CILSS.OMM.PNUD

CENTRE REGIONAL DE FORMATION ET D'APPLICATION EN AGROMETEOROLOGIE ET HYDROLOGIE OPERATIONNELLE

RAPPORT DES ACTIVITES AGRONOMIQUES ET AGRO-METEOROLOGIQUES DE L'HIVERNAGE 1980

LE COUVERT HERBACE NATUREL ET LES CULTURES FOURRAGERES

P. VOSSEN

n° 141

AGRHYMET

NIAMEY 1981

CILSS.OMM.PNUD

CENTRE REGIONAL DE FORMATION ET D'APPLICATION EN AGROMETEOROLOGIE ET HYDROLOGIE OPERATIONNELLE

RAPPORT DES ACTIVITES AGRONOMIQUES ET AGRO-METEOROLOGIQUES DE L'HIVERNAGE 1980.

LE COUVERT HERBACE NATUREL ET LES CULTURES FOURRAGERES

P. VOSSEN

n° 141

AGRHYMET

NIAMEY 1981

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

Ce rapport sur le couvert herbacé et sur les cultures fourragères du Centre AGRHYMET en 1980 fait partie du rapport général sur les activités agronomiques et agrométéorologiques du Centre pendant l'hivernage 1980.

Il a un but didactique et doit fournir des exemples pour les cours d'Agrostologie aux Ingénieurs des Travaux et aux Techniciens Supérieurs en Agrométéorologie.

En effet, les exemples concernant le Sahel manquent souvent dans les cours et les observations effectuées au Centre en 1980, ont donc comme but principal de remedier à cetta lacune.

Ce rapport ne contient que les principaux résultats des observations effectuées et leur discussion. Un rapport détaillé est en préparation. Dans ce dernier rapport les méthodes utilisées, ainsi que les tests statistiques utilisés pour le traitement des données seront expliqués plus amplement.

Le présent rapport contient des chapitres sur:

1. L'introduction de Légumineuses dans un couvert herbacé naturel.
2. La fertilisation de couverts herbacés naturels.
3. Les caractéristiques d'un couvert herbacé naturel (production, hauteur, recouvrement, composition floristique) et l'influence de la pluviométrie sur ces élements. (Pour une meilleure interprétation, les donnés de 1979 ont été reprises, là où elles étaient disponibles.)

LA PLUVIOMETRIE DE L'HIVERNAGE 1980

	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPT.	OKT.	
1				10.2			
2			41.6		35.3		
3				5.0	19.2		
4				0.3			
5			0.4	12.4			
6		15.5	6.7	12.6	9.2		
7							
8							
9		5.1	2.2	14.7	14.0		
10							
11		11.7					
12		3.4			2.0		
13			11.7	1.3			
14			54.4				
15			1.8				
16			0.2	1.6			
17			7.2				
18				12.3	12.2		
19				14.1			
20	6.6		2.8				
21				8.3			
22			0.1				
23			1.2				
24			0.5				
25		4.1					
26			10.6				
27		2.1	2.6				
28							
29			0.5	2.1			
30		14.6		7.2			
31			6.5	8.3			
DECADE I	-	20.6	50.9	55.2	77.7	-	
DECADE II	6.6	15.1	78.1	29.3	14.2	-	
DECADE III	-	20.8	21.0	25.9	-	-	
TOTAL	6.6	56.5	150.0	110.4	91.9		415.5
NOMBRE JOURS	1	7	17	14	6	-	

LOCALISATION DES ESSAIS

Légende:

I: Essais: introduction de S.hamata et de Siratro + fertilisation en Phosphate.

II: Essai: introduction de S.hamata et de D.lablab sur sol nu comaté.

III: Essai: introduction de S.hamata.

IV: Essais: fertilisation en Azote et observations sur couvert herbacé naturel. (voir fig.2).

V: Parc météo principal

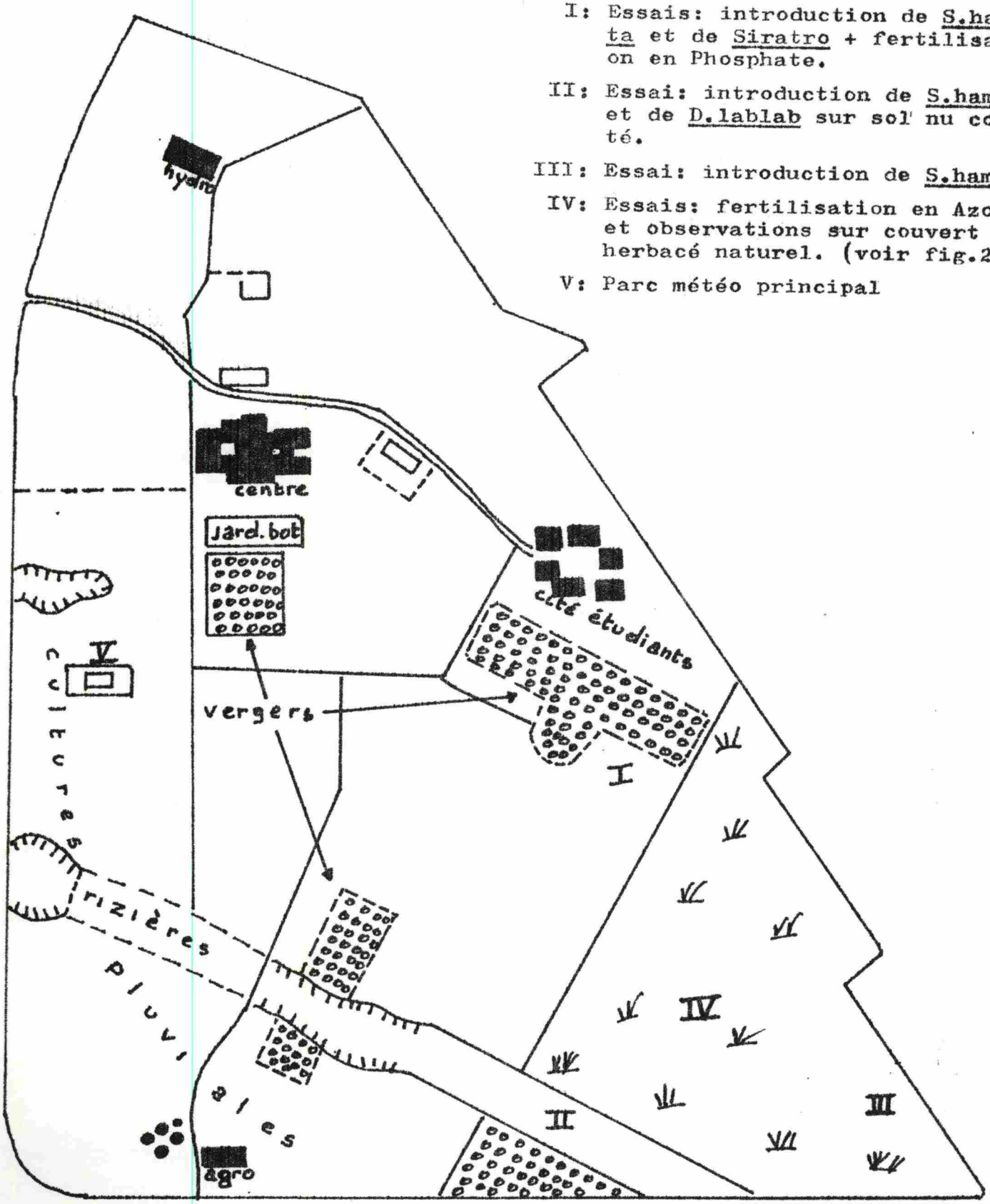


Figure 1: La localisation des essais sur couvert herbacé naturel en 1980.

CHAPITRE I. ESSAIS D'INTRODUCTION DES LEGUMINEUSES STYLOSANTHES HAMATA ET MACROPTILIUM ATROPURPUREUM ("SIRATRO") DANS LE COUVERT HERBACE NATUREL.

I.1. Remarque

Ces essais ont été effectués en collaboration avec le Projet CILSS/FAO - GCP/RAF/098/SW: "Développement des Cultures Fourragères et Amélioration en Zone Soudano - Sahélienne". Le collaborateur pour le projet CILSS/FAO était Mr.D.MARCHAL.

I.2. Essai d'introduction de Siratro dans un couvert herbacé à dominance de Schoenefeldia gracilis. (Sol type 1)

I.2.1. Données

- Sol: gros-sableux, avec une tendance à former une croûte superficielle (faible taux d'argile).
- Schéma: 12 lignes, longues de 30m et écartées de 5m, ont été labourées au motoculteur sur une largeur de 1m. La moitié des lignes a reçu une fertilisation de 27 unités de P_2O_5/ ha (= 50 kg de supertriple par hectare). Cet engrais a été enfoui à une profondeur de 5 cm environ (herse à disques).
- Mode de semis: Dans ces lignes, du Siratro à été semé en poquets distants de 0.5m (5 kg/ha), soit un total de 720 poquets. Profondeur du semis: 2cm.
- Entretien: sarclages des bandes sur une largeur de 1m.
- Date du semis: 28.07.80

I.2.2. Resultats des observations du 4.10.80

- Réussite du semis: 365 des 720 poquets étaient en bon état et plus ou moins bien développés. Ceci signifie une réussite de 50% environ.
- Phase de développement: la masse des plantes commençait l'étalement sur le sol des ramifications.
- Effets de la fertilisation: aucun effet positif de la fertilisation en phosphate sur l'état des plantes, (biomasse, développement, etc.) n'a pu être constaté.
  Il est à signaler qu'un essai de fertilisation en phosphate sur le même couvert herbacé, n'a donné aucune différence significative entre le rendement des parties fertilisées et celui des parties non fertilisées.

I.3. Essai d'introduction de Stylosanthes hamata dans un couvert herbacé à dominance de Schoenefeldia gracilis. (Sol type 2)

I.3.1. Données

- Sol: sol sableux, mais avec un taux d'argile assez élevé ce qui fait que le sol colle et durcit très vite. Le recouvrement par le couvert naturel est d'environ 50%.

- Schéma: l'introduction de S.hamata a été essayé de 3 façons différentes:

  a. en parcelles de 5 X 10 m, au début de l'hivernage, sans aucun labour ni désherbage préalable. 4 parcelles ont été semées à la volée à raison de 15 kg/ha.
  Date du semis: le 27.05.80 (avant les pluies).

  b. en parcelles de 5 X 10 m, au début de l'hivernage, avec hersage préalable du sol. 4 parcelles ont été semées à la volée à raison de 15 kg/ha.
  Date du semis: le 27.05.80 (avant les pluies).

  c. en parcelles de 5 X 10 m, vers la fin de l'hivernage, après sarclage préable de la végétation en place. 4 parcelles ont été semées à la volée à raison de 15 kg/ha.
  Date du semis: le 28.08.80.

- Entretien: aucun

I.3.2. Résultats des observations du 4.10.80.

Dans les 3 essais, l'introduction peut être considérée comme une réussite, mais dans les 3 cas la densité des populations de S.hamata est plutôt faible:

a. semis à la volée sans labour ni désherbage préalable.

- réussite du semis: dans les 4 parcelles, le Stylo était présent, bien qu'il ne recouvre le sol que trés faiblement (moins que 1%). Le nombre de plantes varie de 1 à 5 /m^2. Aucune plante sur les plages nues locales.

- phase de développement: les ramifications sont bien développées. Les plantes qui se trouvent tout près d'un buisson ou arbuste sont en floraison, portent déja des fruits secs et ont produit beaucoup plus de biomasse que les autres plantes et pourront donc servir comme "souries d'ensemencement" en 1981.

b. semis à la volée, après hersage préalable.

- aucune différence n'a été observée par rapport à la méthode a. Les résultats sont identiques.

c. semis à la volée, vers la fin de l'hivernage, après sarclage préalable de la végétation en place.

- réussite du semis: le semis est mieux réussi que les semis au début de l'hivernage: le recouvrement varie de 2.5% (pour 2 parcelles) à 5% (pour les 2 autres parcelles), ce qui correspond respectivement à environ 5-15 plantes/m^2 et 15-25 plantes/m^2.

- phase de développement: jeunes plantules avec les premières petites ramifications. Les plantes sont bien vertes.

I.3.3. Points d'attention pour 1981

a. vérifier si les plantes survivent lors de la saison sèche 80/81.

b. vérifier si leur densité et leur recouvrement augmentent pendant l'hivernage 1981.

I.4. Essai d'introduction de Stylosanthes hamata dans un couvert herbacé à dominance de Schoenefeldia gracilis (Sol type 1.)

I.4.1. Données

Les données sont identiques à celles pour l'essai I.2. (Sol gros-sableux). Le semis a été effectué en lignes continues, sur une profondeur de 1 cm.

I.4.2. Resultats des observations du 4.10.80

- réussite du semis: l'ensemble des 12 lignes, longues de 30 m (= 360 m) était couvert de S.hamata sur une distance de environ 25 m, soit 7% de la longueur totale.
- phase de développement: ramifications peu développées.
- effets de la fertilisation: voir I.2.2.

I.5. Essai d'introduction de Stylosanthes hamata et de Dolichos Lablab sur un sol colmaté et presque nu sous jachère.

I.5.1. Données

- Sol: colmaté, sableux avec un taux élevé d'argile, en bourdure d'un basfond et avec une pente faible. Pendant les hevernages 1977 - 1979, ce sol ne portait prèsqu'aucune végétation (à part quelques touffes locales, hautement productives). Le ruissellement était très élevé. La culture du sorgho y était impossible.
- Schéma: ce sol, étendu sur une surface de 0.4 ha (40 X 100 m) a été hersé avant les pluies (réduction du ruissellement) et labouré après les premières pluies. Ensuite 10 lignes, longues de 100m, ont été semées avec D.Lablab et 30 avec S.hamata. Les lignes étaient écartées de 1.0 m.
- Mode de semis:

  a. D.Lablab: en poquets écartés de 0.5 X 1.0 m.

  b. S.hamata: en lignes continues, écartées de 1.0 m (15 kg de sémences/ha)
- Date du semis: le 25.07.80

I.5.2. Résultats des observations du 4.10.80

- Réussite des semis:

a. Dolichos Lablab: La levée était impeccable, mais les plantes n'ont pas supporté les périodes sèches au cours de l'hivernage. (Profondeur des racines dans le sol colmaté? Infiltration d'eau?).
A la fin de l'hivernage, aucune plante n'était vivante.

b. Stylosanthes hamata: Le semis peut être considéré comme très bien réussi: environ 75% de la longueur totale des lignes était recouvert de plantes. (Localement - sur environ 1/3 de la surface - la réussite n'était que de 30%.) L'ensemble de la surface du sol colmaté était couvert pour environ 15 - 20 % de S.hamata.

- Phase phénologique: La masse des plantes était en floraison et environ 25% des plantes produisaient déjà des grains secs. Localement, là où la réussite est de 30%, les plantes sont en phase de plantules/début ramifications.

