220	125	327	444	97	232	
2			237	204	212	174	197	199	143	182	244	449	
3			127	174	85	179	134	222	52	362	110	322	
5		0	304	255	280	327	359	317	165	164	174	107	
		1	212	297	294	184	247	326	208	122	307	187	
		2	210	259	211	208	352	192	248	197	197	182	
		3	282	177	207	202	257	266	163	113	177	210	
6	0	258	449,5	213	370	248	249	212	179	172	169		
	1	203	210	341	149	300	284	152	200	182	162		
	2	137	146	204	160	174	127	148	147	127	108		
	3	107	104	116	87	140	164	187	289	153	197		

Tableau N° IV.B Tableau Synoptique des mesures de poids frais (g) de fourrage dans les groupements Ces et Cee

Groupement	N° de site	N° d'ordre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ces	7	0	185	125	282	86	226	122	242	45	122	51
		1	235	98	130	0	198	64	124	192	134	108
		2	0	0	417	147	0	96	144	0	465	181
		3	89	48	0	58	159	37	110	58	176	145
Cee	8	0	0	0	0	94	177	158	207	206	359	287
		1	269	252	193	517	507	235	58	106	145	132
		2	284	84	41	162	41	132	84	79	0	0
		3	0	53	82	0	0	24	79	91	42	43
	8'	0	182	142	183	135	80	53	152	82	52	42
		1	47	0	152	12	52	52	47	22	29	72
		2	75	117	112	117	174	66	62	132	0	157
		3	112	52	157	79	77	72	222	152	62	27
	9	0	92	102	42	82	0	0	57	0	27	72
		1	172	157	85	22	67	62	42	27	0	92
		2	0	0	97	0	109	112	0	132	47	0
		3	52	72	0	104	92	0	0	0	97	0
10	0	52	87	102	87	52	37	42	52	52	39	
	1	42	62	0	0	82	22	0	0	0	0	
	2	122	127	152	37	87	387	392	122	37	112	
	3	67	22	0	27	52	77	0	0	22	162	
11	0	0	0	0	0	89	47	109	91	272	275	
	1	161	368	74	287	144	238	91	165	126	138	
	2	75	87	271	83	0	74	0	112	147	119	
	3	105	102	0	117	121	67	142	161	132	113	

Tableau N° IV.C Tableau Synoptique des mesures de poids frais (g) de fourrage dans les groupements Cep, Asg, et Cdc

Groupement	N° de site	N° d'ordre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Cep	12	0	241	229	234	272	329	289	354	202	211	177	
		1	230	177	297	162	262	225	262	227	361	175	
		2	210	179	214	222	0	0	0	148	167	215	
		3	0	365	194	269	227	174	142	97	247	137	
	13	0	75	47	77	43	50	61	70	47	49	85	
		1	63	103	234,5	82	50	139	47	97	124	74	
		2	250	127	104	582,5	0	0	0	0	0	0	
		3	288	502,5	207,5	92	105	111	83	102	70	68	
	Asg	33	0	148	155	136	167	0	0	0	0	0	0
			1	0	0	0	0	0	0	307	172	292	290
			2	115	80	230	189	189	143	151	284,5	187	130
			3	152	130	212	188	170	262	176	150	288	173
34		0	199	114	119	80	86	160	102	72	86	82	
		1	64	86	110	160	126	152	158	118	100	218	
		2	475	195	140	210	124	120	335	250	256	240	
		3	242	120	154	128	158	96	96	198	82	102	
Cdc	42	0	69	114	77	67	72	277	27	187	62	69	
		1	49	49	0	102	50	22	102	62	59	74	
		2	148	80	117	142	0	77	105	0	279	102	
		3	234	134	125	88	200	154	222	100	102	250	

Tableau n° IV.D Tableau Synoptique des mesures de poids frais (g) de
fourrage dans le groupement Sgl

N° de site	N° d'ordre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14	0	72	82	63	138	186	70	597	160	178	384
	1	110	474	119	248	368					
15	0	0	0	0	0	14	62	32	0	0	112
	1	4	38	20	0	76	0	0	52	28	94
	2	32	34	78	18	32	72	96	64	0	28
16	0	63	68	134	38	297	17	37	272	17	41
	1	30	35	65	0	62	0	76	250	0	24
	2	78	58	0	0	41	39	87	23	34	0
	3	84	66	18	290	39	0	47			
17	0	150	500	129	74	148	1100	357	0	0	81
	1	x	117	0	996	356					
18	0	59	5	10	54	72	145	236	285	122	462
	1	236	30	0	0	0					
19	0	130	252	38	420	300	115	82	0	130	0
	1	130	29	12	34	22					

Tableau N° IV. E Tableau Synoptique des mesures de poids frais (g)
dans le groupement Sgr.

N° de site	N° d'ordre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	0	244	261	270	522,5	45	0	0	0	0	x
	1	0	x	30	37	63	63	0	0	41	68
	2	110	0	96	89	0	0	0	0	79	111
	3	75	79	23	0	0	33	0	24	30	33
21	0	0	9	18	30	202	90	18	72	97	12
	1	77	33	54	25	27	14	67	20	52	54
	2	0	33	29	67	30	47	0	19	0	0
	3	65	67	37	125	0	35	0	32	22	32
22	0	0	62	44	90	380	117	30	50	73	107
	1	390	153	63	19	68	272	0	26	48	18
	2	17	23	36	25	44	15	82	45	65	44
	3	33	15	63	60	58	76	60	29	48	45
23	0	32	62	117	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	0	107	72	142	104	27	37	42	36
	2	54	33	37	47	37	47	57	42	62	42
	3	92	77	17	62	42	70	25	47	27	44
24	0	0	0	0	147	24	32	68	88	0	0
	1	0	0	0	0	168	22	167	317	147	117
	2	85	0	63	59	0	0	0	0	0	0
	3	0	146	104	84	0	24	87	152	97	105
25	0	41	62	47	46	152	52	107	127	61	52
	1	71	57	69	182	97	144	142	92	162	134
	2	192	102	126	127	124	115	112	104	143	187
26	0	0	32	232	0	0	52	14	47	22	47
	1	60	52	0	0	0	37	85	107	22	52
	2	362	372	262	264	0	0	0	0	312	56
	3	0	162,5	62	0	92	56	52	36	17	85

Tableau N° IV. F Tableau Synoptique des mesures de poids frais (g)
de fourrage dans le groupement Spt et FRs.

Groupement	N° de site	N° d'ordre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	28	0	85	98	89	102	102	102	73	109	84	102
		1	88	99	109	147	73	121	152	125	122	142
		2	112	106	161	187	194	124	199	147	186	202
	29	0	62	87	70	52	62	22	52	47	102	32
		1	62	120	304	472	202	440	542	162	x	x
		2	27	74	47	52	137	52	47	0	114	117
	30	0	217	202	132	127	117	167	147	167	192	247
		1	127	117	142	152	147	197	142	137	140	144
		2	221	267	170	302	192	185	117	172	247	269
	31	0	182	99	110	215	81	106	197	132	266	200
		1	294	182	154	244	264	182				
	32	0	147	248	105	195	184	132	155	176	194	218
		1	286	228	217	227	259	196	295	213	187	247
		2	290	217	212	341	183	179	232	122	219	156

Tableau N° IV. G Tableau Synoptique des mesures de poids frais (g)
de fourrage dans le groupement Ase.

N° de site	N° d'ordre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
35	0	105	173	0	0	0	233	0	0	0	0
	1	0	0	50	0	120	415	113	174	90	154
	2	158	169	159	103	100	368	113	118	99	126
	3	118	95	141	100	123	101	154	135	137	165
36	0	114	768	64	0	32	55	0	80	0	0
	1	82	18	26	0	0	146	68	0	167	118
	2	132	297	167	0	59	0	124	18	0	112
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	412	427
	1	362	47	0	0	0	94	0	272	177	297
	2	87	64	185	67	137	172	97	280	0	182
	3	107	127	0	0	0	0	0	0	0	47
38	0	0	0	0	142	0	345	343	220	0	0
	1	212	182	0	0	155	149	0	0	0	0
39	0	0	0	0	0	217	0	0	0	37	0
	1	0	162	277	54	47	0	0	27	32	244
	2	324	32	92	0	7	93	0	74	83	94

Tableau N° V. A Tableau Synoptique des mesures de litière (g MS)
dans les groupements AMs et Cdc.

Groupement	N° de site	N° d'ordre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
AMs	1	0	71,07	78,58	35,08	60,54	83,06	92,90	38,76	156,82	43,18	80,27	
		1	50,35	52,36	40,49	63,49	43,93	59,47	63,10	127,37	53,66	85,81	
		2	31,96	91,99									
	2	0	13,77	13,30	0	0	19,25	8,56	10,38	17,51	12,86	13,46	
		1	17,15	9,47	26,99	25,43	40,30	20,15	17,93	10,09	13,83	36,94	
		2	39,50	36,75	26,35	54,71	53,02	38,74	5,87	0	22,22	18,94	
		3	21,78	19,28	24,68	24,15	37,55	10,52	19,33	14,18	9,06	22,73	
		3	0	47,30	33,60	88,54	28,48	99,72	91,02	103,61	64,83	49,37	57,43
			1	56,58	84,17	75,26	51,32	-	61,71	99,26	0	41,00	61,75
Cdc	4	2	14,30	82,97	43,27	40,20							
		0	40,69	64,84	39,49	49,05	60,93	50,24	32,71	125,58	46,05	54,88	
		1	57,81	45,92	-	18,20	-	-	51,05	33,02	13,71	57,86	
		2	59,37	45,15	42,58	43,09	39,85	27,68	21,63	31,82	61,26	48,98	
		3	58,75	40,65	-	43,09	-	38,18	-	65,09	16,56	14,99	
		5	0	45,51	50,38	46,69	-	66,17	62,69	27,93	-	46,36	42,05
	6	1	53,52	44,05	-	38,17	65,73	62,13	65,23	41,18	80,67	45,35	
		2	24,84	52,43	43,16	29,11	68,59	49,79	-	41,57	26,53	39,93	
		3	47,38	34,16	19,29	36,59	38,74	29,52	51,41	43,59	32,86	46,95	
6	0	16,37	64,87	81,64	76,92	64,63	61,34	55,72	57,19	58,27	36,81		
	1	57,93	47,03	84,54	47,46	49,20	62,53	46,75	52,68	35,98	50,14		
	2	44,94	31,67	37,34	32,41	45,70	58,18	37,32	81,07	36,38	-		
6	3	41,77	41,44	24,26	33,24	33,30	39,54	50,48	41,12	46,07	54,66		

Groupement	N° de site	N° d'ordre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ces	7	0	65,71	43,27	68,00	1938	100,63	25,96	51,46	14,32	64,32	9,53
		1	81,48	0	40,50	+	5162	34,94	32,17	63,90	38,90	46,48
		2	0	0	116,12	66,76	0	×	21,55	0	65,10	57,64
		3	19,29	52,47	0	39,31	47,96	28,05	40,18	27,99	32,71	60,25
Cee	8	0	0	0	25,53	29,85	15,94	51,17	24,55	46,30	38,72	47,01
		1	9,59	20,60	23,89	76,44	57,99	40,34	11,98	25,16	27,00	20,32
		2	47,87	19,92	0	22,63	10,55	38,99	0	25,83	0	0
		3	0	15,56	44,45	0	0	0	0	40,84	0	12,68
Cee	8'	0	31,55	25,03	25,53	41,88	18,24	12,86	22,16	20,60	14,87	12,51
		1	20,46	0	29,83	9,83	23,00	19,22	10,96	13,18	-	5,59
		2	13,48	16,52	13,82	14,88	64,38	26,65	25,58	36,95	0	44,19
		3	15,05	11,80	32,64	22,39	24,70	29,68	16,97	29,93	51,71	-
Cee	9	0	26,09	29,60	24,91	24,78	0	0	48,53	0	-	15,14
		1	42,66	50,50	21,82	4,71	11,03	30,52	25,20	12,57	0	11,18
		2	0	0	44,92	0	50,13	17,83	0	45,42	22,21	0
		3	38,94	29,05	0	26,83	27,34	0	0	0	39,25	0
Cee	10	0	17,63	39,40	25,45	37,22	22,02	6,75	-	12,86	9,26	25,90
		1	8,30	15,44	0	0	24,00	7,13	0	0	0	0
		2	36,58	43,80	49,94	-	96,58	43,12	88,25	48,02	12,63	43,43
		3	17,77	9,29	0	-	20,60	18,48	0	0	4,29	40,07
Cee	11	0	0	0	0	0	40,42	17,79	52,36	76,07	108,89	74,43
		1	42,48	98,82	22	17,20	43,43	29,59	25,49	71,85	53,94	30,81
		2	15,02	32,79	104,41	19,66	0	10,28	0	37,74	54,53	38,30
		3	11,99	26,66	0	33,17	30,56	81,18	66,69	54,54	30,23	32,41

Tableau N° V. C Tableau Synoptique des mesures de litière (gMS)
dans les groupements Cep, Sgl et Asg.