- Remarques:

a. Par la suite du labour, qui a favorisé l'infiltration d'eau et qui a rendu la couche superficielle du sol plus meuble, une végétation naturelle s'est développée sur le sol colmaté. (Recouvrement: 50% environ). Un désherbage a été necessaire pour protèger le S.hamata.

b. D'abord, à la suite du labour, ensuite par les lignes de S.hamata, le ruissellement a été réduit à presque zéro par rapport aux années 1977 - 1979. (Pendant ces années on pouvait observer du ruissellement et des flaques d'eau après chaque pluie).

I.5.3. Points d'attention pour 1981 et 1982.

a. Vérifier si le stylo survit la saison sèche 80/81.

b. Vérifier si sa densité et son recouvrement augmentent en 1981 et en 1982.

c. (1982) Essayer d'introduire des plantes de sorgho de valée, qui arrivent à produir des grains.

I.6. Discussion.

a. En général nous pouvons dire que l'introduction tout court de la legumineuse S.hamata, par la technique rapide et simple de semis à la volée, donne des résultats.
Mais la densité des plantes est très faible. Le semis au milieu de l'hivernage, sur parcelles sarclées, donne de meilleurs résultats. Il reste à vérifier si les plantes survivront la saison sèche et si elles se prolifèreront dans les années suivantes.

b. L'introduction de Siratro est plus fastidieuse (semis en poquets, sarclages) mais donne de meilleurs résultats dans la première année de plantation.

c. L'introduction de S.hamata sur sol colmaté nu est possible. Elle reduit aussi le ruissellement. Mais le succés de l'essai est probablement causé par le labour préalable du terrain. Un tel labour n'est pas toujours possible au niveau du paysan, qui ne dispose pas toujours de moyens - par exemple- traction animale.

Il reste à vérifier si la culture se maintient en saison sèche, s'il elle prolifère pendant l'hivernage 1981 et si - dans quelques années - le sol pourra porter du sorgho avec succès.

d. Finallement il reste à signaler que les plantes de S.hamata poussant tout près de buissons, de jeunes arbres ou de vieilles souches, étaient fortement en avance dans leur développement par rapport aux autres plantes.
Ceci souligne l'importance de la présence d'un certain taux de buissons, etc., comme parcelles ensémencières dans les couverts herbacés menacés par d'égradation.

CHAPITRE II. LA FERTILISATION DE COUVERTS HERBACES NATURELS.

II.1. La fertilisation en Phosphate.

II.1.1. Données:

Deux doses et deux méthodes d'application ont été essayées:

a. 27 unités/ha (supersimple), enfouis à la herse sur une profondeur de 5 cm.

- sol: sableux, avec une tendance de colmater. L'espèce dominante est la Graminée Schoenefeldia gracilis.
- schéma: un terrain de 90 X 60 m (5400 m^2), reparti en 12 parcelles de 15 X 30 m. 6 parcelles non voisines ont reçu l'engrais phosphaté avant le début des pluies.
- date de la récolte: le 3.10.80.
- hauteur de la coupe: 0 cm (à ras du sol).

b. 50 unités/ha (supersimple), enfouis au rateau sur une profondeur de 1 cm.

- sol: variant, selon la parcelle, de gras sableux à argilo-sableux. Parallellement, l'espèce dominante est respectivement Aristida adscencions et S.gracilis.
- schéma: 9 parcelles de 5 X 5 m, reparties sur un terrain de 6 hectares, ont reçu l'engrais.
  9 autres, voisines des précédentes, n'ont reçu aucune fertilisation.
- date de la récolte: le 20.09.80
- hauteur de la coupe: 0 cm.

II.1.2. Résultats:

Le tableau 1 à la page suivante résume les résultats obtenus.

ELEMENT OBSERVES	Enfouissement 5 cm		Enfouissement 1 cm	
	27 U/ha (1)(3)	0 U/ha (1)(3)	50 U/ha (2)	0 U/ha (2)
Production en kg de M.S. par hectare (4)	4 323	4 538	3 005	3 087
Coëfficient de variation en % de la moyenne	16%	25%	29%	27%
Hauteur moyenne du couvert herbacé en cm (5)	73.0	73.5	52.3	47.5
Recouvrement moyen (6)	84%	81%	78%	74%
Observations	Quelques granules d'engrais visibles à la récolte.		Prèsque la dose entière d'engrais visible à la récolte.	

Tableau 1.: Résultats de la fertilisation en phosphate. (Essai II.1)

(1): 7 répétitions, surface coupée:1 X 1 m.
(2): 9 répétitions, surface coupée:1 X 1 m.
(3): échantillons prélevés sur des endroits à dominance de S.gracilis, loin des arbres.
(4): valeur obtenues après sèchage à 105°C/24heures
(5): 4 répétitions par carré de 1 X 1 m
(6): 1 observation par carré de 1 X 1 m, estimation à vue.

II.2. La fertilisation en azote.

II.2.1. Données:

- doses: 0, 25, 50, 100 et 200 unités/hectare sous forme d'urée (46 % N)
- sol: variant, selon la parcelle, de gros-sableux (dominance de la Graminée Aristida adscencionis) à argilo-sableux (dominante de la Graminée Schoenefeldia gracilis).
- schéma: chacune des doses a été appliquée sur 9 parcelles de 5 X 5 m reparties sur un terrain de 6 hectares. Pour chacune de 9 répétitions, les parcelles des 5 doses étaient voisines. L'engrais a été donné à la volée, avant le début des pluies.
  Il a ensuite été enfoui à une profondeur de 1 cm (rateau).
- date de la récolte: le 20.09.80 (parcelles de 1 X 1 m)
- hauteur de la coupe: 0 cm

II.2.2. Résultats:

Les résultats de l'essai sont résumés dans le tableau 2 à la page suivante.

ELEMENTS OBSERVES (sur parcelles de 1 X 1 m)	0 U/ha	25 U/ha	50 U/ha	100 U/ha	200 U/ha
1. Production en kg de M.S/ha (1)	3 087	4 729	6 663	7 130	7 535
2. Coëfficient de variation en % de la moyenne (1)	27%	22%	26%	21%	21%
3. Hauteur du couvert en cm	47.5	71.0	78.1	84.4	88.9
4. Recouvrement du sol, en % (5)	73.6	92.8	95.8	100 + (5)	100 ++ (5)
5. Legumineuses en % du recouvrement (2)	37%	13.5%	5%	2.5%	1%
6. Legumineuses en % de la production totale (2)	32%	5%	1.5%	1.3%	1.9%
7. Legumineuses en % des graminées (poids) (2)	48%	5%	1.5%	1.3%	1.9%
8. Chute de grains secs de S.gracilis, le 26.09.80 (3)	6.5%	23.9%	32.8%	50.0%	60.8%
9. Coucher des chaumes et pourriture	NON	NON	NON	assez sévère	sévère
10. Présence de Commelina spp. sous le couvert herbacé	NON	NON	NON	individus	fréquent
11. Hauteur de S.gracilis en cm (4)	47.1	65.5	74.0	76.3	89.4

Tableau 2.: Résultats de la fertilisation en azote.

(1): après sèchage pendant 24 heures à 105°C
(2): les principales légumineuses sont: Indigofera pilosa, Indigofera astragalina, zornia glochidiata, Alysicarpus ovalifolius.
(3): exprimé en % de la longueur des épis sur laquelle on peut enlever les grains secs par simple pression entre 2 doigts.
Observation effectué sur 40 épis par dose d'engrais, en 3 répétitions
(4): 10 mesures par dose et par répétition.
(5): estimations à vue. / +: légèrement supèrieur à 100%
++: très supérieur à 100%.

II.3. Discussion

II.3.1. La fertilisation en phosphate.

Aucun effet positif sur le rendement s'est manifesté. Cela est probablement dû à la faible profondeur d'enfaissement de l'engrais et à la faible pluviométrie (400 mm environ) qui n'a pas permis une bonne solution de l'engrais. Les profondeurs utilisées (0 et 5 cm) ont été choisies pour des buts didactiques et après réflexion parce qu'un labour profond d'un couvert herbacé naturel n'est pas réalisable au niveau de - par exemple - un village.
En 1981, les productions seront déterminées de nouveau, afin d'évaluer l'effet des résidus.

II.3.2. La fertilisation en azote.

a. Les rendements: les résultats sont très nets et suivent la loi des revenus décroissants. La dose économique se situe vers 50 unités d'azote par hectare. (= un gain de poids de 77 kg de M.S. (*) par hectare, par rapport à 25 U d'azote qui, elle, donne un gain de poids de 66 kg de M.S. par hectare.)
En moyenne, les doses successives de 25, 50, et 200 Unités par hectare, multiplient le rendement par 1,53 , 2,16 et 2,44.

Il est à signaler que ces résultats ne sont pas généralisables sans plus, car le couvert herbacé du Centre AGRHYMET est d'origine très productif (3000 kg de M.S. par hectare) par rapport à la moyenne pour la région.

b. La méthode d'application: les différentes doses ont été appliquées en une dose unique. Sur les parcelles de 200 U d'azote - et moins sur celles de 100 U - des plages nues sans végétation sont apparues au cours de l'hivernage. (Excès d'azote ?). Ces plages nues ont très probablement réduits les rendements.
En 1981, les effets résiduels seront mesurés.

c. Le taux de Légumineuses dans le couvert herbacé:
La contribution des légumineuses à la biomasse du couvert herbacé (recouvrement et production) diminue brusquement dès l'application de 25 U d'azote et elle devient très minime avec la dose de 50 Unités.
Etant donné que le taux de Matières Azotées Digestibles (M.A.D.) -necessaires pour la survie du bétail- est très minime dans les pailles de Graminées, une nourriture supplémentaire plus importante de Légumineuses devrait être prévue en saison sèche sur les couverts herbacés fertilisés en azote.

Ce fait réduit le gain qu'on obtient en fertilisant en azote. Les pailles de légumineuses sont chères, si elles ne proviennent pas de la propre production du paysan.

Remarque: les légumineuses du pâturage du Centre AGRHYMET sont des espèces rampantes. (voir chapitre III). Une explication de leur disparition pourrait être que l'azote favorise la hauteur et le recouvrement des Graminées et crée ainsi un milieu ombrageux défavorable aux espèces légumineuses. Une vérification de cet effet négatif de la fertilisation azotée devrait être faite sur d'autres couverts herbacés.

d. Le recouvrement et la hauteur du couvert herbacé:
Les mêmes remarques que pour les rendements peuvent être faites. (voir a.)
Cependant il est à souligner que les parcelles de 200 U d'azote (et moins celles de 100 U d'azote) avaient une forte tendance à se coucher sous l'action des averses après l'épiaison. Les plantes couchées pourrissaient ensuite, ce qui diminuait donc considérablement la qualité des pailles.
La disparition des légumineuses et la tendance à coucher sont des effets hautement négatifs des doses élevées d'azote.

e. Les phases de développement:

Au cours des observations phénologiques, effectuées pendant l'hivernage sur le couvert herbacé du Centre, il a été remarqué que les plantes, poussant à certains endroits privilégiées (arbres, buissons ou vieilles souches) étaient parfois fortement en avance par rapport aux autres plantes. Ainsi l'épiaison de Aristida adscencionis à certains endroits s'est faite plus de 2 semaines avant le reste du couvert herbacé. L'inverse est le cas pour les endroits très pauvres (hauteur, recouvrement et rendement très faibles) où le tallage, l'épiaison et la chute des grains se faisaient toujours plus tard que pour le reste du pâturage.

Ceci a été confirmé par les observations effectuées sur la phase de la chute des grains chez Schoenefeldia gracilis pour les différentes doses d'azote (voir tabl.2) Le même jour, on constate que les parcelles non fertilisées produisent à peine des grains secs, tandis que les parcelles fertilisées en produisent déjà en abondance.
La fertilisation en azote semble donc raccourcir la période active des graminées dans un couvert herbacé naturel
(Remarque: cet effet a également été observé sur les cultures de mil sur sols hétérogènes en fertilité, au Centre de Recherches d'ICRISAT, Inde).

CHAPITRE III: LE COUVERT HERBACE NATUREL.

III.1. Remarque

Dans ce chapitre ne figurent que les principaux résultats des observations effectuées vers la fin des hivernages 1979 et 1980.
Les résultats, et leur discussion, des observations effectuées au cours de l'hivernage 1980 feront l'objet d'une publication interne séparée. (En préparation).

III.2. Données.

- SITE des observations: voir figure 2
- Type de couvert herbacé:

le couvert herbacé du Centre AGRHYMET se trouve sur un sol très hétérogène (en mosaïque), d'origine alluvial. Le sol varie de gros-sableux (dominante de la Graminée Aristida adscencionis) à argilo-sableux (dominante de la Graminée Schoenefeldia gracilis - sols avec une tendance à former une croûte superficielle).
La surface totale est de 11 hectares, à l'intérieur des quelles 6 hectares ont été amènagés pour exploitation par moutons.
Les espèces dominantes sont (en ordre d'importance): les Graminées Schoenefeldia gracilis et Aristida adscencionis et les Légumineuses Zornia glochidiata, Alysicarpus ovalifolius et Indigofera pilosa.

	1979	1980
- Dates des récoltes (pentade/mois)	VI.09	IV.09
- Hauteur de la coupe	± 1 cm	± 1 cm
- Surface des échantillons	2 X 1 m	1 X 1 m
- Nombre de répétitions (réparties sur le terrain):	38	40
- 1ière pluie utile, date(jour/mois)(*) hauteur:	1.05 8.2 mm	6.06 15.5 mm
- 2ième pluie utile, date(jour/mois) hauteur:	14.05 105 mm	9.06 5.1 mm
- 3ième pluie utile, date(jour/mois) hauteur:	23.05 8.4 mm	11.06 11.7 mm
- pluviométrie totale	521 mm	415.4 mm
- pluviométrie 1.04 - 31.07	321.9 mm	213.1 mm
- pluviométrie à la récolte	500.2 mm	415.5 mm
- Nombre de jours avec pluie:	48	45
- Rayonnement global 1° pluie utile - 15.09 en Joule/cm² (**)		

(*) 1ière pluie utile: pluie ayant permis le début du développement végétif du couvert herbacé et étant suivi par d'autres pluies permettant une continuation sans interruption de ce développement.
(**) La masse des plantes annuelles terminent leur periode active vers mi-septembre. A partir de ce moment les plantes vieillissent très vite.

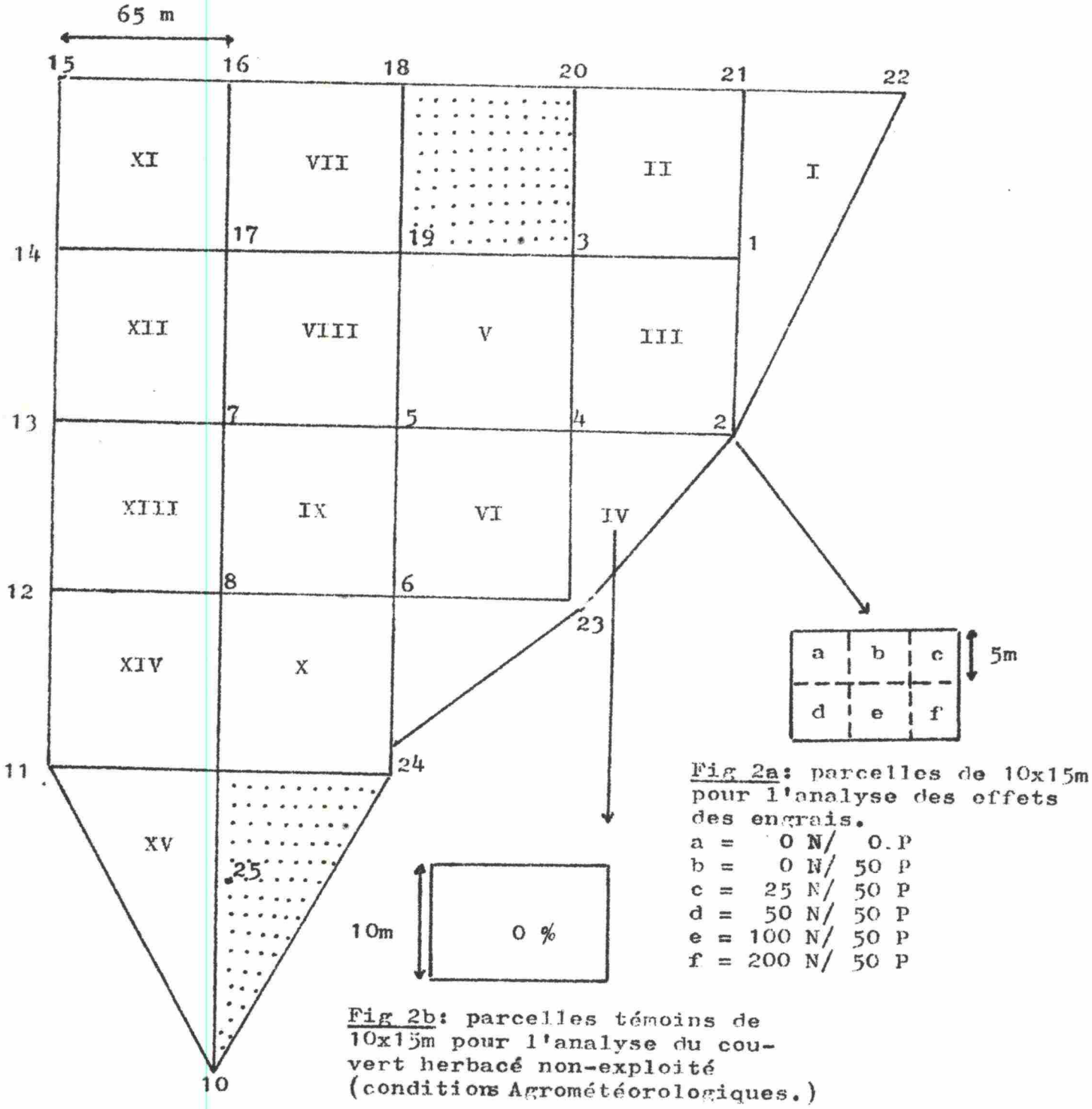


Fig 2a: parcelles de 10x15m pour l'analyse des effets des engrais.
a = 0 N/ 0 P
b = 0 N/ 50 P
c = 25 N/ 50 P
d = 50 N/ 50 P
e = 100 N/ 50 P
f = 200 N/ 50 P

Fig 2b: parcelles témoins de 10x15m pour l'analyse du couvert herbacé non-exploité (conditions Agrométéorologiques.)

Figure 2: Localisation des points d'observations sur le couvert herbacé naturel du Centre AGRHYMET. (50%, 100%, 150%: les charges avec lesquelles les parcelles sont exploitées depuis octobre 1980.
En pointillé: les 2 parcelles en réserve pour les années sèches peu productives.

III.3. Résultats des observations effectuées à la fin de la période active.

III.3.1. La biomasse.

Les résultats sont résumés dans le tableau 3.
Les obsevations ont été effectuées sur les 40 endroits répérés sur la figure 1. (Points I - XV et 1 - 25)

	1979	1980	t_{obs} (1)	$t_{0.99}$ (tableau)
1. Hauteur du couvert herbacé en cm (2)	44.7	52.8	4.081 (n=33)	2.450 d.l=32
. écart type en % de la moyenne:	27.3%	21.0%	-	-
2. Recouvrement en % (3)	70.7%	75.1%	2.030 (n=33)	2.450 d.l=32
. écart type en % de la moyenne.	20.4%	16.8%	-	-
3. production en kg de M.S./ha (4)	3065	3397	5.930 (n=36)	2.440 d.l=35
. écart type en % de la moyenne	45%	38%	-	-
4. Capacité de charge théorique en nombre U.B.T./ha/an (5)	0.48	0.50	-	-
5. Légumineuses, en % du poids de la production totale.	-	15.5%	-	-

Tableau 3.: Résultats des observations effectuées sur la biomasse du couvert herbacé du Centre AGRHYMET.

(1): t_{obs} = valeur t pour le test d'égalité de 2 moyennes (n=nombre de couples correspondants 1979/1980

(2): hauteurs mesurées à 10 endroits à l'intérieur des 38 parcelles de 2X1 m (1979) et à 4 endroits à l'interieur de 37 parcelles de 1X1 m (1980).

(3): estimation visuelle sur les parcelles récoltées.

(4): production donnée après sèchage à 105°C pendant 24 heures.
En 1979, une correction de 5% a été introduite dans les résultats paur les racines des plantes.

(5): Calcul basé sur la supposition que 1/3 de la M.S. totale est consommable pour l'ensemble de l'année, à raison de 6.25 kg de M.S./U.B.T./jour.

III.3: Résultats des observations effectuées à la fin de la période active.

III.3.1: La biomasse:

Les résultats sont résumés dans le tableau 3.
Les observations ont été effectuées sur les 40 parcelles représentées sur la figure 2. (Parcelles 1 - XV et 1 - 25).

	1970	1980	t_{obs} (1)	$t_{0,99}$ (tabulé)
1. Rendement du couvert herbacé en ca(2)	44.7	52.8	4,067 (n=25)	2,490 d.l=23
1. écart type en % de la moyenne	27,3	21,0		
2. Recouvrement en % (3)	40.75	75,4	2,070 (n=17)	2,490 d.l=23
2. écart type en % de la moyenne	20,4%	16,8%		
3. production en biomasse m.s./ha (4)	3005	1927	3,970 (n=25)	2,490 d.l=23
3. écart type en % de la moyenne	45%	38%		
4. Capacité de charge théorique en nombre d.u.t./ha/an (5)	0,48	0,30	-	-
5. Longueurs, en % de la durée de la production totale.	-	15,5%	-	-

Tableau 3: Résultats des observations effectuées sur la biomasse du couvert herbacé du Centre AGRHYMET.

(1): t_{obs} = valeur t pour le test d'égalité de 2 moyennes (nombre de couples correspondants 1970/1980).

(2): biomasse mesurée à 10 centimètres à l'intérieur des 38 parcelles de 2171 m (1970) et à 4 centimètres à l'intérieur de 31 parcelles de 1271 m (1980).

(3): estimation visuelle par des enquêteurs rédacteurs.

(4): production donnée après échange à 10°C pendant 24 heures.

En 1979, une correction de 38 a été introduite dans les résultats pour les racines des plantes.

(5): Calcul basé sur la supposition que 1/3 de la m.s. totale est consommable sous l'ensemble de l'année, à raison de 6,27 UT de 1.s./0,4 d.u.t./jour

III.3.2. La composition floristique: tableau 4

- Remarque 1:

En 1979, la composition floristique a été déterminée sur 38 endroits, avec 1 répétition par endroit. En 1980, les observations ont été limitées aux 15 parcelles - témoin qui serviront, à partir de 1981, comme témoins non-exploités du couvert herbacé. (Ces parcelles - témoin sont repérés sur la figure 2 par les chiffres latins de I à XV). Les observations de 1980 été effectuées avec 2 répétitions par parcelle.
Les 38 endroits de 1979 (1 répétition par endroit) comprenant aussi les parcelles - témoin (1980), les résultats pour 1980, résumés dans le tableau 4, ont été limités à une répétition par endroit. La répétition la moins différente par rapport à 1979 a été choisie. Mais il convient de signaler que la composition moyenne qu'on obtient pour 2 répétitions n'est pas significativement differente de celle qu'on obtient pour 1 répétion (en 1980).
Les résultats détaillés et complets pour 1979 et 1980 figureront dans une publication séparée. (En préparation:"Etude Agrométéorologique d'un couvert herbacé naturel sahélien, exploité par 4 charges de moutons à Niamey, Niger.").

- Remarque 2: La méthode utilisée

a. La méthode utilisée est basée sur celle décrite par DAGET,P., POISSONNET, J., 1971 dans "BOUDET,G., 1978, Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères." (Manuels et Précis d'Elevage N°4, IEMVT, Ministère de la Coopération Française).(p.247 et suite).

b. Le long d'un décamètre tenir à environ 1 m du sol, 100 points de lecture sont pris (chaque 10 cm) avec une tige métallique d'un diamètre de 2 mm. A chaque point de lecture, les espèces en contact avec la tige, sont notées. Cependant, une espèce n'est notée qu'une seule fois par point, même si elle touche plusieures fois la tige.
On obtient les données suivantes:

+ la fréquence spécifique (Fs) de chaque espèce, qui est donnée par le total de points de contact qu'une espèce donnée a avec la tige métallique, le long du décamètre.

+ la contribution spécifique (Cs_i) qui est donnée par le pourcentage que prend la fréquence spécifique dans la somme du nombre de tous les points de contact de toutes les espèces trouvées le long du décamètre.

c. Les observations ont été effectuées vers fin août - début septembre (floraison - début maturation des espèces dominantes).

d. Le test χ^2, utilisé pour la comparaison de la composition floristique de 1979 avec celle de 1980, est décrite dans BOUDET,G., 1978. (voir ci-dessus a.).

III.3.2. La composition floristique : tableau 4

- Remarque 1 :

En 1975, la composition floristique a été déterminée sur 30 entités, avec 1 répétition par entité. En 1980, les observations ont été limitées aux 15 parcelles à témoin qui sont restées, à partir de 1977, comme témoins non-exploités du couvert herbacé. (Ces parcelles - témoins sont réservées sur la figure 2 par des hachures lentes de 2 ha).
Les observations de 1980 ont été effectuées avec 2 répétitions par parcelle.
Les 18 enquêtes de 1979 (1 répétition par entité) comportent quatre nouvelles parcelles - témoins (1980). Les résultats pour 1980, résumés dans le tableau 4, ont été limités à une répétition par entité. La représentation en moins différente par rapport à 1979 a été choisie. Mais il apparaît de même que la composition moyenne qu'on obtient pour 2 répétitions n'est pas significativement différente de celle qu'on obtient pour 1 répétition (en 1980).
Les résultats détaillés et complets pour 1979 et 1980 sont repris dans une publication à paraître. (Représentations cartographiques et aspectorologiques d'un couvert herbacé naturel, exploité par 4 charges de moutons à hectare, Mémoire.).

- Remarque 2 : la méthode utilisée

a. La méthode utilisée est inspirée de celle décrite par DAGET, P., POISSONET, J., 1971 dans "BRAUN-BLANQUET, 1928, Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde, Springer Verlag, Berlin, 3 Auflage, 865 S." et reprise par Monsot dans les Rapports techniques et les entités "Pâturages naturels" (Méthode de prélèvement, Ministère de la Coopération Française, p. 247 et suite).

b. Le long d'un décumètre, tous les environ 1 m durant, 100 points de lecture sont pris (chacun 10 cm) avec une tige métallique d'un diamètre de 2 mm. A chaque point de lecture, les espèces en contact avec la tige, sont notées. Cependant, une espèce n'est notée qu'une fois par point, même si elle touche plusieurs fois la tige.
On obtient les données suivantes :

+ la fréquence spécifique (fs) de chaque espèce, qui est donnée par le total de points de rencontre qu'une espèce donnée a avec la tige métallique, le long du décumètre.

+ la contribution spécifique (csi) qui est donnée par le pourcentage que prend la fréquence spécifique dans la somme du nombre de tous les points de contact de toutes les espèces trouvées le long du décumètre.

c. Les observations ont été effectuées vers fin août - début septembre (floraison - début maturation des graines dominantes).

d. Le test χ^2 utilisé pour la comparaison de la composition floristique de 1979 avec celle de 1980 est décrit dans DOMAT, G., 1978. (voir ci-dessus e.).

	1979		1980		t obs n=12	$t_{0.975}$ tableau d.l.=11
	fs	Cs_i %	fs	Cs_i %		
1. Espèces caractéristiques et dominantes:						
1.1. S.gracilis (Graminée)	830	43.8%	855	43.5%	0.421	2.201
Intervalle de confiance	-	2.28%	-	2.24%	-	-
1.2. A.mutabilis (Graminée)	331	17.5%	412	21.0%	2.890	2.201
1.3. Z.glochidiata (Papilion)	310	16.4%	235	12.9%	1.042	2.201
1.4. A.ovalifolius (Papilion)	111	5.9%	209	10.6%	2.051	2.201
1.5. I.pilosa (Papilion)	52	2.7%	85	4.3%	2.110	2.201
2. Autres espèces:	259	13.7%	170	8.6%	1.764	2.201
3. Total Légumineuses:	512	27.0%	587	29.9%	0.589	2.201
4. Total des 3 Légumineuses dominantes (I.3, I.4, I.5):	473	25.0%	529	26.9%	0.022	2.201
5. Effectif cumulé des points de contact:	1893	-	1966	-	-	-
6. Nombre de points de lecture	1200	-	1200	-	-	-
7. Nombre de points sans contact:	31	1.6%	9	0.5%	-	-
8. χ^2 observé:	74.6				-	-
9. χ^2 tableau (1%) (d.l.=5)	15.1				-	-

Tableau 4: Composition floristique du couvert herbacé du Centre AGRHYMET, en 1979 et en 1980.

(Dans les résultats figurent les valeurs pour 12 des 15 parcelles témoin correspondantes pour 1979 et 1980).

	1979		1980				
	Fs	Cs1 %	Fs	Cs1 %			
1. Espèces caractéristiques et dominantes:							
1. S.erecta (dominante)	870	43.8%	895	43.5%	0.421	2.201	
Intervalle de confiance	-	2.28%	-	2.24%	-	-	
2. A.mutabilis (dominante)	331	17.3%	412	21.0%	2.850	2.201	
3. X.floccidenta (position)	314	16.4%	215	12.5%	1.642	2.201	
4. A.otaitiana (position)	111	5.9%	206	10.6%	2.054	2.201	
5. I.pilosa (position)	52	2.7%	65	3.3%	2.110	2.201	
6. Autres espèces:	229	13.7%	170	8.6%	2.754	2.201	
7. Total Légumineuses:	511	27.0%	581	29.6%	0.580	2.201	
8. Total des 5 légumineuses dominantes (1+3,1,4,5,6):	1473	77.6%	1529	76.9%	0.022	2.201	
9. Effectif cumulé des points de contact:	1893	-	1988	-	-	-	
10. Nombre de points de lecture 1200	-	-	1200	-	-	-	
11. Nombre de points sans contact:	32	1.6%	2	0.3%	-	-	
12. χ^2 observé:	74.6				-	-	
13. χ^2 théorique (1)(d.l.=5)	15.1				1	-	

Tableau 4: Composition floristique du couvert herbacé du Centre AGSM/DT, en 1979 et en 1980.