Groupement	N° de site	N° d'ordre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cep	12	0	28,97	67,10	19,19	44,50	40,42	31,40	22,61	20,85	20,35	23,68
		1	25,62	18,67	29,71	26,09	37,07	50,47	28,42	32,11	38,47	40,95
		2	16,42	35,9	24,31	20,80	0	0	0	6,33	33,91	42,11
		3	0	66,16	20,66	-	23,84	23,88	18,77	37,17	31,92	16,48
Sgl	13	0	98,80	106,45	104,69	94,04	99,44	45,10	106,43	108,72	79,75	106,88
		1	19,20	91,45	22,478	34,94	13,46	172,97	38,10	60,53	96,26	54,41
		2	152,51	83,15	90,67	80,05	0	0	0	0	0	0
		3	58,13	109,26	124,12	40,19	82,65	68,45	60,24	66,48	43,08	44,30
Sgl	15	0	0	0	0	0	0	7,43	3,04	0	0	17,37
		1	0	6,57	4,64	0	18,85	0	0	7,23	8,03	-
		2	9,76	9,12	-	2,52	5,53	14,90	29,66	19,28	0	4,06
		3	19,25	24,86	32,05	-	68,84	3,56	0	62,66	0	0
Sgl	16	0	7,47	0	9,73	0	8,10	0	12,99	25,73	0	10,61
		1	7,22	17,63	14,30	0	0	5,43	0	36,23	0	-
		2	0	6,23	32,26	7,22	56,16	0	0	0	0	0
		3	42,79	50,36	34,04	43,72	0	0	0	0	0	0
Asg	33	0	0	0	0	0	0	0	65,58	42,37	52,55	31,63
		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2	44,73	36,33	-	40,55	58,82	38,50	34,05	70,61	38,88	45,38
		3	29,23	35,10	53,11	56,98	34,42	58,27	38,10	59,71	45,72	25,02
Asg	34	0	98,46	23,99	16,57	61,23	43,20	95,65	28,24	34,96	25,21	27,03
		1	28,71	16,11	60,53	61,84	44,52	45,52	58,47	33,52	132,11	159,27
		2	86,51	53,08	37,67	79,89	21,29	52,39	74,19	67,47	70,81	50,08
		3	79,09	34,81	28,48	34,92	44,08	28,37	52,84	35,22	32,50	21,37

Tableau V. D Tableau Synoptique des mesures de litière (g MS)
dans le groupement Sgr.

N° de site	N° d'ordre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	0	89,99	105,52	129,57	87,22	12,10	0	0	0	0	0
	1	0	0	6,80	14,39	16,63	14,93	0	0	7,94	14,98
	2	38,52	0	24,00	69,96	0	0	0	0	10,93	45,49
	3	17,17	9,60	-	0	0	-	0	12,58	15,91	9,67
21	0	0	5,17	5,04	9,06	63,68	22,22	4,40	27,23	24,52	-
	1	-	30,72	17,33	9,93	4,90	-	20,63	-	19,17	14,32
	2	30,72	9,12	0	11,43	6,43	-	0	4,25	0	0
	3	7,89	10,90	-	0	0	3,33	0	-	7,28	6,49
22	0	0	8,38	22,79	-	96,24	46,03	25,51	18,64	31,21	13,75
	1	7,65	49,40	9,20	-	15,12	46,07	0	10,35	11,80	4,70
	2	-	4,43	11,91	7,96	9,95	9,44	21,20	27,41	10,90	20,32
	3	11,71	-	20,22	26,92	22,40	23,24	28,94	-	10,69	19,50
23	0	5,73	15,71	26,46	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	0	22,12	19,74	51,54	28,87	19,05	10,15	10,57	3,22
	2	21,29	8,08	6,00	11,23	14,95	14,78	11,78	9,93	17,33	15,90
	3	25,92	20,76	-	12,62	16,41	6,91	7,00	7,33	5,49	9,64
24	0	0	0	0	16,42	6,76	18,63	13,24	-	0	0
	1	0	0	0	0	-	15,73	35,88	62,56	25,10	13,15
	2	20,87	0	-	23,64	0	0	0	0	0	0
	3	0	24,09	18,39	15,75	0	-	22,51	38,28	-	9,94
25	0	28,34	16,83	8,00	7,87	34,19	15,17	42,01	33,30	3,01	9,37
	1	20,80	19,97	56,14	-	53,77	47,35	48,89	51,15	40,81	71,04
	2	46,46	38,18	45,33	29,77	48,25	45,47	34,87	37,29	43,69	81,70
26	0	0	23,01	0	0	0	5,28	-	-	-	-
	1	15,42	4,41	0	0	0	-	13,30	21,63	2,92	-
	2	96,35	70,69	45,08	34,27	0	0	0	0	45,55	6,34
	3	0	28,47	-	0	8,92	9,40	5,71	5,42	-	12,57

Tableau N° V. E Tableau synoptique des mesures de litière (gMS)
dans les groupements Spt et FRs.

Groupement	N° de site	N° d'ordre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Spt	28	0	12,37	38,77	14,50	14,69	19,24	16,75	19,76	22,67	25,81	20,16
		1	32,66	33,88	38,69	46,25	43,58	18,97	24,25	25,10	26,37	28,41
		2	21,71	23,54	25,82	27,14	19,90	7,66	11,15	14,04	13,91	28,65
	29	0	8,45	8,17	5,38	10,53	-	11,05	6,24	-	-	7,11
		1	7,32	7,74	23,91	64,68	29,19	62,48	79,77	26,40	-	-
		2	11,94	-	-	-	19,72	49,60	16,48	0	-	11,42
FRs	30	0	20,03	17,47	x	19,72	19,27	21,66	15,29	11,19	11,91	21,37
		1	16,66	15,99	36,14	21,41	12,57	18,43	15,72	8,72	11,33	5,88
		2	30,88	41,43	35,50	28,30	39,59	29,04	21,35	27,11	39,48	16,68
	31	0	50,55	52,33	56,15	35,99	-	35,81	93,40	20,27	69,46	66,02
1		73,56	28,73	49,56	41,86	79,44	57,37					
Spt	32	0	17,34	32,22	14,43	20,42	38,61	36,38	32,16	44,32	30,87	31,18
		1	67,24	47,68	77,26	71,73	47,24	43,01	63,62	72,69	x	50,29
		2	100,59	60,27	41,55	52,99	30,61	36,50	24,31	26,63	18,53	26,80

Tableau N° V. F Tableau Synoptique des mesures de litière (gMS)
dans le groupement Ase.

Groupement	N° de site	N° d'ordre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
35	0		114,9	83,1	0	0	0	73,7	0	0	0	0
	1		0	0	0	82,5	65	-	40,6	80,2	-	35,2
	2		49,7	94,4	132,3	31,8	45,7	104,2	43,8	57,1	32,5	75,4
	3		40,3	23,7	60,5	57,2	58,6	34,8	57,5	50,1	95,1	51,3
36	0		30,3	69,5	11,5	0	5,1	19,4	0	22,1	0	0
	1		9,8	2,3	-	0	0	0	-	0	48,1	51,9
	2		32,2	77,2	53,4	0	15,9	0	18,0	4,4	0	25,2
37	0		0	0	0	0	0	0	0	0	88,9	130,9
	1		140,4	30,8	0	0	0	0	0	57,7	49,0	50,3
	2		22,1	14,3	24,2	-	91,8	101,6	72,6	106,5	0	41,2
38	3		53,7	18,8	0	0	0	0	0	0	0	14,9
	0		0	0	0	12,1	0	67,1	28,3	24,1	0	0
39	1		18,6	31,6	0	0	11,0	15,4	0	0	0	0
	0		0	0	0	0	69,0	0	0	0	-	0
	1		0	37,4	30,1	-	15,1	0	0	-	9,9	48,6
42	2		37,9	5,2	33,1	0	8,4	35,7	0	+	12,2	15,3
	0		98,4	34,1	19,6	69,7	78,1	29,3	105,0	87,0	42,6	29,7
	1		16,5	36,5	0	17,4	15,2	24,0	59,2	53,4	30,3	72,9
	2		53,6	24,8	37,9	59,0	0	-	-	0	55,1	85,3
	3		93,9	74,6	37,1	40,1	45,9	35,1	89,3	39,0	44,6	23,2