(Dans les résultats figurant ici, valeurs pour 12 des 15 parcelles, témoin correspondantes pour 1979 et 1980).

III.4. Discussion des Résultats.

III.4.1. La biomasse (hauteur, recouvrement, production)

- Bien que l'année 1980 ait été moins pluvieuse que 1979, les éléments qui déterminent la biomasse sont significativement plus élévés en 1980 qu'en 1979.(voir tableau 3: tests t au niveau de 0.01). Ilen résulte une augmentation (faible) de la capacité de charge du couvert herbacé.
- 1979 étant beaucoup plus pluvieuse que 1980 (521 mm versus 415.4 mm), on se serait attendu au contraire. Les causes peuvent être diverses: pluviometrie mieux repartie en 1980 qu'en 1979; le desherbage partiel (au rateau) des vieilles pailles avant le début des pluies en 1980; etc.
- Il en resulte que la relation Pluie/production d'un couvert herbacé n'est pas si étroite ni simple qu'elle n'a été décrite parfois.

III.4.2. La composition floristique

a. La composition floristique du couvert herbacé en 1980 a évolué par rapport à celle de 1979. Ceci est confirmé par le test χ^2, qui est significatif au niveau de 0.01 L'application du test χ^2 est décrite dans BOUDET,G., 1978, pp 247 et suite. (Voir remarque 2, paragraphe II.3.2.).

- La contribution de la Graminée Schoenefeldia gracilis n'a pas changé. (t-test non significatif).
- La Graminée Aristida mutabilis a augmenté en importance. (t-test significatif au niveau de 0.05).
- Pour les Légumineuses Alysicarpus ovalifolius, Indigofera pilosa et Zornia glochidiata, les test ne sont pas significatifs au niveau de 0.05 ($t_{0.975}$).
- L'ensemble des espèces non dominantes ne varie pas significativement entre 1979 et 1980.
- La contribution totale de toutes les Légumineuses et la contribution des 3 Légumineuses dominantes n'ont pas changé en 1980 par rapport à 1979.

b. La composition floristique a donc changé, mais à part pour A.mutabilis, les tests ne sont pas significatifs autres espèces dominantes. Pourtant, voir les données pluviométriques, au début de ce rapport, une "sécheresse d'environ 15jours" s'est manifestée, et les observations effectuées à la fin de cette sécheresse étaient les suivantes:

- Z.glochidiata a prèsque complètement disparu. (estimation faite: un flétrissement complet de 95% des Zornia)
- A.ovalifolius a également souffert de la sécheresse, mais moins que Z.glochidiata: 50-60% des plantes sont estimées mortes.
- I.pilosa n'a souffert qu'a certains endroits limités. La sécheresse a retardé la croissance de l'espèce, mais la majorité des plantes a survécu.

III.4. Discussion des Résultats.

III.4.1. La biomasse (nutrient, remuvement, production)

- Bien que l'année 1980 ait été moins pluvieuse que 1979, les éléments qui déterminent la biomasse sont statistiquement plus élevés en 1980 qu'en 1979. (voir tableau 3: tests t au niveau de 0.01). Cela résulte une augmentation (limite) de la capacité de charge du convert herbacé.

- 1979 étant beaucoup plus pluvieuse que 1980 (731 mm versus 415.4 mm), on se serait attendu au contraire. Les causes peuvent être diverses: pluviométrie mieux répartie en 1980 qu'en 1979; le dépérissement partiel (au rateau) des vétilles utilisé avant le début des pluies en 1980; etc.

- Il en résulte que la relation Pluie/production d'un convert herbacé n'est pas aussi étroite si simple qu'elle a été décrite précédemment.

III.4.2. La composition floristique

a. La composition floristique du convert herbacé en 1980 a évolué par rapport à celle de 1979. Cet est confirmé par le test χ^2, qui est significatif au niveau de 0.01 (l'application du test χ^2 est décrite dans MUDET, G., 1976, pp 247 et suiv. (voir remarque 2, paragraphe III.3.2.).

- La contribution de la Graminée Schoenefeldia gracilis n'a pas changé. (t-test non significatif).

- La Graminée Aristida mutabilis a augmenté en importance. (t-test significatif au niveau de 0.05).

- Pour les dicotylédones Alternanthera ovalifolia, Indigofera pilosa et Zornia glochidiata, les tests ne sont pas significatifs au niveau de 0.05 ($t_{0.975}$).

- L'ensemble des espèces non dominantes ne varie pas significativement entre 1979 et 1980.

- La contribution totale de toutes les Graminées et la contribution des 3 Dicotylédones dominantes n'ont pas changé en 1980 par rapport à 1979.

b. La composition floristique a donc changé, mais à part pour Aristida, les tests ne sont pas significatifs entre espèces dominantes. Pourtant, vu les données pluviométriques, au début de ce rapport, une "sécheresse" environnementale est manifestée, et les observations effectuées à la fin de cette sécheresse étaient les suivantes:

- Zaglochidiata a presque complètement disparu. (estimation faite: un flétrissement complet de 5% des Zornia)

- A. ovalifolia a également souffert de la sécheresse, mais moins que Z. glochidiata: 50-60% des plantes sont estimées mortes.

- I. pilosa n'a souffert que certains endroits limités. La sécheresse a retardé la croissance de l'espèce, mais la majorité des plantes a survécu.

- A.mutabilis et S.gracilis ont tous les 2 souffert mais, à vue, A.mutabilis a moins souffert de la secheresse.

Après la pluie du 30.06.80 (14.6 mm), qui indiquait la fin de la période sèche, une masse de plantules de toutes les espèces dominantes sont apparues, et par rapport au début de la saison de pluies, il n'y avait pas de différence dans le nombre de plantules de Légumineuses. (estimation à vue.)

La periode sèche n'a donc apparament pas eu beaucoup d'effets sur la contribution spécifique de chaqu'une des différentes Légumineuses ni sur les espèces non dominantes. Ceci pourrait être expliqué par la reprise générale après la pluie du 30.06.80, date qui se trouve encore dans les limites d'un début normal de l'hivernage.

L'augmentation de Aristida en 1980 ne trouve pas encore d'explication. Les observations des années suivantes devront permettre d'obtenir d'avantage d'élements.

c. En résumé on peut dire que cette période de sécheresse, bien que ayant eu probablement une influence sur la composition floristique en général, n'a pas influencé ni la contribution totale de l'ensemble des Légumineuses, ni la production de la matière végétale.

- Amundsen et Scott ont tous les 2 souffert mais à vue, Amundsen a moins souffert de la sécheresse.

Après la pluie de 20.10.80 (14,6 mm), qui indiquait la fin de la période sèche, une masse de pluvioles de tous les espèces dominantes sont apparues, et par rapport au début de la saison des pluies, il n'y avait pas de différence dans le nombre de pluvioles de Lemmingenses. (matinée à 9h00)

La période sèche n'a donc apparemment pas eu pour effets sur la contamination spécifique de chaque une des différentes Lemmingenses sur les espèces non dominantes. Ceci pourrait être expliqué par la reprise générale après la pluie du 20.10.80, date qui se trouve encore dans les limites d'un début normal de l'hivernage.

L'augmentation de Arisida en 1980 ne trouve pas encore explication. Les observations des années suivantes devront permettre d'obtenir d'avantage d'éléments.

c. En résumé on peut dire que cette période de sécheresse, bien que vraie ou profondément non influence sur la composition floristique en général, n'a pas influencé ni la contribution totale de l'assemblée des Lemmingenses, ni la production de la matière végétale.

ANNEXE: APPLICATION D'UNE METHODE POUR ESTIMER LA PRODUCTION BRUTE P D'UN COUVERT HERBACE, AVEC LA HAUTEUR H ET LE RECOUVREMENT R.

Introduction:

Une méthode développée par MICHALK, D.L. et HERBERT, P.K. (1977) (*) pour estimer la production brute de couverts herbacés non irrigués en mesurant sa hauteur et en estimant son recouvrement, sera testée et discutée.

I. La méthode.

I.1. La méthode consiste à chercher le régression linéaire entre la production brute réellement mesurée P d'un couvert herbacé et le produit de sa hauteur H x son recouvrement R. La régression est de la forme

$$P = a.(HxR) + b$$

avec: P = la production brute en kg de M.S./ha.
R = le pourcentage % de recouvrement.
H = la hauteur du couvert en cm.
a = le coëfficient de régression.
b = constante.

MICHALK & HERBERT trouvaient en Australie, sur un couvert herbacé à dominance de lucerne, la droite de régression suivante:

$$P = 0.09\ (HxR) + 12.41 \qquad r = 0.802$$

avec P donnée en g de M.S./m^2
r = coëfficient de corrélation.

I.2. Au Centre AGRHYMET, cette même méthode a été appliquée en 1979 et en 1980. Les observations effectuées étaient:

P = La production brute réellement mesurée sur 36 (1979) et 37 (1980) carrées de 2 x 1 m (1979) ou de 1 x 1 m (1980). P est exprimée en kg de M.S./ha. La hauteur de la coupe est de 0 cm (niveau du sol).
La Matière Sèche (M.S.) obtenue est corrigée pour la tenue en eau résiduelle après sèchage à l'air, par un sèchage au four à 105°C pendant 24 h.

R = le pourcentage de recouvrement estimé visuellement sur les mêmes carrées utilisés pour la détermination de P. La position de l'observateur est debout, avec la tête légèrement penchée vers le carrée. L'observateur divise, dans son imagination, ce carrée en parties de 10%, 25%, 50%, 75% et 100%. Ensuite il estime si l'ensemble de la végétation du carrée - pour ce qui concerne son recouvrement du sol - pourrait entrer totalement dans ces carrées de 10, 25, 50, 75 ou 100 %. Finallement il estime une valeur pour le recouvrement réel entre 0-10%, 10-25%, 25-50%, 50-75% et 75-100%. (voir figure)

(*) MICHALK, D.L., HERBERT, P.K., 1977, Assessment of four techniques for estimating yield on dryland pastures, Agronomy Journal, Vol.69, sept. - oct. 1977, pp. 864 - 868.

ANNEXE: APPLICATION LOCALE DE MESURE POUR ESTIMER LA PRODUCTION BRUTE D'UN COUVERT HERBACE, AVEC LA HAUTEUR D'ET LE RECOUVREMENT.

Introduction.

Une méthode développée par MICHALK, D.L. et HENRENT, P.R. (1977) (*) pour estimer la production brute de couverts herbacés non irrigués en mesurant sa hauteur et son taux de recouvrement, sera traitée et discutée.

I. La méthode.

I.1. La méthode consiste à prendre la régression linéaire entre la production brute réellement mesurée P d'un couvert herbacé et le produit de sa hauteur H x son recouvrement R. La régression est de la forme:

$$P = a.(HxR) + b$$

avec: P = la production brute en kg de M.S./ha.
R = le recouvrement % de recouvrement.
H = la hauteur du couvert en cm.
a = le coefficient de régression.
b = constante.

MICHALK & HENRENT trouvaient en Australie, sur un couvert herbacé à dominance de luzerne, la droite de régression suivante:

$$P = 0.09\ (HxR) + 12.41 \qquad r = 0.802$$

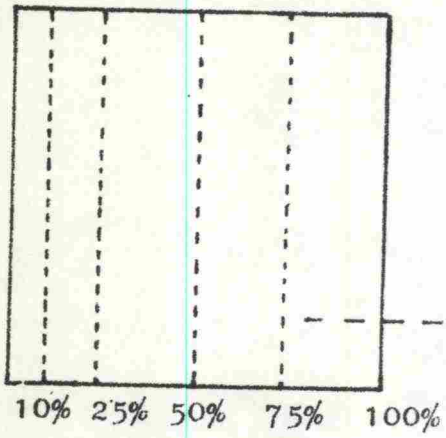
avec P donnée en kg de M.S./m2
r = coefficient de corrélation.

I.2. Au Centre AUBRYNET, cette même méthode a été appliquée en 1979 et en 1980. Les observations effectuées étaient:

P = la production brute réellement mesurée sur 16 (1979) et 37 (1980) carrés de 2 x 1 m (1979) ou de 1 x 1 m (1980). P est exprimée en kg de M.S./ha. La hauteur de la coupe est de 0 cm (niveau du sol).
La hauteur séche (H.S.) obtenue est corrigée pour la teneur en eau résiduelle après séchage à l'air, par un séchoire au four à 105°C pendant 24 h.

R = le pourcentage d'occupation réel visuellement sur les mêmes carrés utilisés pour la détermination de P. La position de l'observateur est debout, avec la tête légèrement penchée vers le carré. L'observateur divise dans son imagination, le carré en parties de 10%, 25%, 50%, 75% et 100%. Ensuite il estime et l'ensemble de la végétation du carré - pour ce qui concerne recouvrement du sol - pourrait entrer totalement dans ces carrés de 10, 25, 50, 75 ou 100 %. Finalement il estime une valeur pour le recouvrement réel entre 0-10%, 10-25%, 25-50%, 50-75% et 75-100%. (voir figure)

(*) MICHALK, D.L., HENRENT, P.R., 1977, Assessment of four techniques for estimating yield on grazing pastures, Agronomy Journal, Vol.69, sept - oct. 1977, pp. 868 - 869.

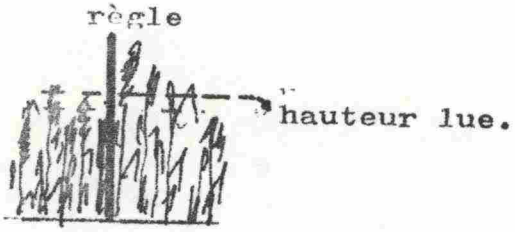


Carrée de 0.5 x 0.5 m ou de 1.0 x 1.0 m pour l'estimation du pourcentage de recouvrement.
Le carrée est materisé avec 4 piquets s'il sera aussi utilisé pour la détermination de la production brute.
Il est imaginaire, s'il ne sert qu'a estimer le recouvrement.

→ Lignes imaginaires divisant le carrée en surfaces connues (voir texte) (*).

Remarque: De telles estimations sont subjectives, mais l'expérience a montrè qu'il est possible de former un observateur (niveau classe IV) qui effectue des estimations peu différentes de celles effectuées par l'entraîneur. Il est nécessaire qu'un nouveau observateur soit assisté par un homme expérimenté pour ses premières estimations.

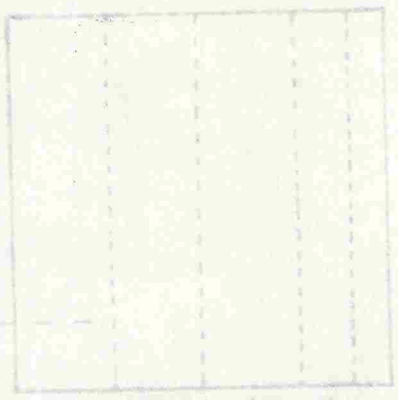
H = la hauteur du couvert herbacé en cm.
Cette hauteur est la myenne de 10 mesures (1979, 2 x 1 m) ou de 4 mesures (1980, 1 x 1 m) effectuées à l'intérieur des carrées qui serviront pour la détermination de P et/ou pour l'estimation de R.
Pendant la mesure des hauteurs, l'observateur est sur ses genoux. La hauteur est lue sur un règle de 1.5 m, tenu au bout du bras tendu. La hauteur lue est la hauteur maximale moyenne des plantes autour du règle, sans ériger artificiellement ces plantes. (voir figure)



I.3. Le couvert herbacé du Centre AGRHYMET est composé d'espèces annuelles. Les espèces dominantes sont:

- Schoenefeldia gracilis (Graminée): 43.5% de contribution spécifique à la composition floristique en 1980
- Aristida mutabilis (Graminée): 21.0%
- Zornia glochidiata (Légumineuse): 12.9%
- Alysicarpus ovalifolius (Légumineuse): 10.6 %
- Indigofera pilosa (Légumineuse): 4.3%

(*) Une estimation plus correcte peut être faite, en utilisant des carrées de 0.5 x 0.5 m, à la base desquels il pose une règle de 50 cm. Sur cette règle, les divisions de 5 cm, 12.5 cm, 25 cm, 37.5 cm et 50 cm, correspondent aux recouvrements de 10%, 25%, 50%, 75% et 100%. (STOMPH, T.J., 1981)



10% 25% 50% 75% 100%

Carrés de 0.5 x 0.5 m ou de 1.0 x 1.0 m pour l'estimation du pourcentage de recouvrement.

Le carré est matérialé avec 4 piquets s'il sera aussi utilisé pour la détermination de la production brute.

Il peut imaginaire, s'il ne sert qu'à estimer le recouvrement.

- - - → lignes imaginaires divisant le carré en quatrèces connues (voir texte) (*).

Remarque: De telles estimation sont subjectives, mais l'expérience a montré qu'il est possible de former un observateur (niveau chapitre IV) qui effectue des estimations non différentes de celles effectuées par l'enseigneur. Il est nécessaire qu'un nouveau observateur soit assisté par un homme expérimenté pour ses premières estimations.

H = la hauteur du convert herbacé en cm.

Cette hauteur est la moyenne de 10 mesures (10?5, 2 x 1 m) ou de 4 mesures (1=0, 1 x 1 m) effectuées à l'intérieur des carrés qui servirent pour la détermination de P et/ou pour l'estimation de R.

Pendant la mesure des hauteurs, l'observateur est sur les genoux. La hauteur est lue sur un réglo de 1.5 m, tenu au bout du bras tendu. La hauteur lue est la hauteur moyenne des plantes autour du réglo, sans crisper artificiellement les plantes. (voir figure)

I.7. Le convert herbacé du Centre ADRAUST est composé d'espèces annuelles. Les espèces dominantes sont:

- Melanoselinum graciliis (Dramnée): 43.5% de contribution spécifique à la composition floristique en 1980
- Aristida mutabilis (Gramnée): 21.0%
- Zornia ciliaritata (Légumineuse): 12.9%
- Alysicarpus ovalifolius (Légumineuse): 10.6 %
- Indigofera pilosa (Légumineuse): 4.3%

(*) Une estimation plus correcte peut être faite, en utilisant des carrés de 0.5 x 0.5 m, à la base duquels il pose une réglo de 50 cm. Sur cette réglo, les divisions de 5 cm, 12.5 cm, 25 cm, 37.5 cm et 50 cm, correspondent aux recouvrements de 10%, 25%, 50%, 75% et 100%. (STOHLER, T.J., 1981)

I.4. Il est important de remarquer que le recouvrement du couvert herbacé est partout (1979, 1980) supèrieur à 40% et - sauf à quelques endroits - inférieur à 100%. (Voir aussi la discussion dans paragraphe IV.1.

I.5. Tous les mesures, en 1979 aussi bien qu'en 1980, ont été effectuées dans la deuxième partie de septembre. Dans cette période la majorité des plantes sont en maturation (vieillissement après la fructification - fruits encore sur les plantes).

II. Les résultats des observations

Les résultats des observations pour 1979 et pour 1980 sont reproduites dans le tableau No 5 à la fin de cet annexe.

III. La régression linéaire

III.1. l'année 1979

a. Droite de régression pour les valeurs de P et de (HxR) observées.

Droite: P = 1.18 (HxR) - 518

coëfficient de corrélation r = 0.873
valeur de P pour HxR = 5000 : 5077

b. Droite de régression pour les valeurs de P et de (HxR), en ajoutant les valeurs de P=0 pour HxR=0

Droite: P = 1.09 (HxR) - 406

coëffecient de corrélation r = 0.887
valeur de P pour HxR = 5000 : 5031

III.2. l'année 1980

a. Droite de régression pour les valeurs de P et de (HxR) observées.

Droite: P = 0.805(HxR) + 163

coëfficient de corrélation r = 0.854
valeur de P pour HxR = 5000 : 4187

b. Droite de régression pour les valeurs de P et de (HxR), en ajoutant les valeurs de P=0 pour HxR=0

Droite: P = 0.81 (HxR) + 130

coëfficient de corrélation r = 0.878
valeur de P pour HxR = 5000 : 4190

III.3. Figures

Les droites de régression pour 1979 et pour 1980 sont matérialisées dans les figures 3a et 3b à la fin de cet annexe.

I.4. Il est important de remarquer que le rassoirvement du couvert herbacé est parfait (1979, 1980) supérieur à 40% et - sauf à quelques endroits - inférieur à 100%. (Voir aussi le discussion dans paragraphe IV.1.

I.5. Tous les mesures, en 1979 aussi bien qu'en 1980, ont été effectuées dans la deuxième partie de septembre. Dans cette période la majorité des plantes sont en maturation (vieillissement après la fructification - fruits encore sur les plantes).

II. Les résultats des observations

Les résultats des observations pour 1979 et pour 1980 sont reproduites dans le tableau No 3 à la fin de cet annexe.

III. La régression linéaire

III.1. L'année 1979

a. Droite de régression pour les valeurs de P et de (HxR) observées.

Droite: P = 1.18 (HxR) - 318

coefficient de corrélation r = 0.873
valeur de P pour HxR = 5000 : 5977

b. Droite de régression pour les valeurs de P et de (HxR), en ajoutant les valeurs de P=0 pour HxR=0

Droite: P = 1.09 (HxR) - 406

coefficient de corrélation r = 0.187
valeur de P pour HxR = 5000 : 5031

III.2. L'année 1980

a. Droite de régression pour les valeurs de P et de (HxR) observées.

Droite: P = 0.805(HxR) + 163

coefficient de corrélation r = 0.834
valeur de P pour HxR = 5000 : 4187

b. Droite de régression pour les valeurs de P et de (HxR), en ajoutant les valeurs de P=0 pour HxR=0

Droite: P = 0.81 (HxR) + 120

coefficient de corrélation r = 0.878
valeur de P pour HxR = 5000 : 4190

III.3. Figures

Les droites de régression pour 1979 et pour 1980 sont matérialisées dans les figures 3a et 3b à la fin de cet annexe.

III.4. Test d'égalité des coëfficients de régression a.

2 tests-t ont été effectués pour vérifier si les droites de régression pour 1979 et pour 1980 sont parallèles. Le test utilisé est décrit dans: DAGNELIE P., Théorie et méthodes statistiques, vol.2., Les Presses Agronomiques de Gembloux, 1975, pp. 281 - 284.

a. t-test de parallélisme pour les valeurs de P et de HxR observées.

- degrés de liberté: 36 + 37 - 4 = 69
- t-tableau au niveau de 0.05 = 2.649
- t-observée: 2.720

L'hypothèse que les droites pour 1979 et 1980 sont parallèles est rejeté. (t-obs t-tableau 0.05)

b. t-test de parallélisme pour les valeurs de P et de HxR, en ajoutant les valeurs de P=0 pour HxR=0

- degrés de liberté: 37 + 38 - 4 = 71
- t-tableau au niveau de 0.05 = 1.995
- t-observée: 2.314

L'hypothèse d'égalité des coëfficients de régression des 2 droites 1979 et 1980 est donc également rejetée, si on ajoute les valeurs de P=0 pour HxR=0

IV. Discussion des droites de regression.

IV.1. Les coëfficients de corrélation obtenus sont promettants et ouvrent certains perspectifs: voir IV.4.

Toutefois, il y a parfois des grands écarts entre les valeurs observés et les valeurs estimées, et aucune des 4 droites calculées ne passent par l'origine. (Bien qu'on s'attendrait à une production de 0 kg/ha pour une hauteur et un recouvrement = 0).
Les raisons sont probablement triples:

a. L'estimation des pourcentages de recouvrement est subjective et dépend de l'observateur. Les estimations sur un couvert herbacé sont effectuées dans une même courte période de 1 à quelques jours et l'observateur se fait, après quelques observations, une idée de ce qu'est un recouvrement de 10, 25, 50, 75 et 100%. Tous les observations sont involontairement comparées à l'idée que l'observateur s'est formée. Une légère sous-estimation (sur estimation) donnera alors une droite qui, pour HxR = 0, donne une production brute inférieure à 0 (supérieur à 0).

b. Quand on mesure la hauteur d'un couvert herbacé, on ne mesure pas toujours la hauteur correspondante au recouvrement qu'on observe. En effet, une partie du recouvrement est du à des espèces (légumineuses surtout) rampantes ou de petite taille. Ces plantes augmentent le recouvrement mais n'interviennent pas pour autant dans la production estimée par HxR. (H étant la hauteur maximale moyenne, ne contient pas les plantes rampantes).

c. Le couvert herbacé n'avait, ni en 1979, ni en 1980, des endroits avec un recouvrement et/ou hauteur vraiment faible, ce qui fait que des vasses valeur pour P et pour HxR manquent.
(L'utilisation éventuelle des droites de régression pour estimer P avec des valeurs faibles de HxR donnerait donc aussi des résultats erroneuses.)

IV.2. Les droites pour 1979 et pour 1980 ne sont pas les mêmes. Leurs pentes sont significativement différentes. Cela veut dire qu'une droite obtenue pour une année, ne peut être utilisée que pour cette année.

IV.3. Etant donné que P doit être égal à 0, pour HxR égal à 0, les coëfficients de corrélation ont été calculés en ajoutant les valeurs P=0 et HxR=0. Les coëfficients de corrélation ainsi obtenus sont meilleures que ceux obtenus pour les valeurs originales: r=0.887 par rapport à r=0.873 en 1979 et r=0.878 par rapport à r=0.854 en 1980.
(Voir aussi les figures 3a et 3b).

IV.4. L'utilisation pratique des droites de régression.

1. Le coëfficient de variation des valeurs obervés pour la production brute P, exprimé en % de la moyenne, est de 38% en 1980 et de 45% en 1979.
Il en résulte que le nombre de répétitions nécessaire pour avoir une bonne estimation de la production brute moyenne réelle du pâturage est très élevée;

IV. Discussion des droites de regression.

IV.1. Les coefficients de correlation obtenus sont prometteurs et ouvrent certains perspectives (voir IV.3).

Toutefois, il y a parfois des grands écarts entre les valeurs observées et les valeurs estimées, et aucune des 4 droites calculées ne passent par l'origine. (Bien qu'on s'attendrait à une production de 0 Mr/ha pour une hauteur et un recouvrement = 0).

Les raisons sont probablement triples:

a. L'estimation des pourcentages de recouvrement est subjective et dépend de l'observateur. Les estimations sur un convert herbacé sont effectuées dans une même culture parfois de 1 à quelques jours et l'observateur se rait, après quelques observations, une idée de ce qu'est un recouvrement de 10, 25, 50, 75 et 100%. Tous les observations sont nécessairement comparées à l'idée que l'observateur s'est formée.

b. Quand on mesure la hauteur d'un convert herbacé, on ne mesure pas toujours la hauteur correspondante au recouvrement d'un chaume. En effet, une partie du recouvrement est du à des espèces (légumineuses surtout) rampantes ou de petite taille. Certaines augmentent le recouvrement mais n'interviennent pas ou peu autant dans la production estimée par HxR (à étudier pour mieux le moyenne, ne contient pas les plantes rampantes).

c. Le convert herbacé n'avait, en 1979, et en 1980, des endroits avec un recouvrement et/ou hauteur vraiment faible, ce qui fait que des vaches valeur pour P et pour HxR manquent.

(L'utilisation éventuelle des droites de regression pour estimer P avec des valeurs faibles de HxR donnerait donc aussi des résultats erronées.)

IV.2. Les droites pour 1979 et pour 1980 ne sont pas les mêmes. Leurs pentes sont statistiquement différentes. Cela veut dire qu'une droite générale pour une année, ne peut être utilisée que pour cette année.

IV.3. Etant donné que P doit être égal à 0, pour HxR égal à 0, les coefficients de correlation ont été calculés en ajoutant les valeurs P=0 et HxR=0. Les coefficients de correlation ainsi obtenus sont meilleures que ceux obtenus pour les valeurs originales: r=0.867 par rapport à r=0.773 en 1979 et r=0.878 par rapport à r=0.854 en 1980.
(Voir aussi les figures 2a et 2b).

IV.4. L'utilisation pratique des droites de regression.

1. La confiance de validation des valeurs observées pour la production brute, exprimée en % de la moyenne, est de 38% en 1980 et de 45% en 1979.

Il en résulte que le pourcentage de répétitions nécessaire pour avoir une bonne estimation de la production brute moyenne réelle du pâturage est très élevée.

en effet, si on accepte une erreur maximale de 10% (acceptable pour un couvert herbacé exploité de façon extensive), le nombre de répétitions nécessaire est de:
- 58 pour 1980 (*)
- 81 pour 1979 (*)

Déterminer la production brute sur un tel grand nombre de carrées est fastidieux. De plus, on n'a les résultats que après plusieurs jours. En utilisant la droite de régression, on pourrait faucher le même jour un nombre restreint de carrées (40 par exemple) et observer sur un grand nombre d'autres endroits la hauteur et le recouvrement.

2. Si ce qui précède est généralisable au niveau d'un département ou au niveau d'une région pluviométrique d'un pays, devrait être vérifié.

3. A titre indicatif, suivent ici le nombre d'heures nécessaires pour certains travaux et observations.
   - superficie totale observée: 6 hectares
   - matérialisation des carrées de 1 X 1 m avec 4 piquets, estimation du recouvrement et mesure de la hauteur (en 4 - 5 répétitions par carrée): 10 à 15 carrées par heure.
     (Il est à noter qu'à partir de 20 à 25 observations par session de travail, les estimations du recouvrement deviennent erroneuses.)
   - couper la végétation sur des carrées de 1 X 1 m : environ 3 à 4 carrées par heure.
     (Il est à noter que ce travail doit être effectué soigneusement, en enlevant les racines, en récoltant les feuilles tombées et en enlevant les vieilles pailles de l'année précédante.)
   - estimation du recouvrement et mesure de la hauteur (4 à 5 répétitions) sur des endroits choisis au hasard, sans matérialisation avec piquets: environ 20 observations par heure.