Fig. N° I A

GROUPEMENT A M s

AJUSTEMENT DE LA DISTRIBUTION DE LA BIOMASSE Fourragère
A UNE LOI LOGNORMALE

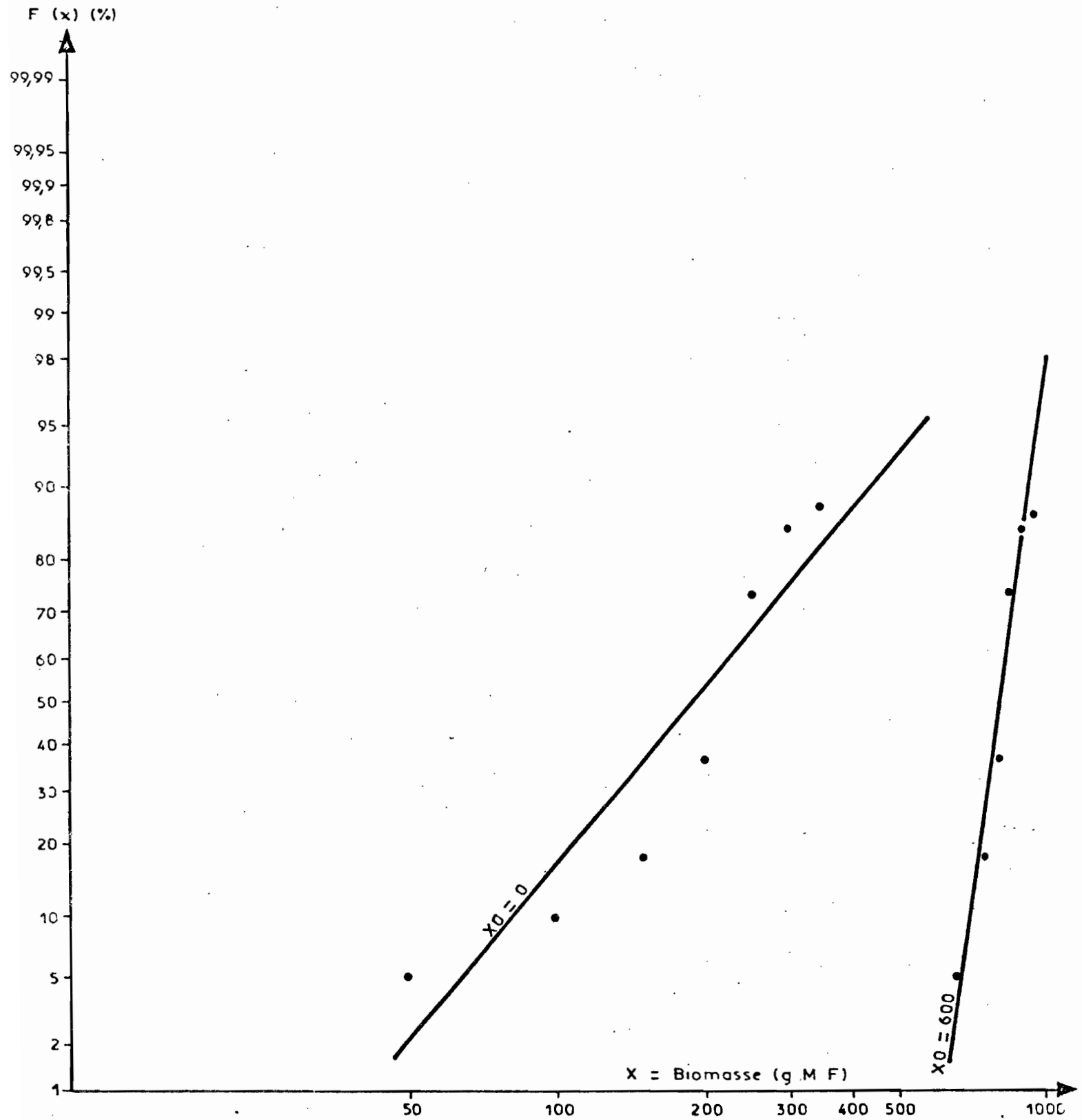


Fig. N° I B

GROUPEMENT C d c

AJUSTEMENT DE LA DISTRIBUTION DE LA BIOMASSE Fourragère
A UNE LOI LOGNORMALE

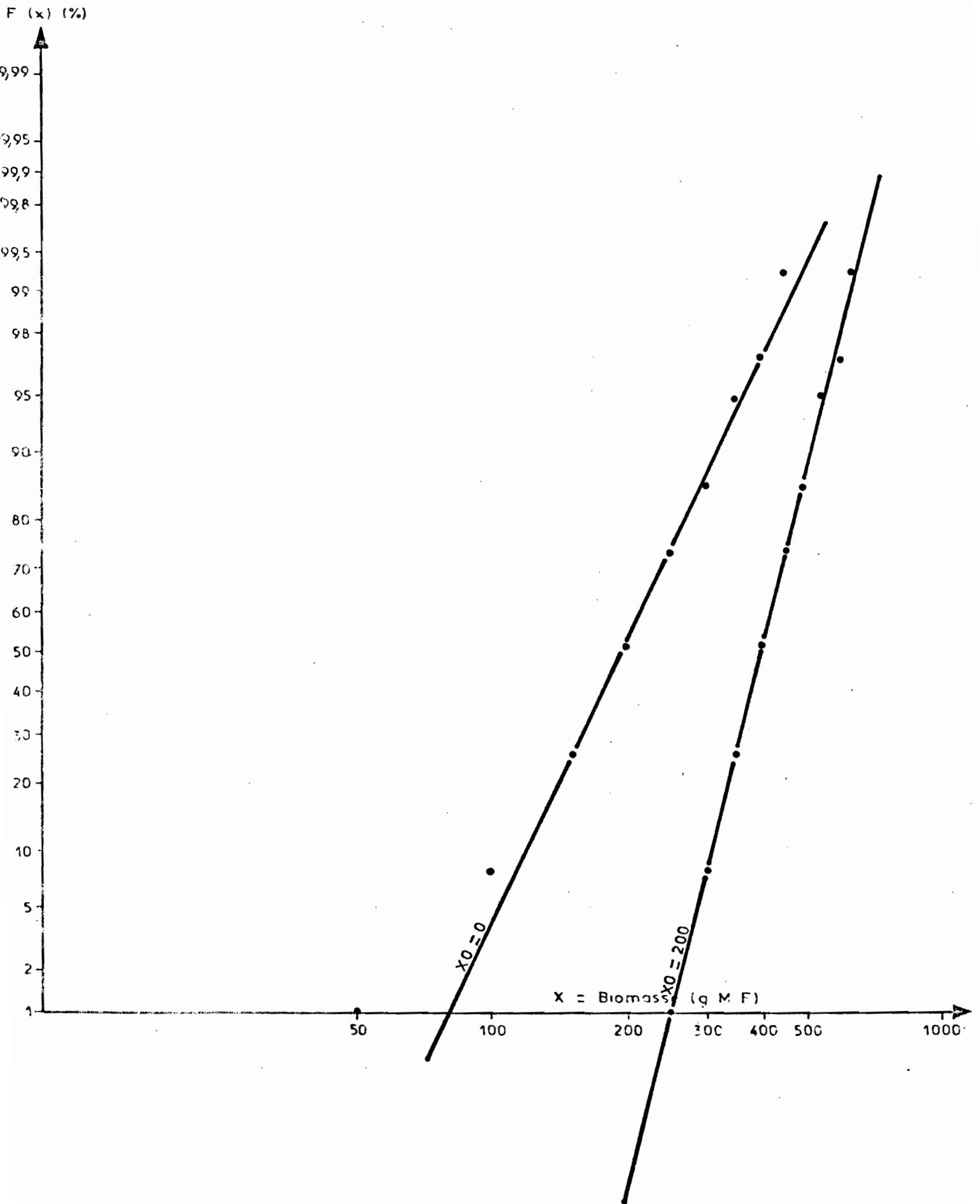


Fig. N° I C

GROUPEMENT C e e-C e s
AJUSTEMENT DE LA DISTRIBUTION DE LA BIOMASSE Fourragère
A UNE LOI LOGNORMALE

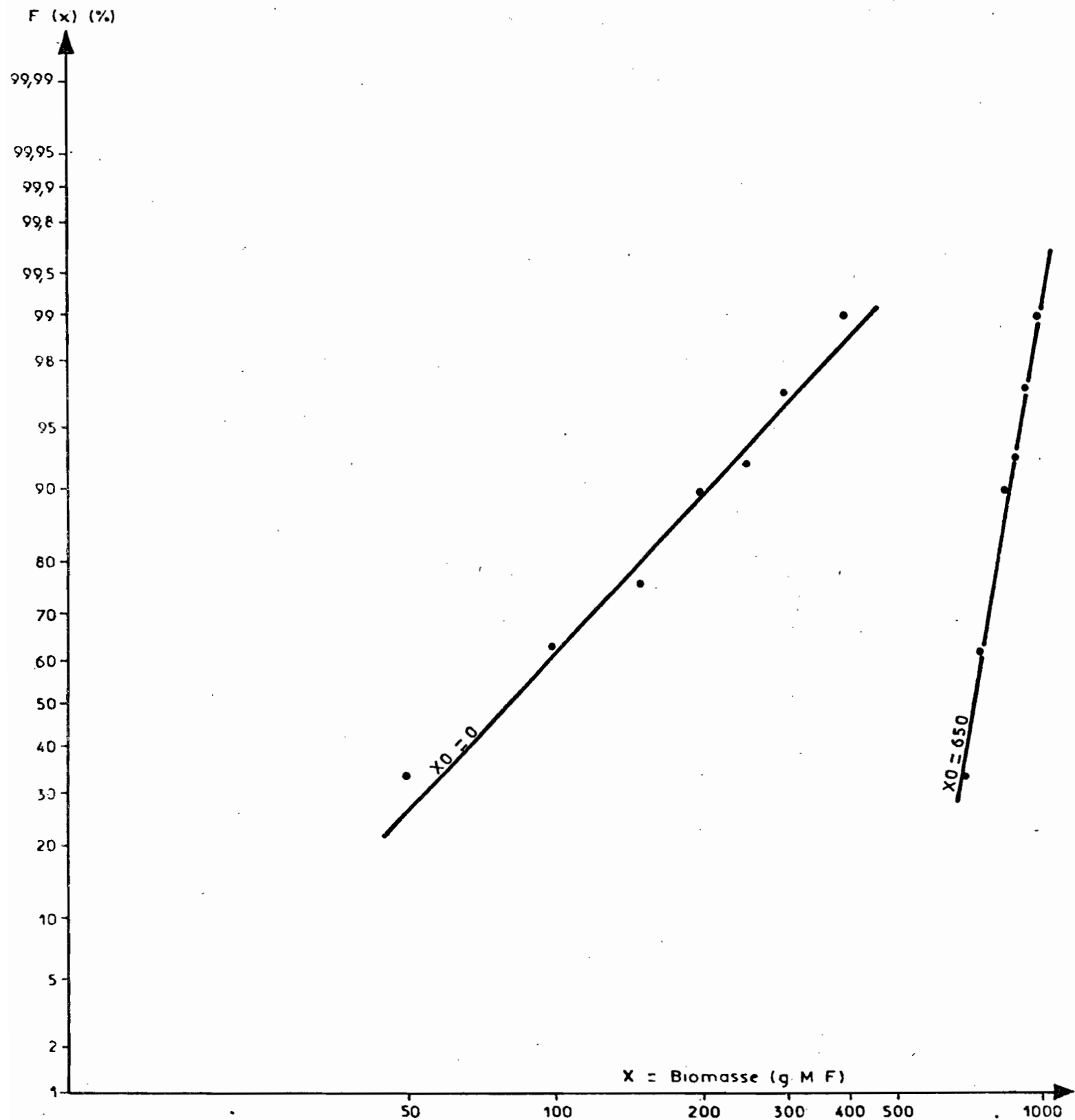


Fig. N° I D

GROUPEMENT C e p

AJUSTEMENT DE LA DISTRIBUTION DE LA BIOMASSE Fourragère