(*) <u>formule</u>: $n = \frac{4\ V^2}{d^2}$

n = le nombre de répétitions (doit être supérieur à 30)
V = la variation exprimée en % de la moyenne
d = l'erreur maximale admise

en effet, si on accepte une erreur maximale de 10% (acceptable pour un ouvert naturel exploité de façon extensive), le nombre de répétitions nécessaire est :

- 38 pour 1980 (*)
- 81 pour 1979 (*)

déterminer la production brute sur un tel grand nombre de carrés est irréaliste. De plus, on n'a les résultats que après plusieurs jours. En utilisant le dévers de référence, on pourrait tabuler la même zone en nombre restreint de carrés (40 par exemple) et observer sur un grand nombre d'autres endroits la hauteur et le recouvrement.

2. Si ce qui précède est généralisable au niveau d'un département ou au niveau d'une région pluviométrique d'un pays, devrait être vérifié.

3. A titre indicatif, suivent ici le nombre d'heures nécessaires pour certains travaux et observations.

- superficie totale observée : 6 hectares.
- matérialisation des parcelles de 1 x 1 m avec 4 piquets, estimation du recouvrement et mesure de la hauteur (environ 5 répétitions par carrée) : 10 à 15 carrées par heure.

(Il est à noter qu'à partir de 20 à 25 observations par session de travail, les estimations du recouvrement deviennent erronées.)

- couper la végétation sur des carrées de 1 x 1 m : environ 3 à 4 carrées par heure.

(Il est à noter que ce travail doit être effectué soigneusement, en enlevant les racines, en récoltant les feuilles tombées et en enlevant les vieilles parties de l'année précédente.)

- estimation du recouvrement et mesure de la hauteur (4 à 5 répétitions) sur des endroits choisis au hasard, sans matérialisation avec piquets : environ 20 observations par heure.

(*) formule : $n = \frac{t^2 V^2}{d^2}$

n = le nombre de répétitions (doit être supérieur à 30)
V = la variation exprimée en % de la moyenne
d = l'erreur maximale admise

	1980				1979			
	M.S.	H	R	H X R	M.S.	H	R	H X R
I	2465	41.5	72.5	3009	-	-	-	-
II	3868	61.0	85.0	5185	2840	41.2	60.0	2472
III	1988	46.3	70.0	3241	1870	44.0	55.0	2420
IV	3138	40.5	77.5	3139	-	-	-	-
V	2673	48.8	80.0	3904	1703	29.7	72.5	2153
VI	2756	56.0	80.0	4480	1967	50.3	60.0	3018
VII	3661	54.0	77.5	4185	3645	58.8	70.0	4116
VIII	4053	66.3	75.0	4973	3259	52.2	80.0	4176
IX	2981	52.5	70.0	3675	1690	28.8	70.0	2016
X	3710	50.3	75.0	3773	3265	37.9	87.5	3316
XI	2911	54.5	85.0	4633	2827	44.8	72.5	3248
XII	4143	41.3	77.5	3201	1716	29.8	70.0	2086
XIII	1913	40.8	55.0	2244	2645	46.7	62.5	2919
XIV	3018	45.8	77.5	3550	4383	39.1	90.0	3519
XV	3433	55.0	87.5	4813	2198	45.8	65.0	2977
1	2224	33.0	70.0	2310	1968	36.8	50.0	1840
2	2505	42.5	85.0	3613	3753	45.3	85.0	3851
3	3180	47.5	77.5	3682	3342	39.5	80.0	3160
4	4145	47.0	70.0	3290	3052	42.3	85.0	3596
5	4902	49.3	77.5	3821	3493	50.7	75.0	3803
6	2423	57.2	80.0	4576	2212	41.4	52.5	2174
7	2936	49.6	70.0	3472	2418	57.0	55.0	3135
8	3028	50.4	77.5	3906	1547	25.5	60.0	1530
9	2437	51.6	55.0	2838	3098	58.2	60.0	3492
10	1967	54.0	50.0	2700	-	-	-	-
11	6749	76.0	97.5	7410	4223	50.7	87.5	4436
12	5759	67.3	92.5	6225	2934	77.2	60.0	4632
13	6588	77.5	95.0	7363	6494	70.5	70.0	4935
14	2404	53.3	77.5	4131	2005	35.6	60.0	2196
15	3866	-	-	-	2142	26.3	72.5	1907
16	3585	54.4	70.0	3815	4858	54.7	80.0	4376
17	4629	-	-	-	7793	70.0	85.0	5950
18	6333	-	-	-	3692	47.7	75.0	3578
19	4344	70.5	75.0	5288	4921	54.0	95.0	5130
20	4007	47.5	80.0	3800	4401	47.6	75.0	3570
21	4919	69.3	95.0	6584	-	-	-	-
22	3287	45.5	67.5	3071	1699	22.3	70.0	1561
23	5845	77.0	85.0	6545	2989	41.2	95.0	3914
24	1066	38.8	42.5	1649	1492	41.9	60.0	2514
25	1589	38.8	45.0	1733	2014	36.8	47.5	1748
S	1329				1399			
Moy:	3421				3070			

Tableau No 5: Résultats des observations effectuées en 1979 et en 1980 sur la biomasse du couvert herbacé du terrain AGRHYMET.

(M.S.=Matière sèche en kg/ha; H=hauteur en cm; R=le recouvrement en pourcentage; HXR=le produit Hauteur X Recouvrement.
Les numéros des parcelles sont les mêmes que sur la figure No 2.,p 17).

	1980				1979			
	M.S.	R	X	R X R	M.S.	R	X	R X R
I	2465	44.5	72.5	3100	–	–	–	–
II	3866	56.0	85.0	5146	2840	44.2	60.0	2472
III	1988	46.3	70.0	3241	1870	44.0	55.0	2420
IV	3138	40.5	77.5	3739	–	–	–	–
V	2673	48.8	80.0	3904	1703	29.7	72.5	2153
VI	2776	56.0	80.0	4480	1967	30.3	60.0	2018
VII	3664	54.0	77.5	4185	3040	32.8	70.0	4118
VIII	4053	66.3	75.0	4973	3259	52.2	80.0	4176
IX	2983	32.5	70.0	3071	1690	28.8	74.0	2016
X	3710	50.3	75.0	3773	3265	37.4	67.5	3316
XI	2911	54.5	85.0	4633	2827	44.8	72.5	3248
XII	4443	44.3	77.5	3201	1716	25.6	70.0	2086
XIII	1913	40.8	58.0	2344	2044	46.7	62.5	2917
XIV	3018	45.8	77.5	3550	4453	39.1	90.0	3519
XV	3432	35.0	87.5	4873	2198	45.8	65.0	2977
1	2224	33.0	70.0	2310	1968	36.8	50.0	1840
2	2902	42.5	85.0	3613	3773	45.3	85.0	3851
3	3140	47.5	77.5	3682	3342	39.5	80.0	3160
4	4145	47.0	70.0	3290	3052	42.3	85.0	3606
5	4902	49.3	77.5	3821	3493	50.7	70.0	3803
6	2420	37.2	80.0	4576	2212	43.4	52.5	2274
7	2020	43.6	70.0	3472	2418	57.0	58.0	3353
8	3028	50.4	77.5	3906	1547	23.5	60.0	1320
9	2137	37.6	55.0	2838	3058	38.2	60.0	3492
10	1907	54.0	50.0	2700	–	–	–	–
11	4130	76.0	67.5	7770	4223	50.7	87.5	4436
12	3720	67.3	92.5	6222	2934	77.2	60.0	4632
13	4588	77.5	85.0	7363	4394	70.5	70.0	4935
14	2404	53.3	77.5	4134	2093	33.6	60.0	2016
15	3806	–	–	–	2142	20.3	72.5	1407
16	3583	54.4	70.0	3815	4858	54.2	80.0	4376
17	4620	–	–	–	7773	70.0	85.0	5930
18	6323	–	–	–	3652	47.7	75.0	3578
19	4344	70.5	75.0	3288	4924	54.0	95.0	5130
20	4007	47.5	80.0	3800	4404	47.6	75.0	3570
21	4019	60.3	90.0	6488	–	–	–	–
22	3227	43.5	67.5	3071	1699	22.3	70.0	1561
23	5845	77.0	85.0	6545	2087	41.2	95.0	3914
24	1066	38.8	42.5	1049	1402	41.9	60.0	2520
25	1569	38.8	45.0	1733	2014	36.8	47.5	1718
26	1299				1399			
27	3421				3078			

Tableau No 5: Résultats des observations effectuées en 1979 et en 1980 sur la biomasse du convertisseur brassé du tertrin.

AGITATEUR:

(M.S.=Densité apparente en kg/m3 ; R=hauteur en cm; R=le rendement en pourcentage; RXR=le produit Hauteur X Rendement).

Les numéros des parcelles sont les mêmes que sur la figure No 2 (p.17).

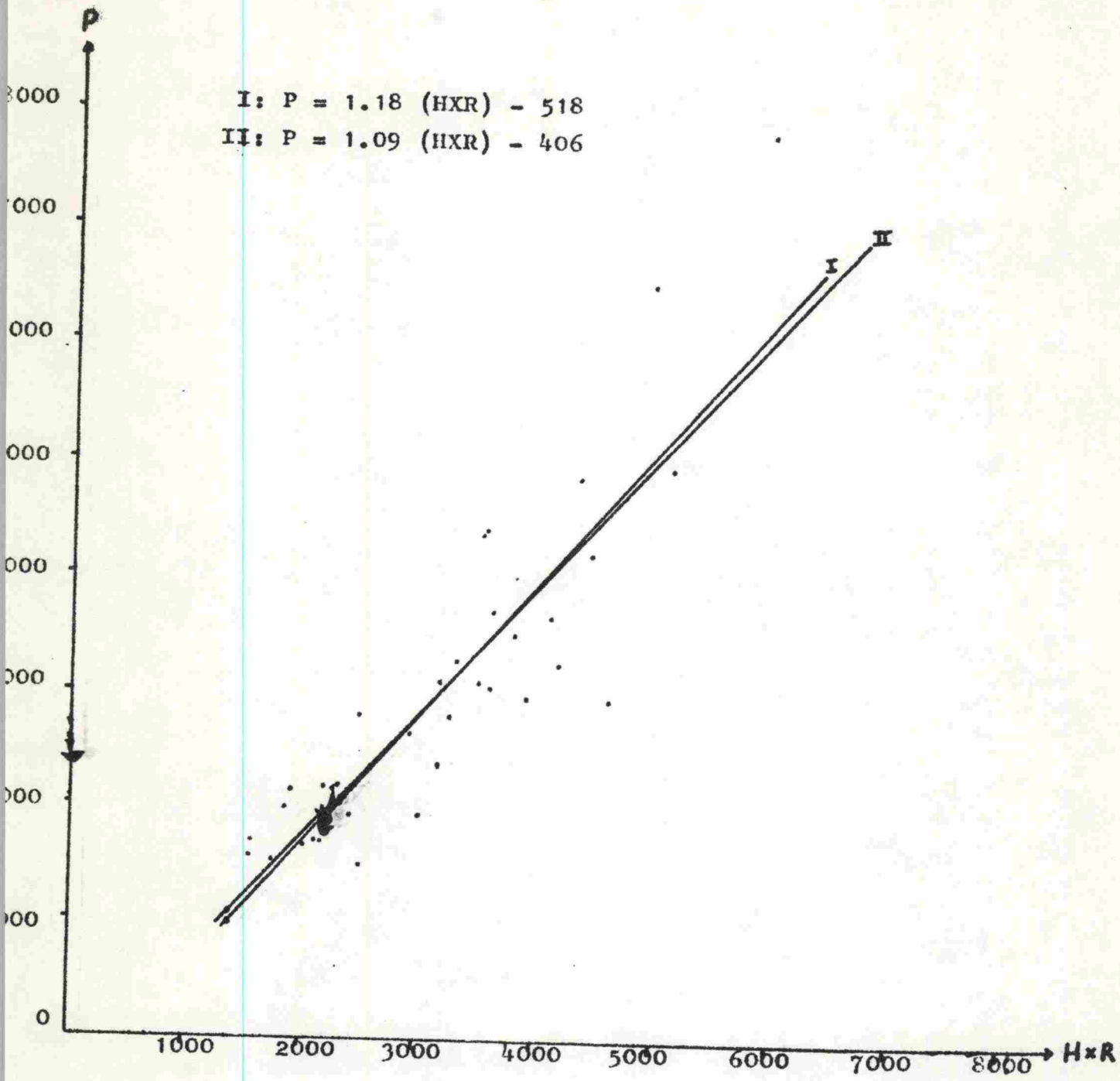
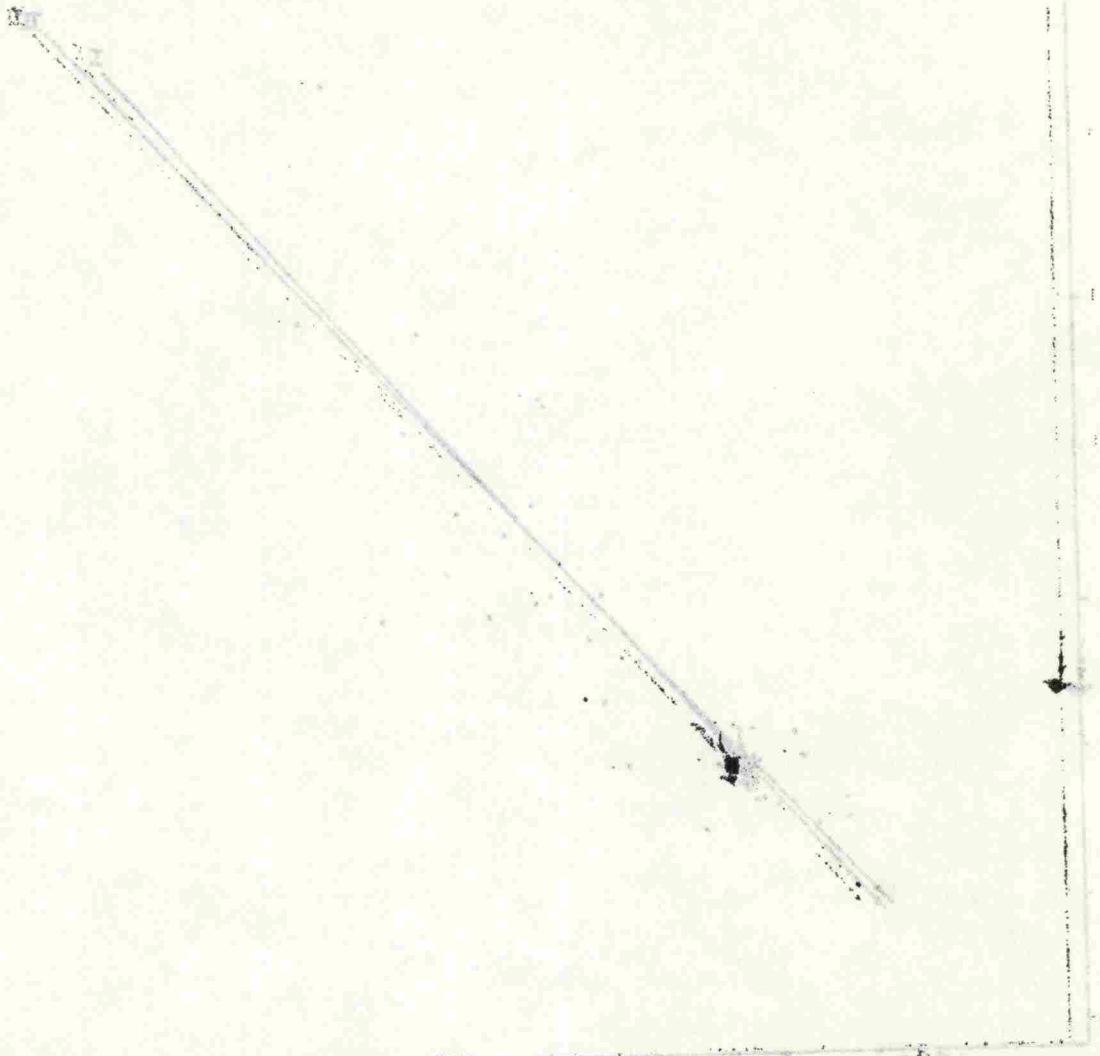


Figure 3a : Droites de régression pour 1980
I : droite pour les valeurs observées de P et de HXR
II: droite pour les mêmes valeurs en ajoutant P = 0 pour HXR = 0



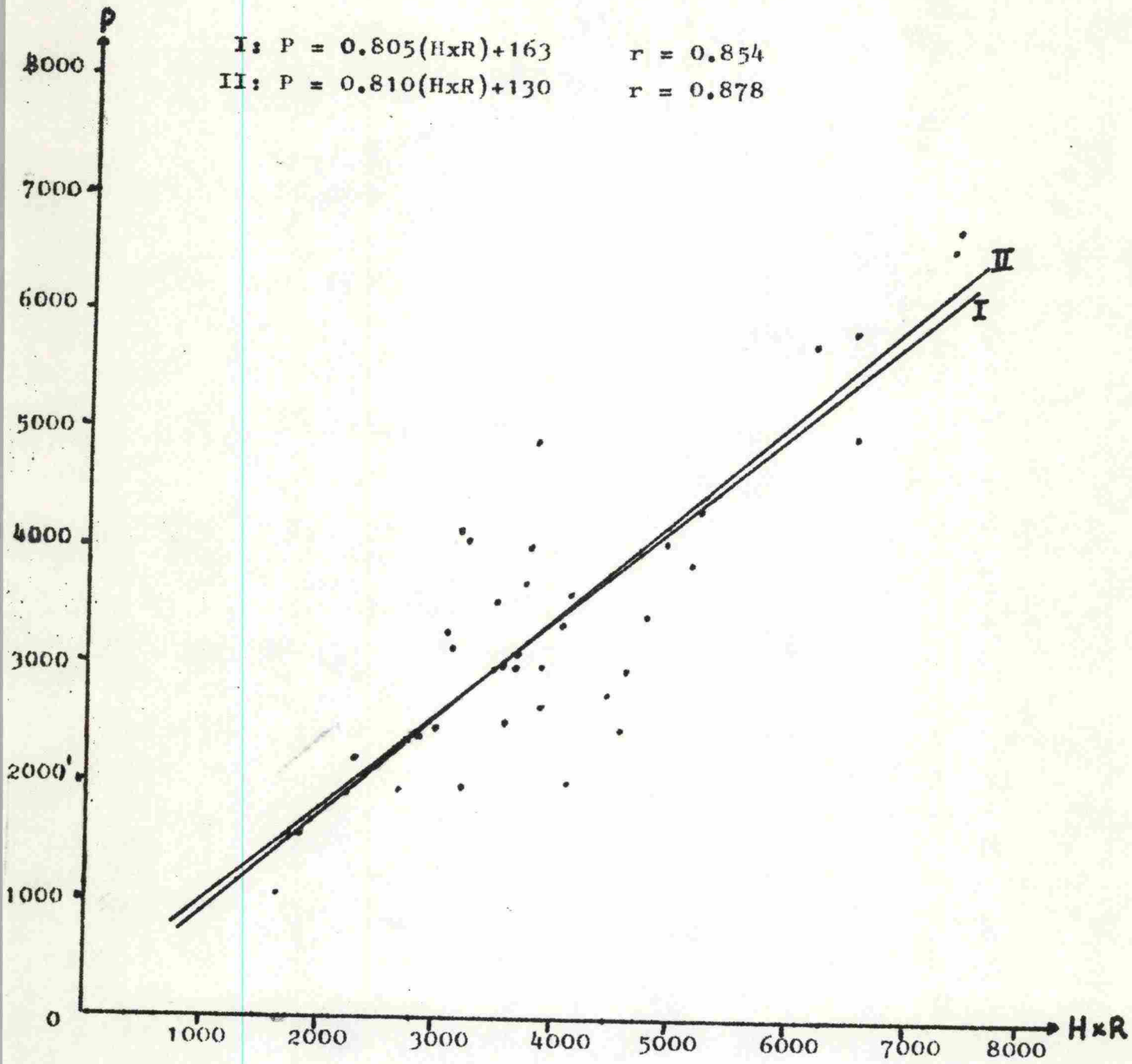


Figure 3_b : Droites de régression pour 1980.
I: droite pour les valeurs observées de P et de HxR
II: droite pour les mêmes valeurs en ajoutant P=0 pour HxR=0


II
I
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
8000
H×R

V. Analyse approfondie des observations de 1980

V.1. Afin d'affiner les estimations de la production brute du couvert herbacé avec le produit HxR, d'autres regressions que la regression linéaire ont été essayées pour les observations de P et de HxR de 1980.

Les courbes essayées étaient:

1. $$P = \frac{M}{1 + e^{-M(b(HxR)+a)}}$$

ou: $\frac{1}{M} \ln \frac{P}{M-P} = b(HxR) + a$

avec M variant entre 8000 et 20.000

Principe: P ne peut pas augmenter jusqu'a l'infini et doit connaître un maximum M.

2. $$HxR = \frac{M}{1 + e^{-M(b(P)+a)}}$$

ou: $\frac{1}{M} \ln \frac{HxR}{M-HxR} = b(P) + a$

avec M variant entre 8.000 et 15.000

Principe: Le Recouvrement maximal estimable à vue est égal à 100 et la hauteur du couvert herbacé ne peut pas augmenter jusqu'a l'infini.

3. $P = e^{b(HxR)+a}$ ou $\ln P = b(HxR) + a$

4. $P = a(HxR)^b$ ou $\ln P = \ln a + b \ln(HxR)$

5. $P = M(1-e^{b(HxR)^2 + a})$

ou: $\ln(1- \frac{P}{M}) = b(HxR)^2 + a$

avec M variant entre 8.000 et 25.000

6. $P = M(1-e^{b(HxR)^2 + a})$

ou: $\ln(1- \frac{P}{M}) = b(HxR) + a$

avec M variant entre 8.000 et 25.000

7. $$P = \frac{M}{1 - e^{M(b(HxR)^2+a)}}$$

ou: $\frac{1}{M} \ln \frac{P}{M-P} = b(HxR)^2+a$

V. Analyse approfondie des observations de 1980

V.1. Afin d'affiner les estimations de la production brute du convert berbere avec le produit HxR, d'autres regressions que la regression linéaire ont été essayées pour les observations de P et de HxR de 1980.

Les courbes essayées étaient:

1. $$P = \frac{M}{1 + e^{-M(b(HxR)+a)}}$$

ou: $\frac{1}{M} \ln \frac{P}{M-P} = b(HxR) + a$

avec M variant entre 8000 et 20.000

Principe: P ne peut pas augmenter jusqu'à l'infini et doit connaître un maximum M.

2. $$HxR = \frac{M}{1 + e^{-M(b(P)+a)}}$$

ou: $\frac{1}{M} \ln \frac{HxR}{M-HxR} = b(P) + a$

avec M variant entre 8.000 et 15.000

Principe: la découvrement maximal estimable à vue est égal à 100 et la hauteur du convert berbere ne peut pas augmenter jusqu'à l'infini.

3. $P = e^{b(HxR)+a}$ ou $\ln P = b(HxR) + a$

4. $P = a(HxR)^b$ ou $\ln P = \ln a + b \ln(HxR)$

5. $P = M(1-e^{b(HxR)^2 + a})$

ou: $\ln(1 - \frac{P}{M}) = b(HxR)^2 + a$

avec M variant entre 8.000 et 25.000

6. $P = M(1-e^{b(HxR)^2 + a})$

ou: $\ln(1 - \frac{P}{M}) = b(HxR) + a$

avec M variant entre 8.000 et 25.000

7. $$P = \frac{M}{1 - e^{M(b(HxR)^2+a)}}$$

ou: $\frac{1}{M} \ln \frac{P}{M-P} = b(HxR)^2 + a$

8. Deux droites de régression, une pour les valeurs de HxR inférieures respectivement à 3.000, 4.000 et 5.000 et une pour les valeurs de HxR supérieures à 3.000, 4.000, 5.000 (figure 3b)

V.2. Les critères pour évaluer la valeur d'une courbe étaient:

1. Le coëfficient de corrélation
2. La moyenne des écarts absolus des valeurs estimées moins les valeurs réelles (pour les 37 valeurs de 1980).
3. La moyenne des écarts des valeurs (positifs et négatifs) des valeurs estimées moins les valeurs réelles.
4. Le fait que P est oui ou non proche de 0 pour HxR=0

V.3. Résultats

1. Pour les courbes, les résultats étaient peu satisfaisants. Bien que tous les coëfficients de corrélation étaient proches ou mêmes supérieurs à celui de la droite, les courbes montraient d'autres inconvéniants.

   a. La moyenne des écarts absolus n'était pas nettement inférieure (ou même supérieure) à celle pour la droite de régression.

   b. La moyenne des écarts (positifs et négatifs) était le plus souvent trés inférieure à 0 (de l'ordre de -30 à -70), ce qui veut dire que les estimations de P, faites à l'aide des courbes avaient été des sousestimations.

   c. Souvent aussi (pour les courbes en sigmoïde avec introduction d'une valeur M), la valeur de P pour HxR=0, était trop élevée (de l'ordre de 1000).

2. Les résultats étaient également peu satisfaisantes en utilisant l'ensemble des 68 valeurs observées en 1980. Ces 68 valeurs sont les 37 valeurs utilisées pour l'estimation de la production brute du couvert herbacé + les valeurs obtenues dans les essais de fertilisation en azote sur le même couvert herbacé (Voir figure 2 et chapitre II.2), toutefois en omettant les valeurs de P et de HxR correspondant à un Recouvrement R supérieure à 100% (*)

3. La seule amélioration nette qui avait été obtenue, était celle en utilisant 2 droites de regression, une pour les valeurs de HxR inférieures à 4000 et une pour les valeurs supérieures à 4000 (voir figure 4):

   a. La moyenne des écarts absolus pour les 2 droites de regression est de 440 kg/ha, par rapport à 523 kg/ha pour une droite de regression. (*)

   b. La moyenne des écarts (positifs et négatifs) entre les valeurs estimées et les valeurs réelles de P était d'environ +2,7 kg/ha, pour environ -3,5 pour une droite de regression (*).

   c. P= -114 kg/ha pour HxR=0 par rapport à 130 kg/ha pour une droite de regression.

(*) voir p 34

8. Deux droites de régression, une pour les valeurs de HxR inférieures respectivement à 3.000, 4.000 et 5.000 et une pour les valeurs de HxR supérieures à 3.000, 4.000, 5.000 (figure 3b)

V.2. Les critères pour évaluer la valeur d'une courbe étaient :

1. Le coefficient de corrélation

2. La moyenne des écarts absolus des valeurs estimées moins les valeurs mesurées (pour les 37 valeurs de 1980).

3. La moyenne des écarts des valeurs (positifs et négatifs) des valeurs estimées moins les valeurs réelles.

4. Le fait que P est oui ou non proche de 0 pour HxR=0

V.3. Résultats

1. Pour les courbes, les résultats étaient peu satisfaisants. Bien que tous les coefficients de corrélation étaient proches ou même supérieurs à celui de la droite, les courbes montraient autres inconvénients.

a. La moyenne des écarts absolus n'était pas nettement inférieure (ou même supérieure) à celle pour la droite de régression.

b. La moyenne des écarts (positifs et négatifs) était le plus souvent très inférieure à 0 (de l'ordre de -30 à -70), ce qui veut dire que les estimations de P, faites à l'aide des courbes avaient été des sousestimations.

c. Souvent aussi (pour les courbes en sigmoïde avec introduction d'une valeur M), la valeur de P pour HxR=0, était trop élevée (de l'ordre de 1000).

2. Les résultats étaient également peu satisfaisants en utilisant l'ensemble des 68 valeurs observées en 1980. Ces 68 valeurs sont les 37 valeurs utilisées pour l'estimation de la production brute du convert norbeck + les valeurs obtenues dans les essais de fertilisation en azote sur le même convert norbeck (voir figure 2 et chapitre II.2), toutefois en omettant les valeurs de P et de HxR correspondant à un recouvrement R supérieur à 100% (*)

3. La seule amélioration nette qui avait été obtenue, était celle en utilisant 2 droites de régression, une pour les valeurs de HxR inférieures à 4000 et une pour les valeurs supérieures à 4000 (voir figure 4) :

a. La moyenne des écarts absolus pour les 2 droites de régression est de 440 Kg/ha, par rapport à 527 Kg/ha pour une droite de régression. (*)

b. La moyenne des écarts (positifs et négatifs) entre les valeurs estimées et les valeurs réelles de P était d'environ +2,7 Kg/ha, pour environ -3,5 pour une droite de régression (*).

c. P= -114 Kg/ha pour HxR=0 par rapport à 130 Kg/ha pour une droite de régression.

(*) voir p 34

4. Suite à ces résultats promettants obtenus en utilisants 2 droites de regression, le même procédé a été appliqué pour les valeurs de 1979 et pour l'ensemble des 68 valeurs observées en 1980.

Les améliorations obtenues étaient du même ordre de grandeur que celles pour les 37 valeurs de 1980:

a. 1979 (36 valeurs):
La moyenne des écarts absolus est de 460 kg/ha pour 2 droites de regression par rapport à 518 kg/ha pour une droite de regression. La moyenne des écarts (positifs et négatifs est de + 0,1 par rapport à 11.
P = +65 kg/ha pour HxR = 0 par rapport à -406 kg/ha (1 droite) (*).

b. 1980 (68 valeurs): la moyenne des écarts absolus est de 777 kg/ha pour 2 droites de regression par rapport à 802 kg/ha pour une droite de regression. La moyenne des écarts (positifs et négatifs est de -6 par rapport à -1,2 (**).
P = -140 kg/ha pour HxR = 0, par rapport à 77 kg/ha (1droite de regression).