A UNE LOI LOGNORMALE

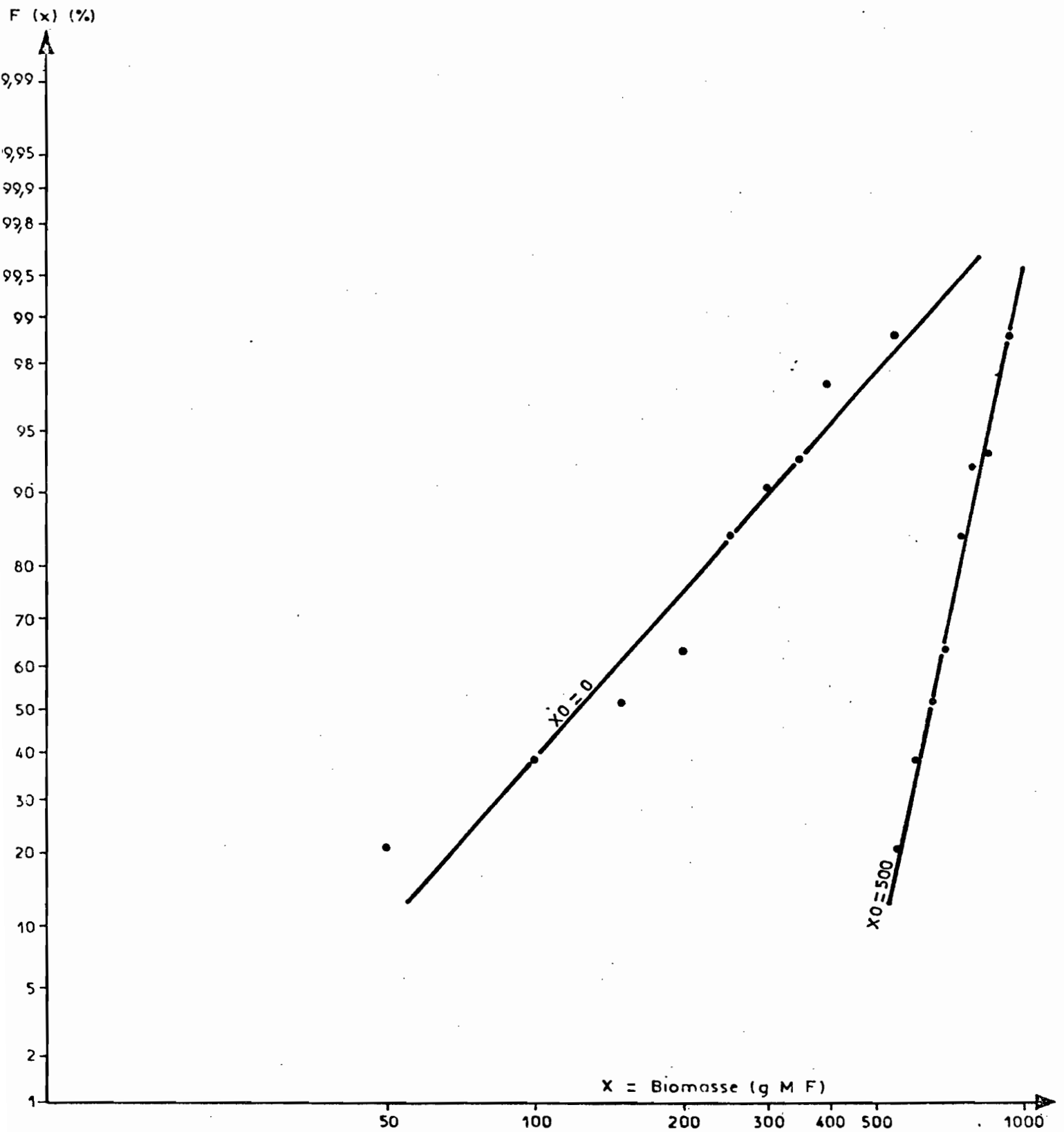


Fig. N° I E

GROUPEMENT S g I

AJUSTEMENT DE LA DISTRIBUTION DE LA BIOMASSE Fourragère
A UNE LOI LOGNORMALE

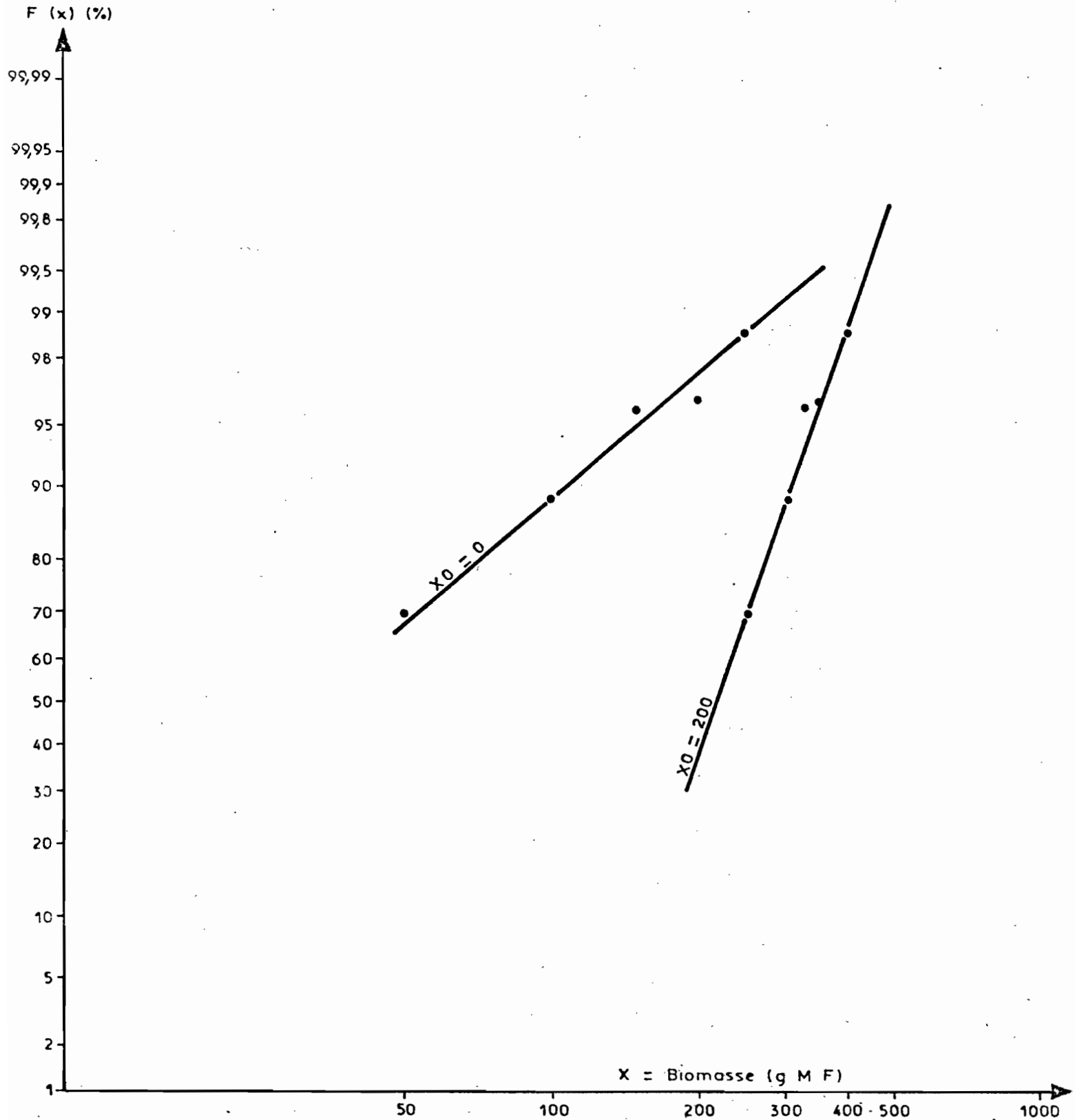


Fig. N° I F

GROUPEMENT S g r

AJUSTEMENT DE LA DISTRIBUTION DE LA BIOMASSE Fourragère
A UNE LOI LOGNORMALE

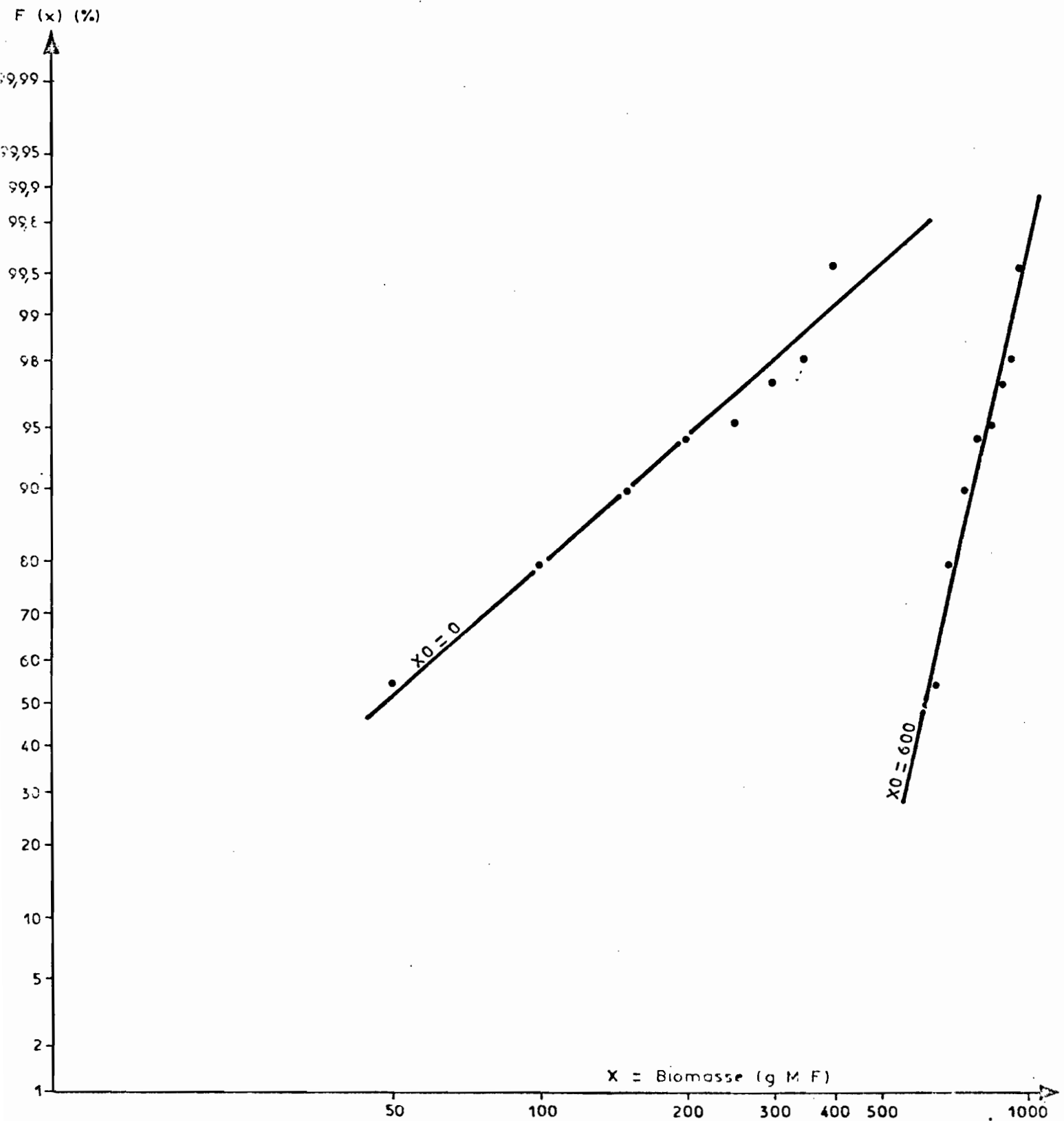


Fig. N° I G

GROUPEMENT S p t - F r s

AJUSTEMENT DE LA DISTRIBUTION DE LA BIOMASSE Fourragère
A UNE LOI LOGNORMALE

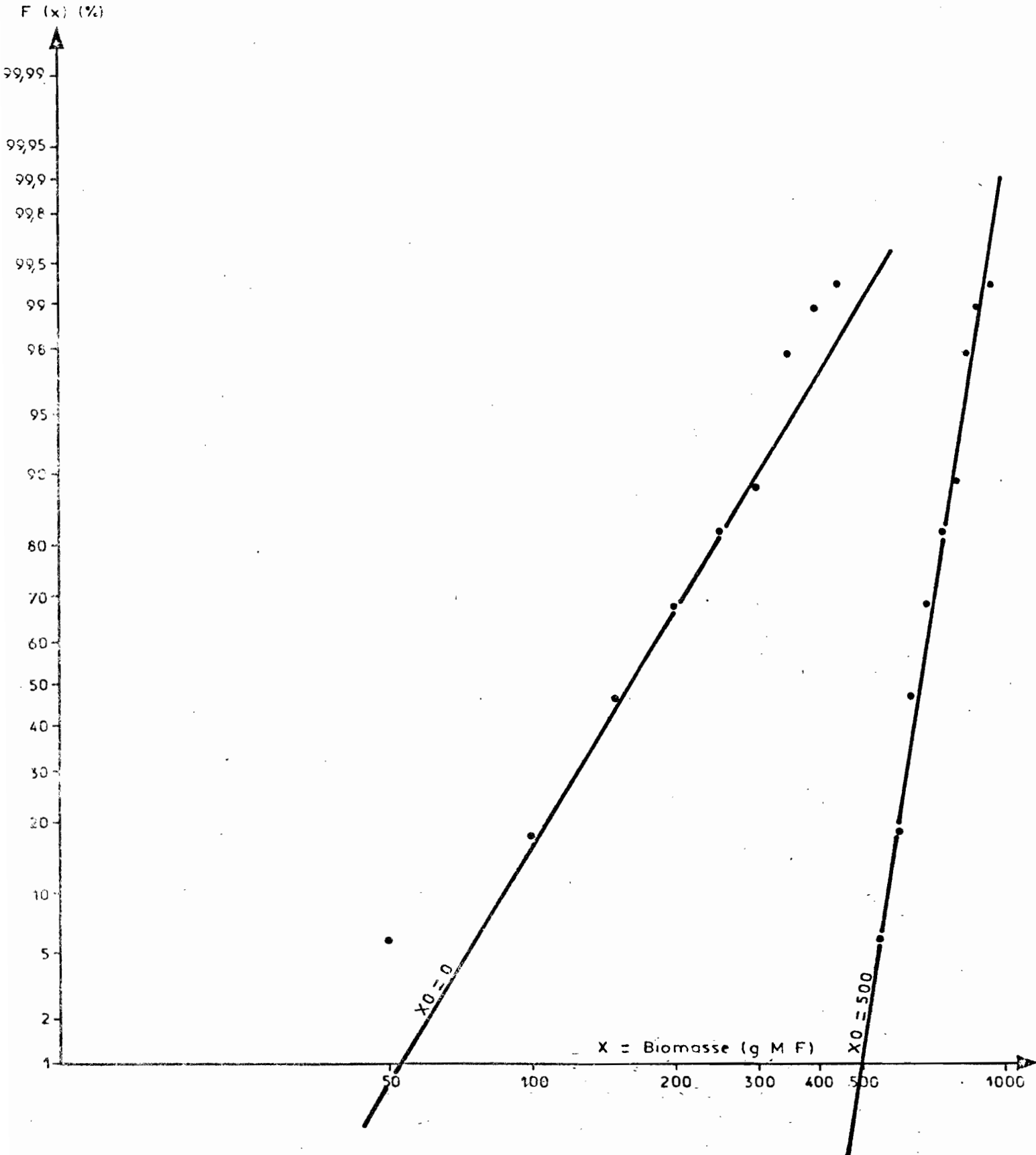


Fig. N° I H

GROUPEMENT A s g
AJUSTEMENT DE LA DISTRIBUTION DE LA BIOMASSE Fourragère
A UNE LOI LOGNORMALE

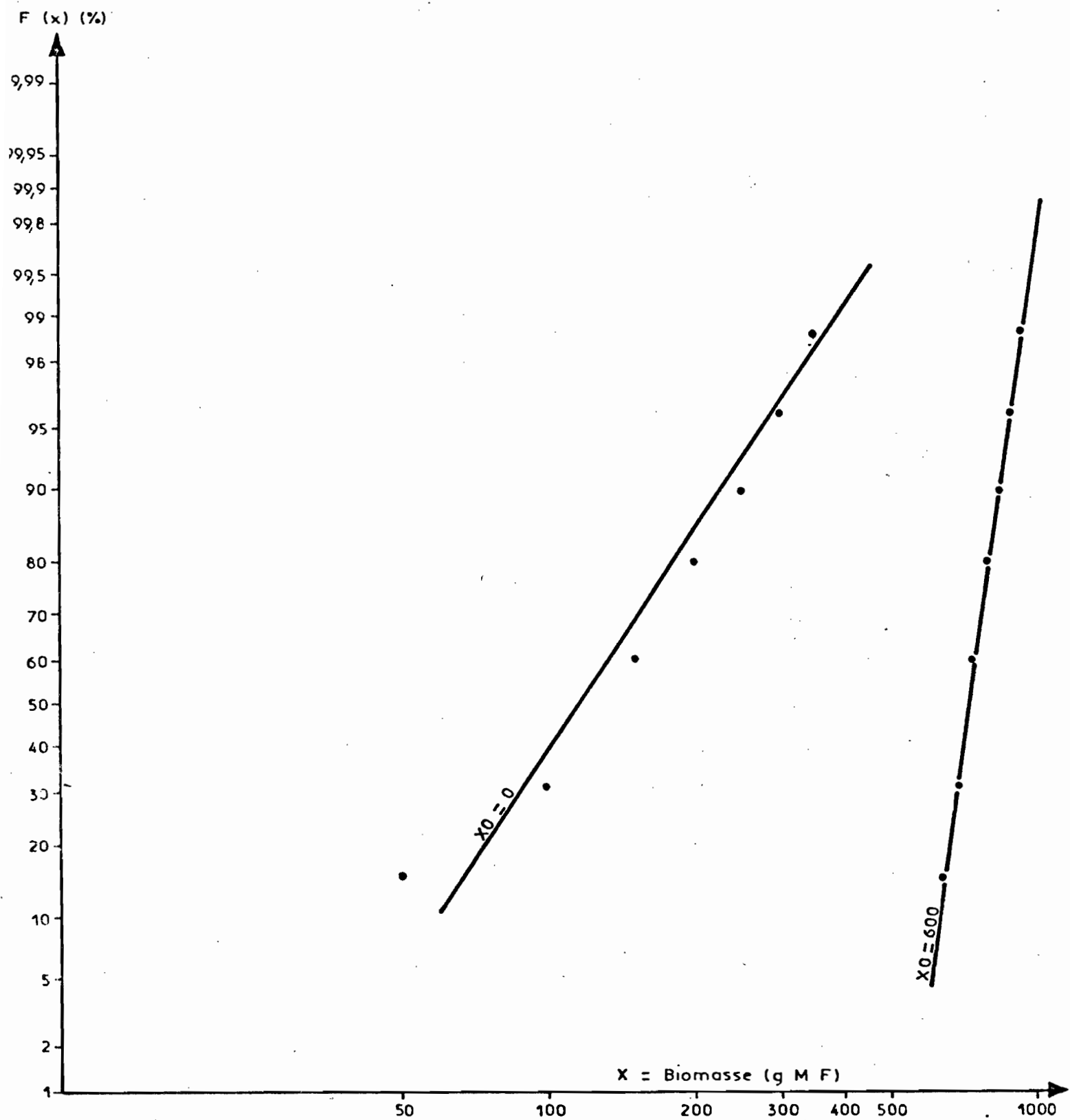


Fig. N° II

GROUPEMENT A s e

AJUSTEMENT DE LA DISTRIBUTION DE LA BIOMASSE Fourragère
A UNE LOI LOGNORMALE

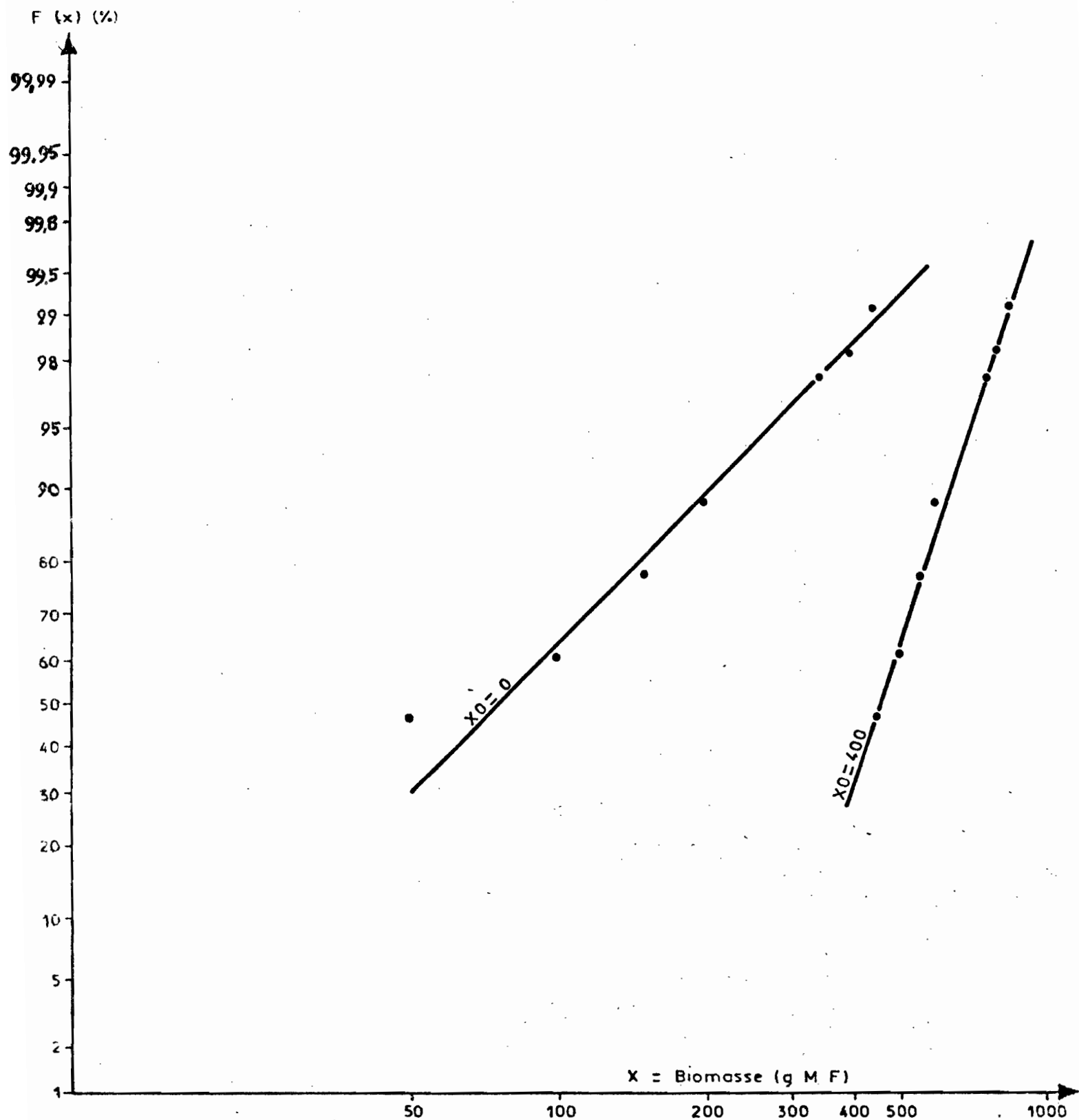


Fig. N° I J

GROUPEMENT C d s

AJUSTEMENT DE LA DISTRIBUTION DE LA BIOMASSE Fourragère
A UNE LOI LOGNORMALE

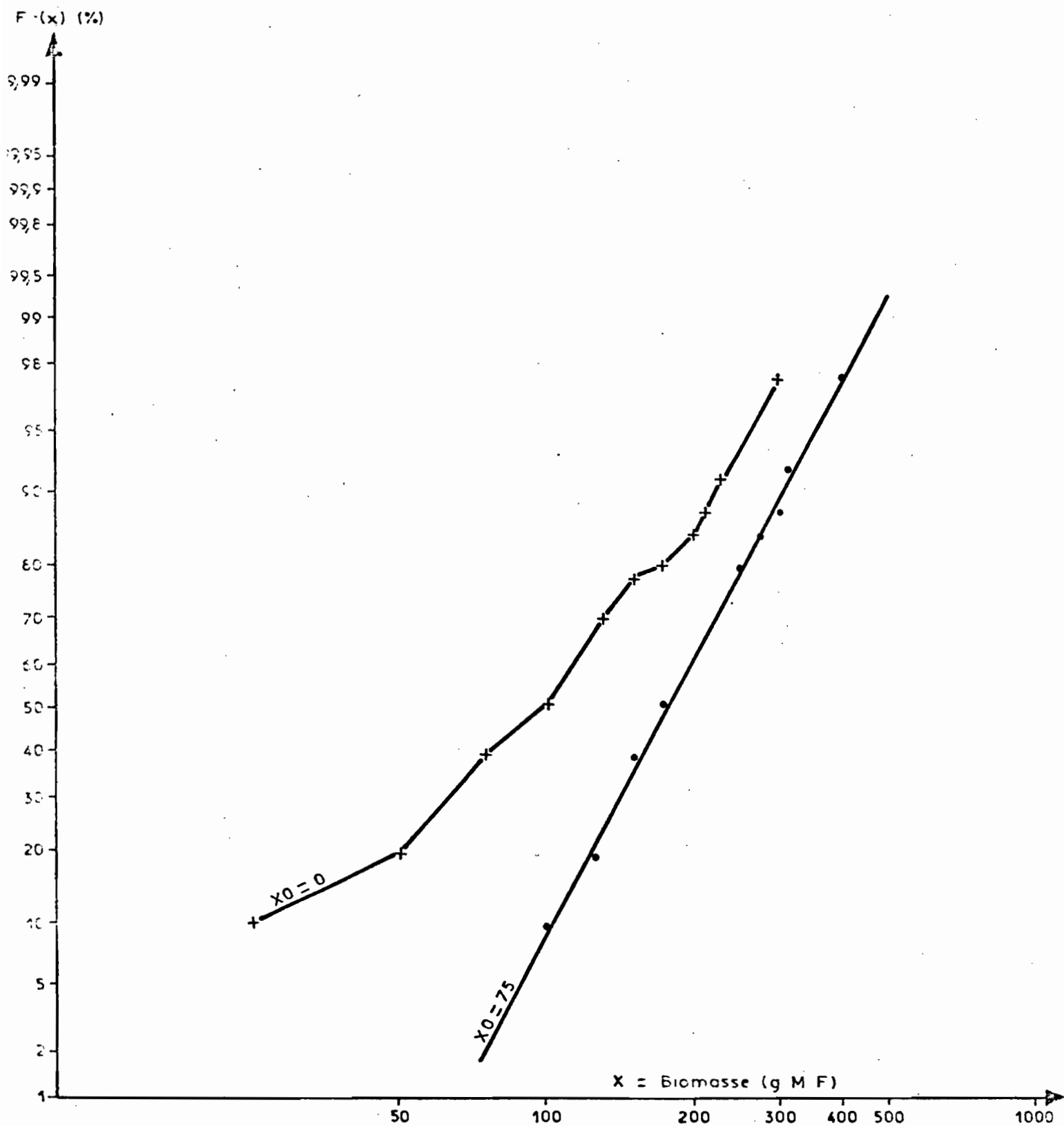


Fig. N° II A

GROUPEMENT A M s

AJUSTEMENT DE LA DISTRIBUTION DE LA LITIERE

A UNE LOI LOGNORMALE

(échelle gausso-logarithmique)