(*): Pour la droite correspondant aux valeurs de HxR 4000, ainsi que pour l'unique droite de regression, la valeur P=0 pour HxR=0 a été ajoutée aux valeurs observées. Ceci explique aussi que la moyenne des écarts (positifs et négatifs) n'est pas proche de 0.

(**): La moyenne de P est de 4155 kg/ha pour ces 38 valeurs.
s est égal à 1946.

4. Suite à ces résultats prometteurs obtenus en utilisant 2 droites de regression, le même procédé a été appliqué pour les valeurs de 1979 et pour l'ensemble des 68 valeurs observées en 1980.

Les améliorations obtenues étaient du même ordre de grandeur que celles pour les 37 valeurs de 1980:

a. 1979 (36 valeurs):

La moyenne des écarts absolus est de 460 kg/ha pour 2 droites de regression par rapport à 518 kg/ha pour une droite de regression. La moyenne des écarts (positifs et négatifs) est de + 0,1 par rapport à 11.
P = +653 kg/ha pour HxR = 0 par rapport à -406 kg/ha (1 droite) (*).

b. 1980 (68 valeurs): la moyenne des écarts absolus est de 777 kg/ha pour 2 droites de regression par rapport à 802 kg/ha pour une droite de regression. La moyenne des écarts (positifs et négatifs) est de -6 par rapport à -1,2 (**).
P = -1140 kg/ha pour HxR = 0, par rapport à 77 kg/ha (droite de regression).

(*): Pour la droite correspondant aux valeurs de HxR 4000, alors que pour l'unique droite de regression, la valeur P=0 pour HxR=0 a été ajoutée aux valeurs observées. Ceci explique aussi que la moyenne des écarts (positifs et négatifs) n'est pas proche de 0.

(**): La moyenne de P est de 4135 kg/ha pour ces 38 valeurs. a est égal à 1516.

VI. Conclusions

1. Bien que la relation P/HxR ne semble pas être une relation tout à fait linéaire (***), l'utilisation de courbes ne donnent pas une amélioration nette. Ceci provient probablement du fait qu'un seul couvert herbacé, comme celui du Centre AGRHYMET ne peut pas fournir en une année suffissamment de points couvrant une assez large partie de la courbe (correspondant à des valeurs très étalées de HxR et de P.)
   Les valeurs de HxR et de P qu'on obtient donc en une année donnée ne couvrent qu'une partie d'une telle courbe éventuelle et cette partie semble d'être aussi bien estimée par une ou par 2 droites de regression.
   Ces droites vont varier selon que l'année est plus ou moins productive, et ne sont pas parallèles (voir paragraphe IV de cet annexe). (A titre indicatif peut être mentionné ici que 1981 a donné une production moyenne de 2.300 kg/ha avec des valeurs de P variant entre 500 et 4000 kg/ha. La pluviométrie en 1981 était très mauvaise: 46 mm en août et 29 mm en septembre.)

2. L'utilisation de 2 droites de regression peut améliorer les estimations de P, par HxR.
   Seulement, leur utilisation pose certains inconvéniants:

   a. on doit choisir le meillieur séuil pour HxR, correspondant aux meillieures droites de regression. (Ces seuils varient très probablement d'une année à l'autre et d'un couvert herbacé à l'autre).

   b. l'utilisation de 2 droites pour estimer P par HxR augmente considerablement le travail. Les 2 droites ont des pentes differentes et des constantes différentes.

   Les observations dans les années suivantes (1981 et suite) devront donner une réponse définitive si l'amélioration obtenue vaut vraiment la peine par rapport à l'utilisation d'une unique droite de regression.

3. Pour conclure on peut dire qu'il existe une bonne corrélation linéaire entre P et HxR et que l'utilisation d'une droite de regression, obtenue par un nombre suffissament grand de valeurs de P et d'estimations de HxR, permet d'affiner d'avantage l'estimation de la production brute d'un couvert herbacé en utilisant un autre nombre de valeurs mesurées de la hauteur et estimées du recouvrement de ce couvert herbacé.

(***) Motivation théorique: ni HxR, ni P ne peuvent augmenter jusqu'a l'infini. Motivation pratique:l'utilisation de 2 droites de regression améliore nettement les estimations de P par HxR; P est different de 0 pour HxR=0.

VI. Conclusions

1. Bien que la relation P/HxR ne semble pas être une relation
fonctionnelle (***), l'utilisation de courbes ne donnant
pas une amélioration nette. Ceci provient probablement du fait
qu'un seul convert herbacé, comme celui du centre ADMEMET ne
peut pas fournir en une année suffisamment de points couvrant
une assez large partie de la courbe (correspondant à des va-
leurs très étalées de HxR et de P.)
Les valeurs de HxR et de P qu'on obtient donc en une année
donnée ne couvrent qu'une partie d'une telle courbe éventuelle
et cette partie semble d'être aussi bien estimée par une ou
par 2 droites de regression.
Ces droites vont varier selon que l'année est plus ou moins
productive, et ne sont pas parallèles (voir paragraphe IV de
cet annexe). (A titre indicatif peut être mentionné tel que
1981 a donné une production moyenne de 2.300 kg/ha avec des
valeurs de P variant entre 500 et 4000 kg/ha. La pluviométrie
en 1981 était très mauvaise: 46 mm en août et 29 mm en septem-
bre.)

2. L'utilisation de 2 droites de regression peut améliorer les
estimations de P, par HxR.
Seulement, leur utilisation pose certains inconvénients:

a. on doit choisir le meilleur série pour HxR, correspondant
aux meilleures droites de regression. (Ces séries varient
très probablement d'une année à l'autre et d'un convert
herbacé à l'autre).

b. L'utilisation de 2 droites pour estimer P par HxR augmente
considérablement le travail. Les 2 droites ont des pentes
différentes et des constantes différentes.

Les observations dans les années suivantes (1981 et suite)
devront donner une réponse définitive et l'amélioration obte-
nue vaut vraiment la peine par rapport à l'utilisation d'une
unique droite de regression.

3. Pour conclure on peut dire qu'il existe une bonne corrélation
linéaire entre P et HxR et que l'utilisation d'une droite de
regression, obtenue par un nombre suffisamment grand de valeurs
de P et d'estimations de HxR, permet d'affiner d'avantage
l'estimation de la production brute d'un convert herbacé en
utilisant un autre nombre de valeurs mesurées de la hauteur
et estimées du recouvrement de ce convert herbacé.

(***) Motivation théorique: si HxR, si P ne peuvent augmenter jusqu'à
l'infini. Motivation pratique: l'utilisation de 2 droites de re-
gression améliore nettement les estimations de P par HxR; P est
différent de 0 pour HxR=0.

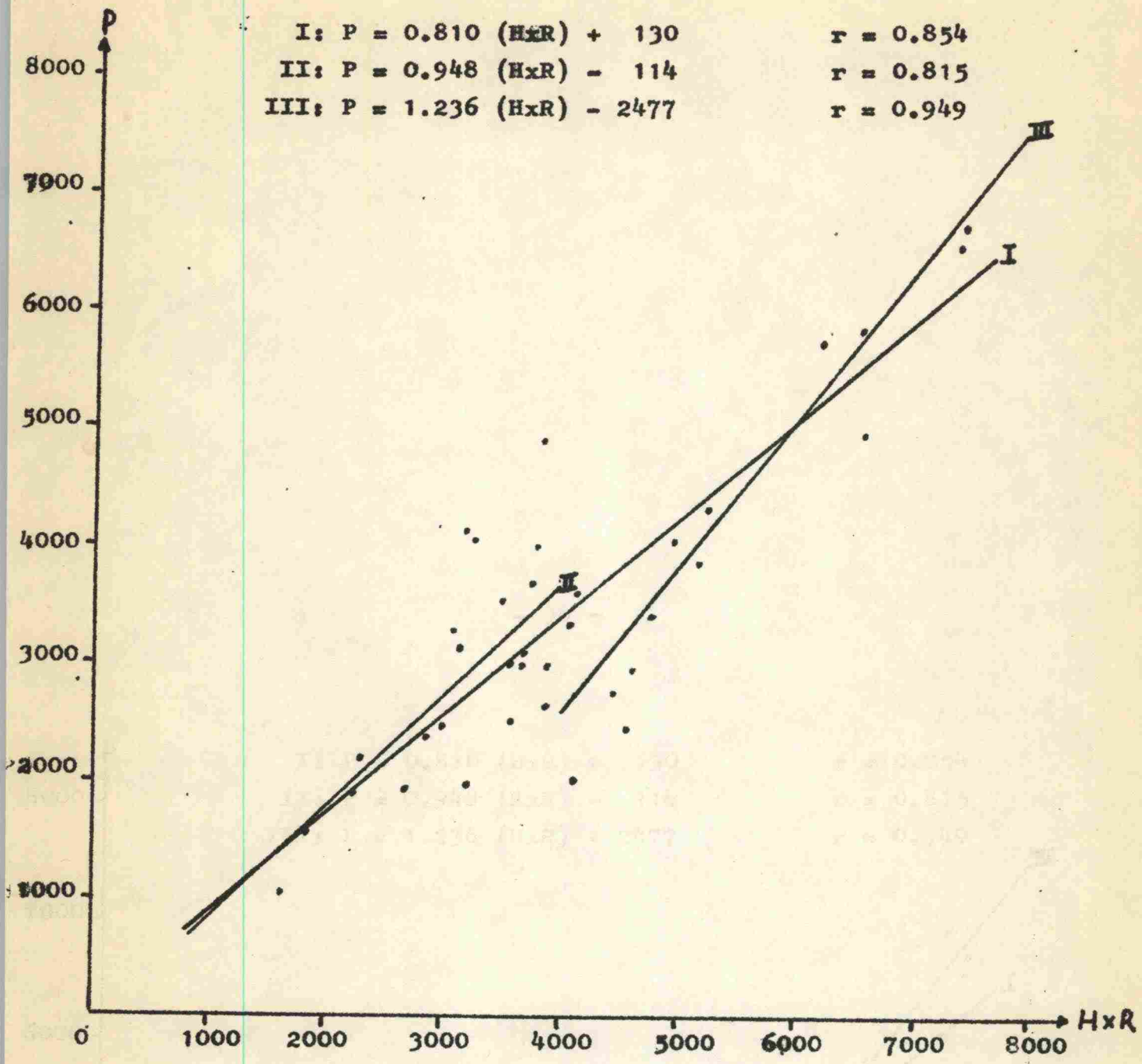


Figure 4: Droites de régression pour 1980

I: une droite de regression pour les valeurs observées, en ajoutant P=0 pour HxR=0.

II et III: deux droites de régression, une pour les valeurs de HxR inférieures à 4000 (en ajoutant P=0 pour HxR=0) et une pour les valeurs de HxR supérieur à 4000.

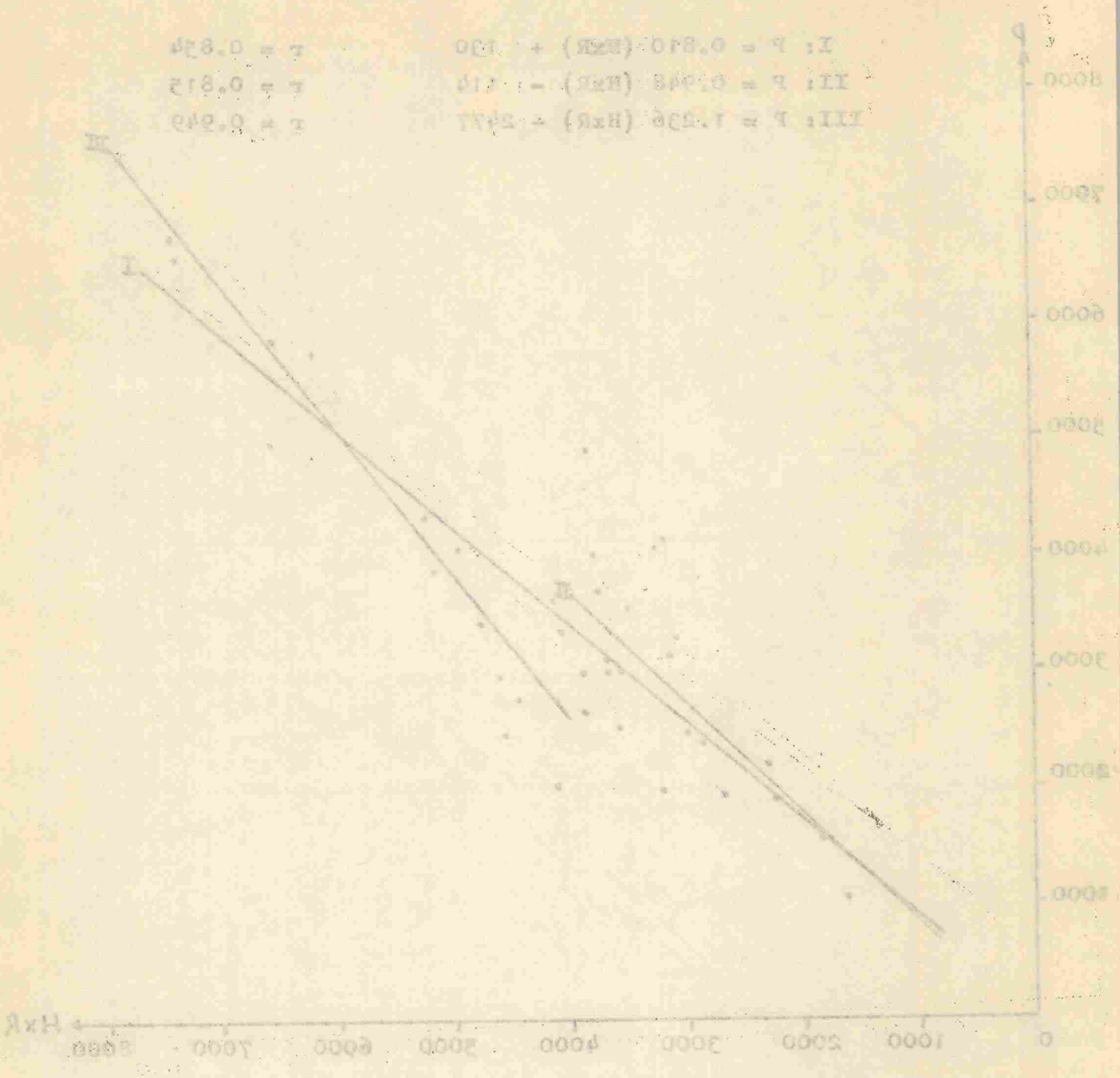


Figure 4: Droites de régression pour 1980

I: une droite de regression pour les valeurs observées, en ajoutant P=0 pour HxR=0.

II et III: deux droites de régression, une pour les valeurs de HxR inférieures à 4000 (en ajoutant P=0 pour HxR=0) et une pour les valeurs de HxR supérieur à 4000.