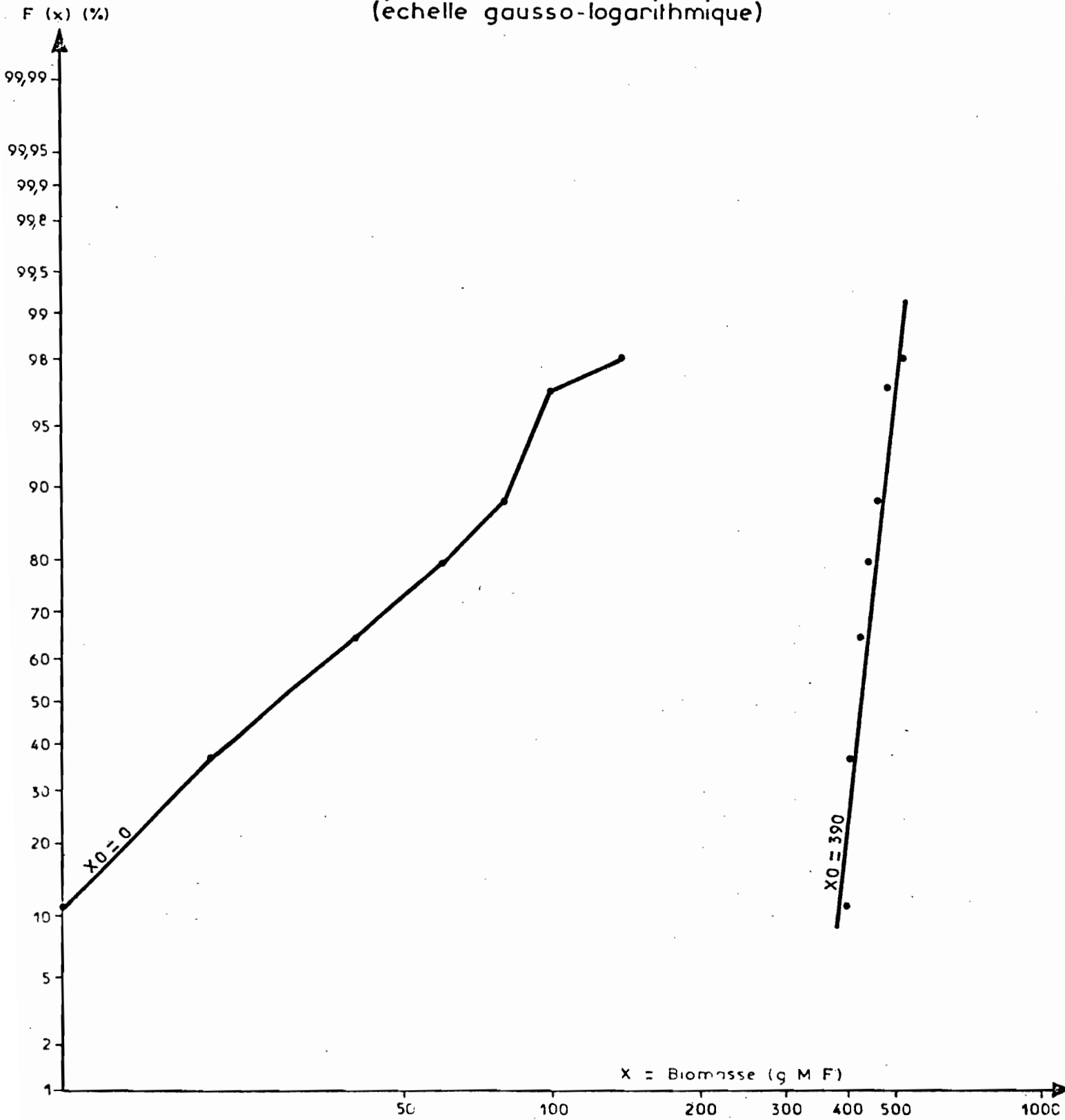


Fig. N° II B

GROUPEMENT C d c

AJUSTEMENT DE LA DISTRIBUTION DE LA LITIERE
A UNE LOI LOGNORMALE

(échelle gausso-logarithmique)

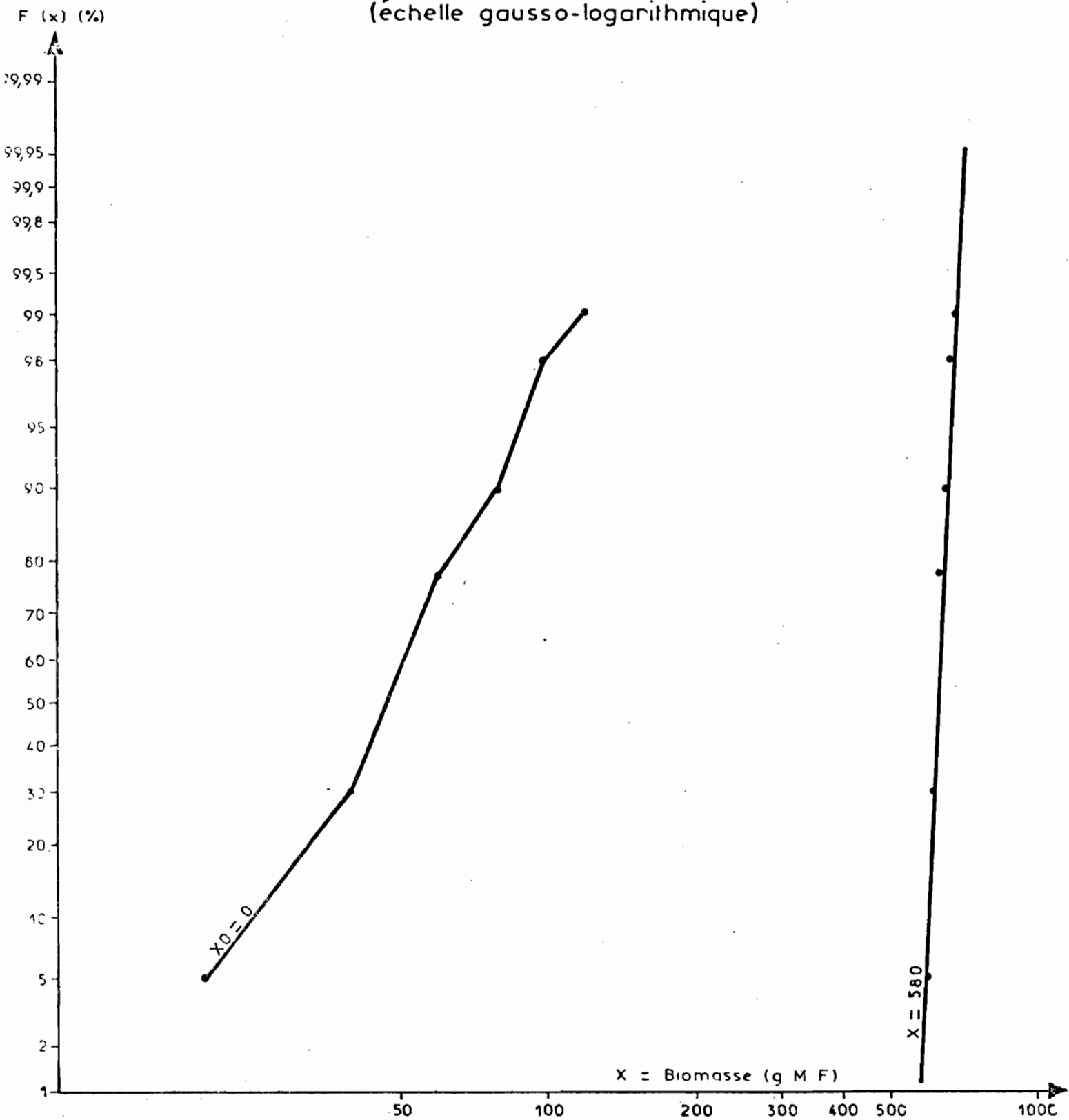


Fig. N° II C

GROUPEMENT C e s - C e e

AJUSTEMENT DE LA DISTRIBUTION DE LA LITIERE
A UNE LOI LOGNORMALE

(échelle gausso-logarithmique)

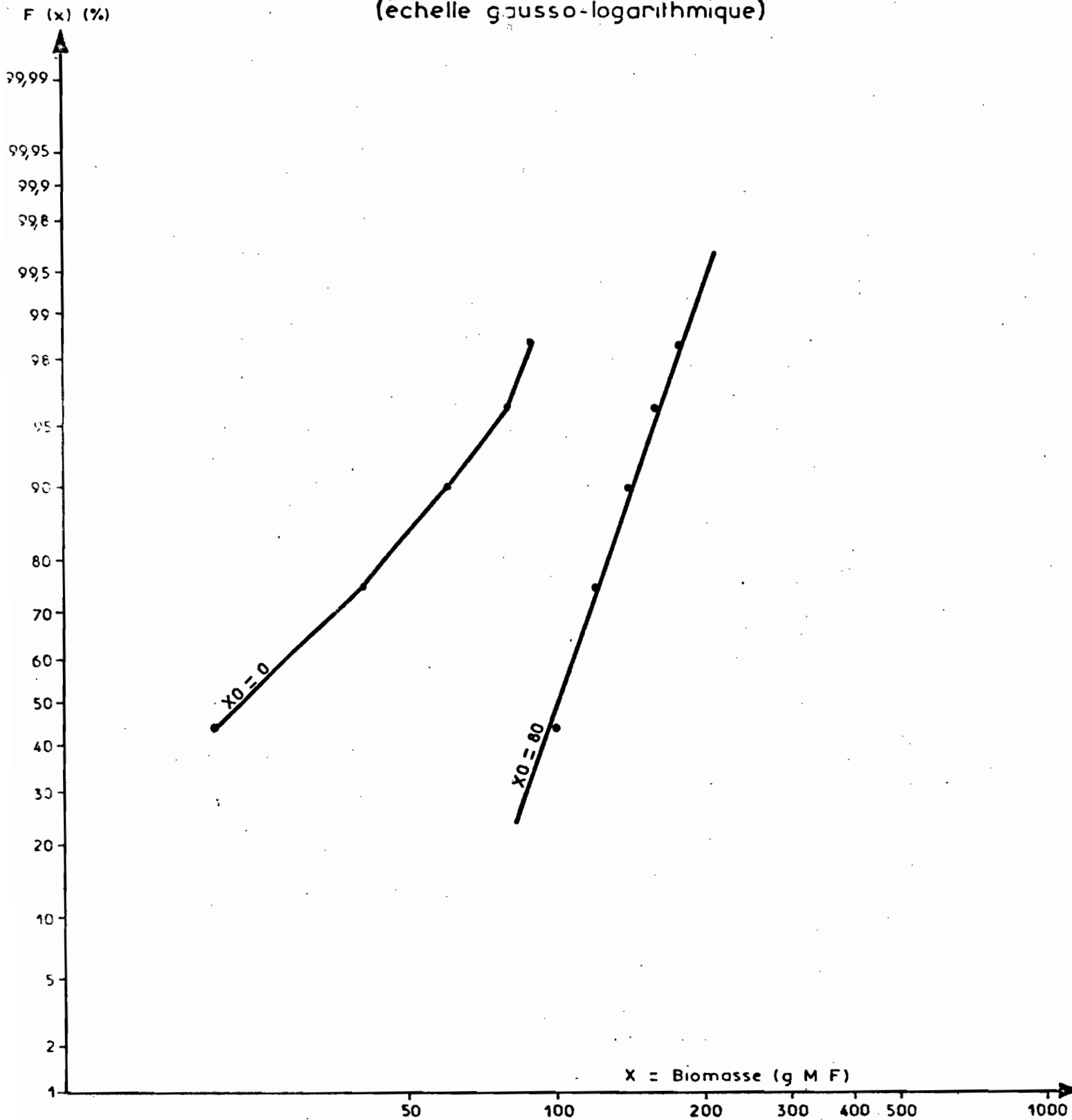


Fig. N° II D

GROUPEMENT C e p

AJUSTEMENT DE LA DISTRIBUTION DE LA LITIERE

A UNE LOI LOGNORMALE

(échelle gausso-logarithmique)

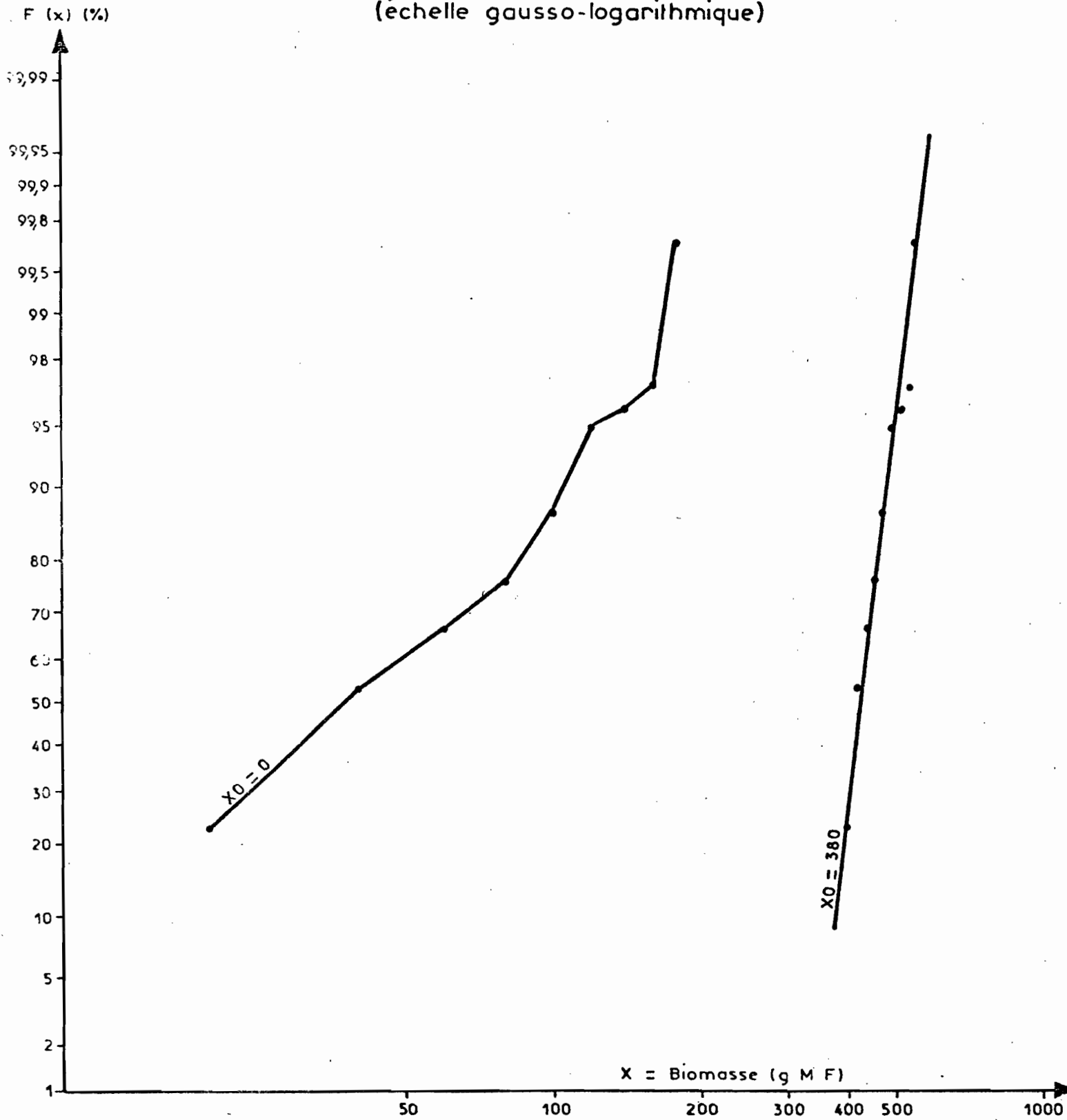


Fig. N° II E

GROUPEMENT S g I

AJUSTEMENT DE LA DISTRIBUTION DE LA LITIERE
A UNE LOI LOGNORMALE

(échelle gausso-logarithmique)

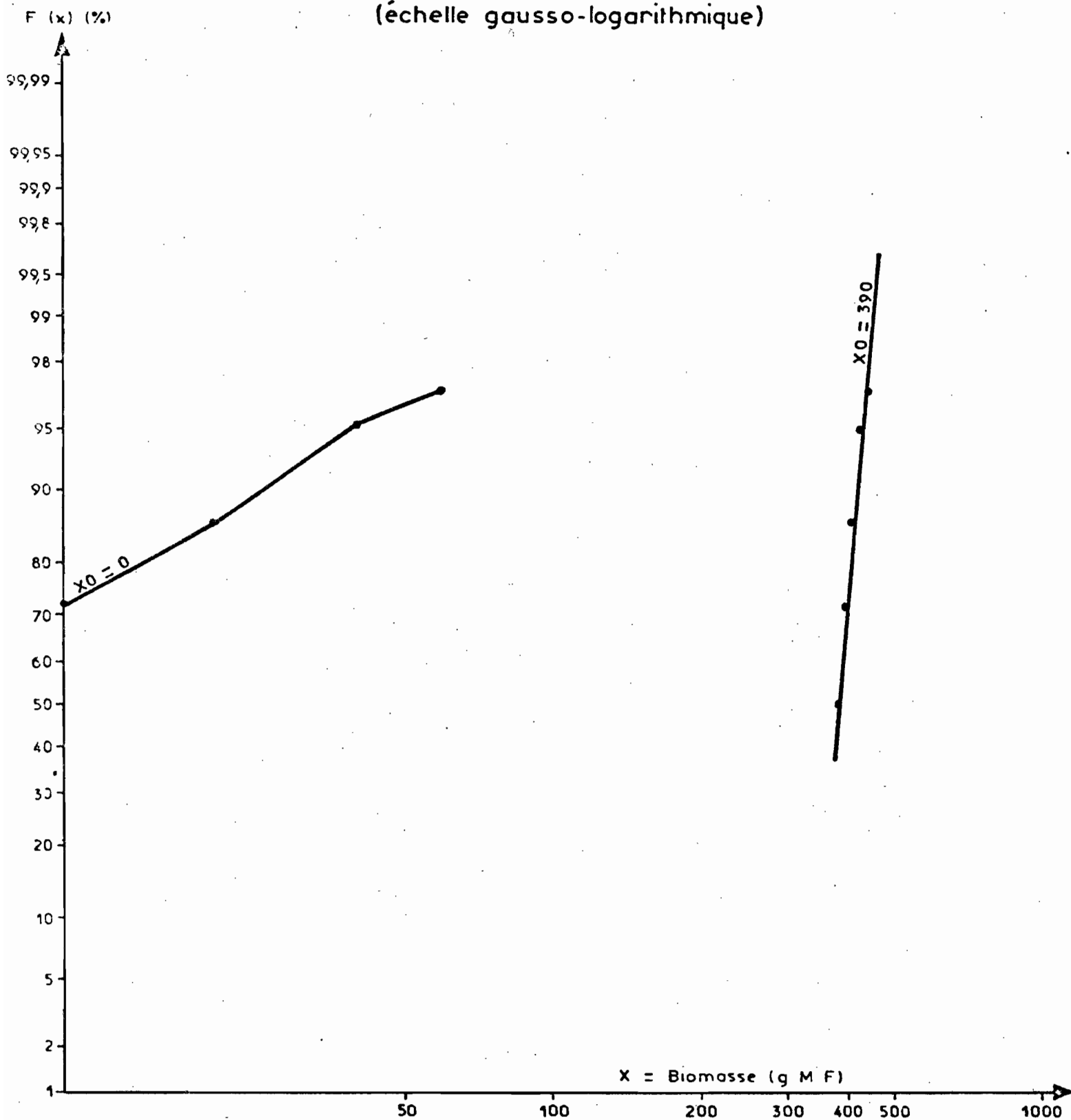


Fig. N° II F

GROUPEMENT S g r

AJUSTEMENT DE LA DISTRIBUTION DE LA LITIERE

A UNE LOI LOGNORMALE

(échelle gausso-logarithmique)

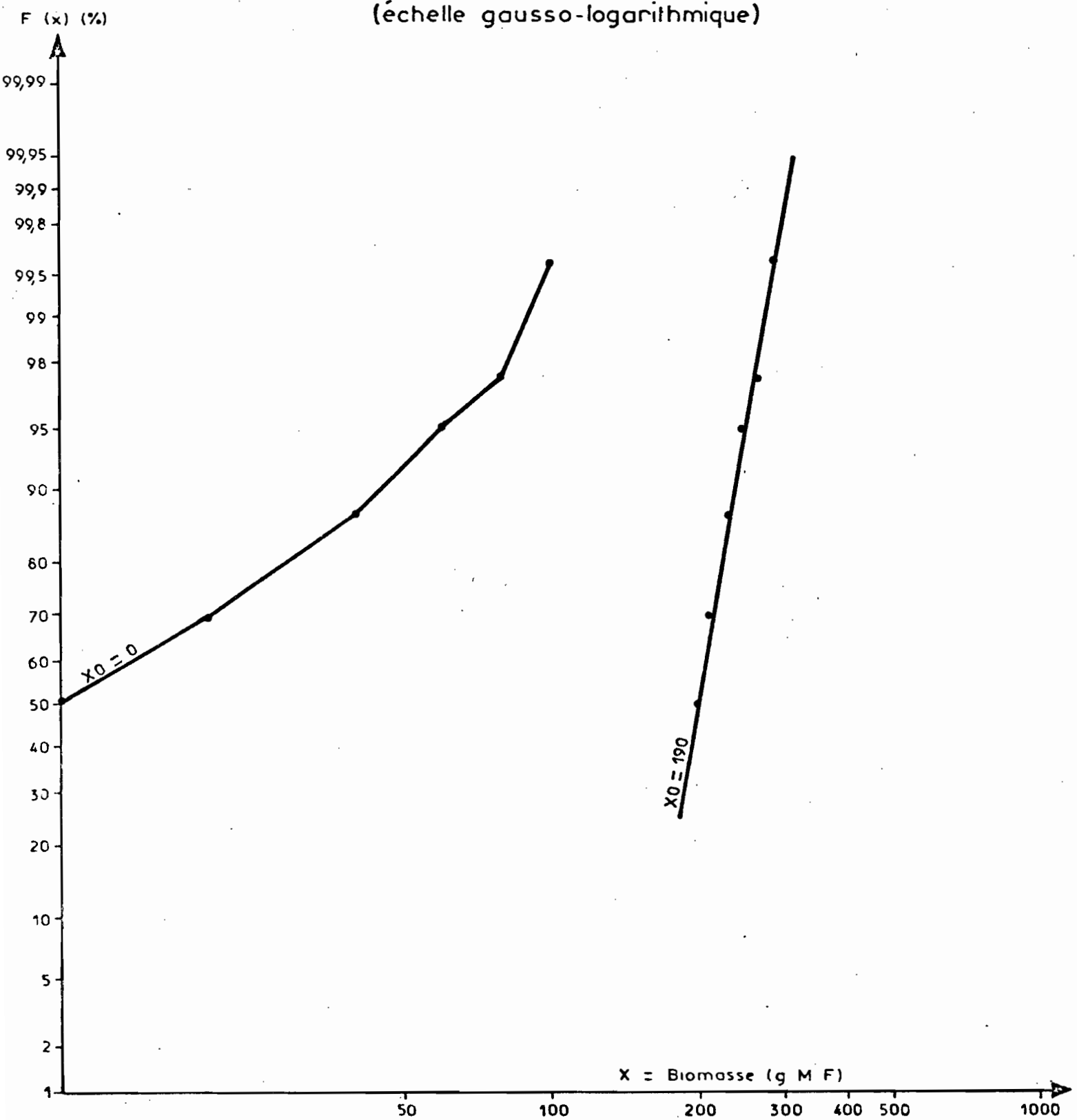


Fig. N° II G

GROUPEMENT S p t

AJUSTEMENT DE LA DISTRIBUTION DE LA LITIERE
A UNE LOI LOGNORMALE

(échelle gausso-logarithmique)

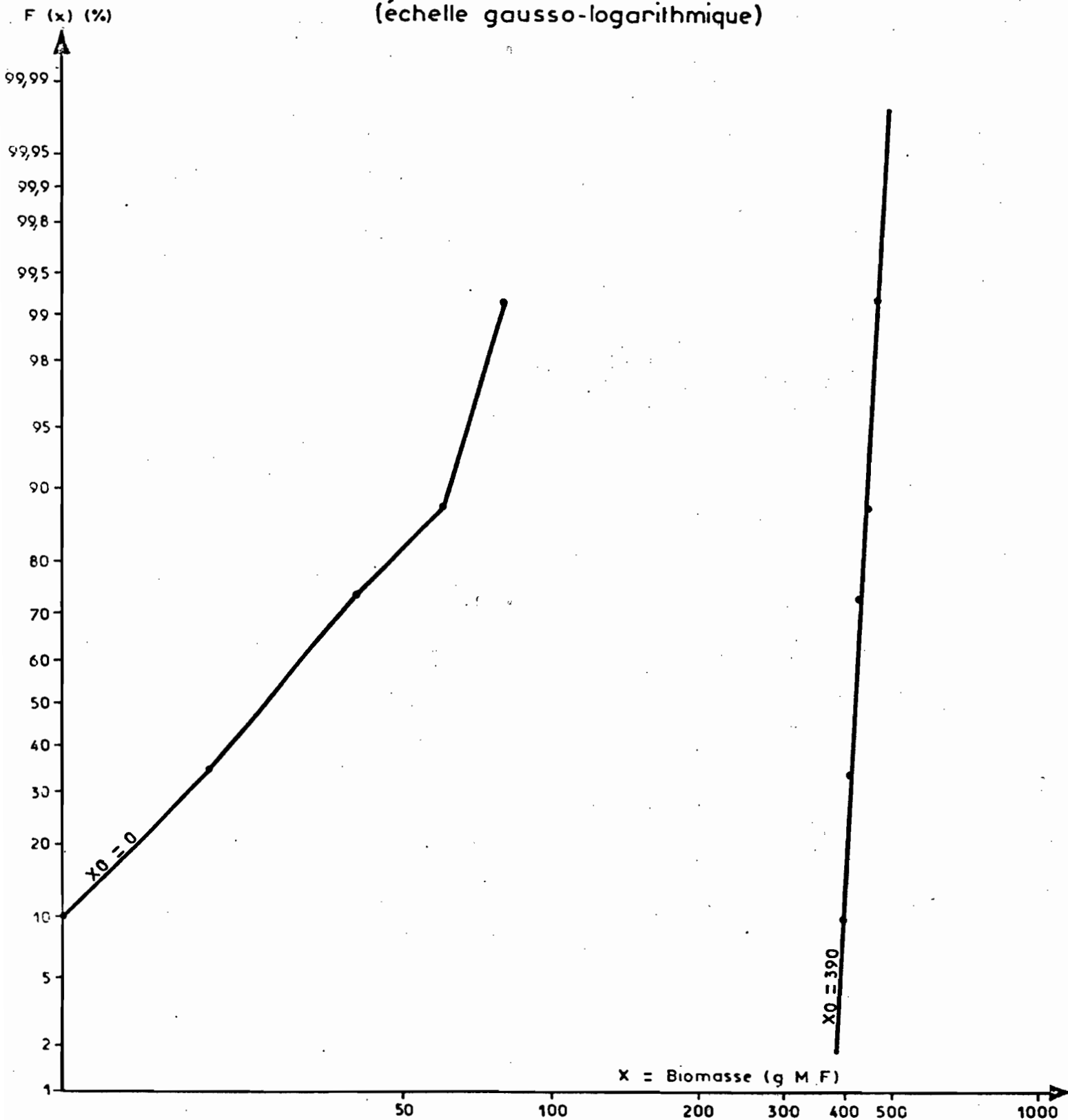


Fig. N° II H

GROUPEMENT A s g

AJUSTEMENT DE LA DISTRIBUTION DE LA LITIERE
A UNE LOI LOGNORMALE

(échelle gausso-logarithmique)

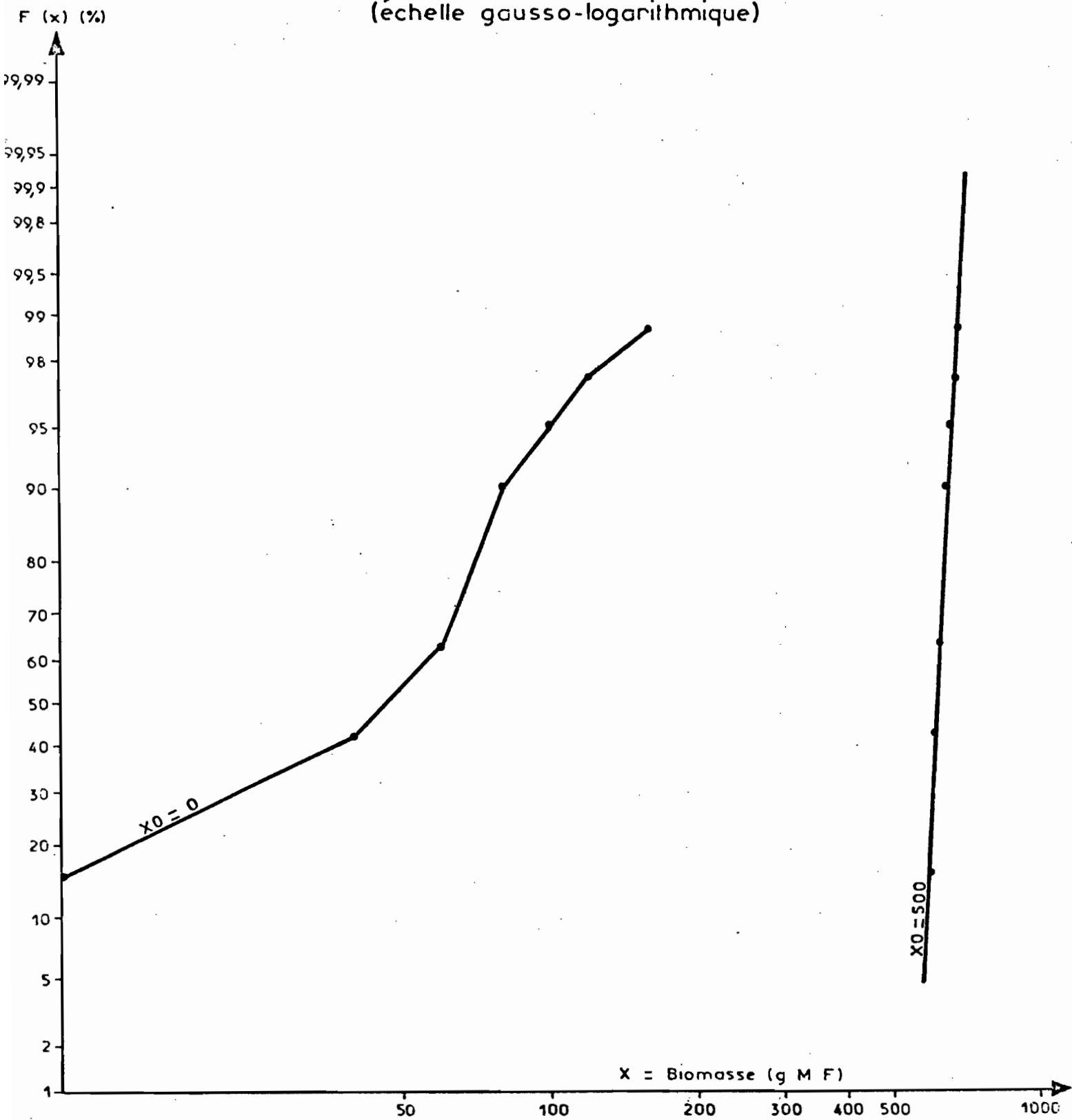


Fig. N° II I

GROUPEMENT A s e
AJUSTEMENT DE LA DISTRIBUTION DE LA LITIERE
A UNE LOI LOGNORMALE
(échelle gausso-logarithmique)

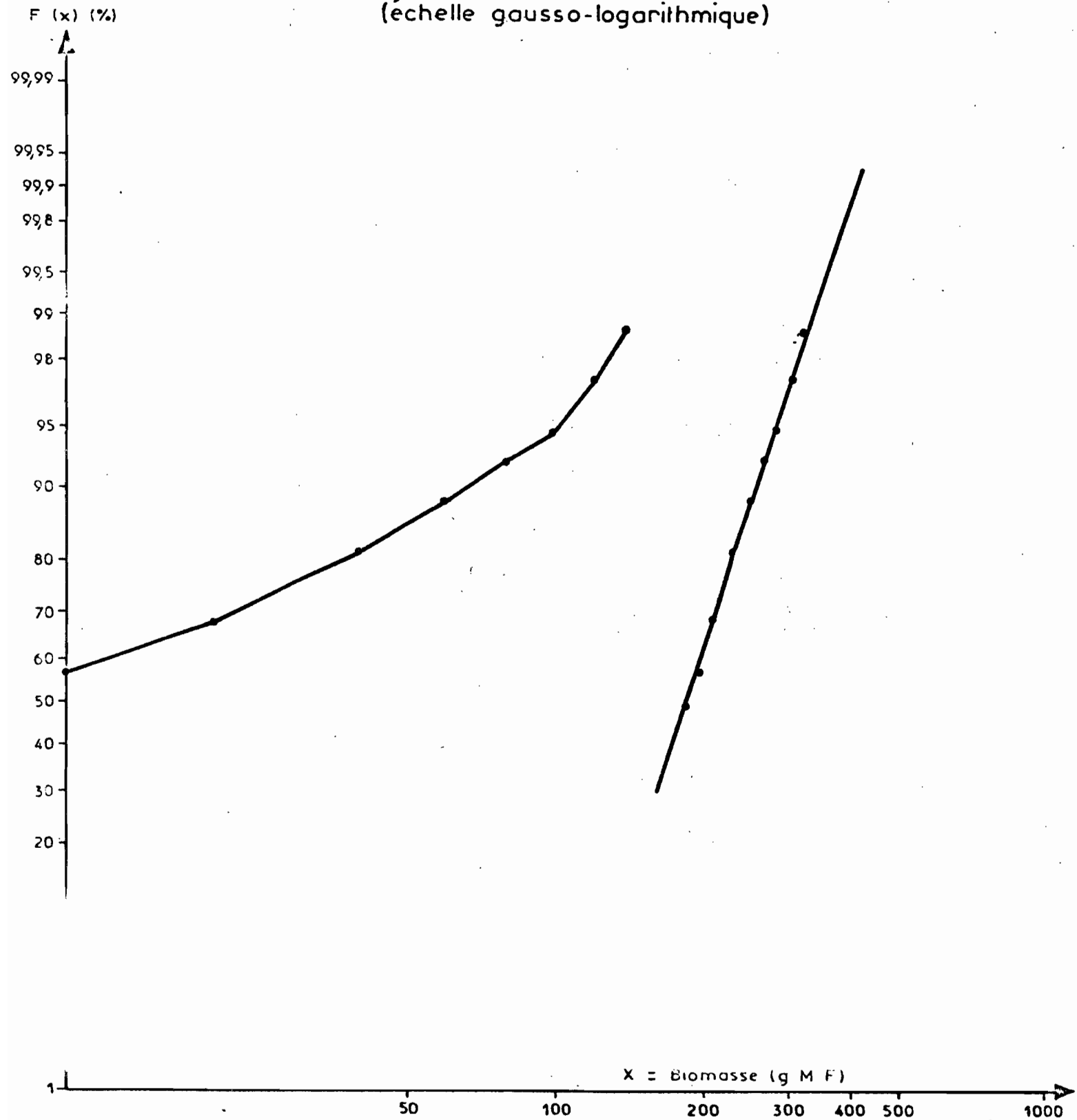


Fig. N° II J

GROUPEMENT C d s

AJUSTEMENT DE LA DISTRIBUTION DE LA LITIÈRE
A UNE LOI LOGNORMALE

(échelle gausso-logarithmique)

