

Tableau 4.5.2. La productivité potentielle simulée dans 3 années successives à Nampala.

Année	Productivité potentielle (kg ha ⁻¹)	Pluviométrie hivernage (mm)
1976	3.500	298
1977	1.300	91
1978	3.700	220

Table 4.5.2. The simulated potential productivity of 3 successive years at Nampala.

n'est pas nécessaire de connaître tous les paramètres très précisément, et de faire les calculs chaque jour. Un modèle à simuler simple, dérivé du modèle décrit ici, est présenté dans la partie 4.6.

4.6 UN MODELE SIMPLE DE LA PRODUCTION POTENTIELLE

4.6.1 Introduction

Une bonne méthode pour intégrer beaucoup des connaissances de ce chapitre est de composer un schéma de calcul pour la croissance. Un tel schéma dans une forme très détaillée et dans lequel les résultats sont calculés à l'aide d'un ordinateur était déjà présenté très brièvement dans les parties 2.3, 4.2 et 4.5. Ce modèle de simulation, développé pour pouvoir calculer la production potentielle, était utilisé surtout pour le progrès de la recherche fondamentale. Le schéma présenté ici donne, malgré un grand nombre de simplifications et d'approximations concernant les processus les plus importants (production, bilan d'eau), des résultats semblables à ceux que donne le modèle détaillé de simulation.

Pour le schéma de calcul présenté ci-dessous on n'a besoin que d'une machine à calculer simple. Ce schéma sert d'abord comme moyen d'exercice pour le lecteur avec lequel il peut se familiariser avec beaucoup de connaissances, de considérations et de points douteux, présentés amplement dans les chapitres précédents. Ces informations sont utilisées ici dans une forme très simple, mais l'avantage en est que d'un seul coup d'oeil le lecteur a presque tous les points clefs ensemble qui déterminent la croissance. En plus le lecteur peut s'exercer à l'approche quantitative qui est typique pour la recherche rapportée dans ce livre.

Un deuxième but de ce modèle simple est de servir le lecteur un moyen pour qu'il puisse lui-même déterminer la sensibilité des calculs pour une variation dans un des paramètres. Cela peut nous indiquer le facteur ou le processus, auquel les résultats sont le plus sensible. Ainsi on sait pour quel facteur il vaut la peine d'investir du temps et de l'argent pour essayer d'obtenir de meilleures connaissances par des observations ou des mesures sur le terrain. Ce dernier aspect joue un rôle important dans la reconnaissance des possibilités d'une zone et sera traité séparément dans le chapitre 7.

L'unité du temps avec laquelle les calculs sont faits est une période de 10 jours (décade). Un nombre de calculs doit donc être répété pour des décades consécutives pen-

dant la croissance.

Le schéma n'est valable que pour une combinaison substrat-végétation dans une zone de pluviosité du Sahel. Si l'on considère une zone avec plusieurs sous-zones de pluviosité et de substrat-végétation, il faut distinguer ces unités d'abord et faire pour chacun des calculs spécifiques en suite. D'ailleurs ce dernier aspect de distinction des unités, est traité plus en détail dans le chapitre 7.

4.6.2 L'explication du calcul

L'explication du calcul est faite à l'aide d'exemples. Les tableaux 4.6.1 et 4.6.2 donnent les résultats des calculs de la production potentielle sur le sable et l'argile (année 1977) respectivement. Le calcul s'arrête au moment où la biomasse est maximale. Nos hypothèses pour la diminution de la biomasse ne sont que qualitatives et ne pouvaient pas être incluses dans ce schéma de calcul. L'explication est faite de façon très brève. Le lecteur est invité à exécuter les calculs lui-même; ainsi il se familiarisera avec ce schéma par essai et erreur. Le calcul commence la première décade de juin avec la colonne 1. Le calcul continue jusqu'à la colonne 23; après on se met à la deuxième décade de juin avec la colonne 1 etc. Dans ce qui va suivre on explique le calcul colonne par colonne et on se réfère souvent aux conclusions, aux figures et aux tableaux des parties précédentes. C'est là que l'on trouve la base et tous les détails des considérations en question.

Colonne	Abré- viation	Signification et instructions pour le calcul
1	Déc	La décade considérée.
2	P1	La pluviosité pendant cette décade.
3	n	Le nombre des pluies pendant cette décade.
4	I	L'infiltration de l'eau dans le sol pendant la décade. I est calculé comme suit: $I = (1 - R) P1 \quad (\text{mm décade}^{-1})$ R est le ruissellement annuel.
5	E	L'évaporation pendant la décade. On peut la trouver dans le tableau 4.5.5 en utilisant le nombre de pluies (n, colonne 3) et l'index foliaire (LAI, colonne 22). Si la valeur trouvée dans ce tableau est plus grande que I et si le stock d'eau est zéro ($St_r = 0$, colonne 6) l'évaporation est égale à I. Si, par contre, il y a un stock d'eau ($St_r > 0$) on prend pour E la moitié de la somme d'E trouvée suivant le tableau 4.4.5 et I.
6	St	Le stock d'eau dans le sol: $St = St_r + I - E \quad (\text{mm})$ St_r est le stock d'eau en réserve à la fin de la décade précédente (voir colonne 23).
7	Prof	La profondeur d'humidification du sol: $\text{Prof} = (St_r + I) / (\text{Capacité du champs}) \quad (\text{mm})$

Tableau 4.6.1. Calcul de la production potentielle sur un sol sablonneux.

Espace non rempli: valeur égale à zéro; non applicable: -.

Année: 1977, Champs: S2 (NP), pF 3,5: $\Theta = 0,027$, pF 2,5: $\Theta = 0,120$, R = 21%, type de végétation: C_4^+ , Floraison: août 3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11A	11B	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
Déc	P1	n	I	E	St	Prof	QM	St _d	U	Tm _e	Tm _l	Ta	PH	G	EN	B _{A+R}	ΣB_{A+R}	B _R	B _A	ΣB_R	ΣB_A	LAI	St _r	
juin 1	10,0	1	7,9	7,9	0					95														
juin 2	12,4	2	9,8	9,8	0					90														
juin 3	19,1	2	15,1	15,1	0					85														
juillet 1	12,9	1	10,2	10,2	0					80														
juillet 2	13,8	2	10,9	10,9	0					75														
juillet 3	41,9	3	33,1	22,8	10,3	276	7,5	2,8	70	3,6	-	2,8	400	272	19	177	213	88	89	106	107	0,1	7,5	
août 1	61,0	3	48,2	19,2	36,5	464	12,5	24,0	65	16,1	-	16,1	2.477	1.684	116	1.098	1.311	549	549	655	656	0,7	20,4	
août 2	64,0	4	50,6	17,9	53,1	592	16,0	37,1	60	20,2	16,0	36,2	6.033	4.103	402	2.591	3.902	645	1.946	1.300	2.602	2,6	16,9	
août 3	34,0	4	26,9	14,0	29,8	592	16,0	13,8	60	-	40,0	13,8	2.300	1.564	664	630	4.532	0	630	1.300	3.232	3,2	16,0	
septembre 1	56,6	4	44,7	13,3	47,4	592	16,0	31,4	65	-	20,0	20,0	3.077	2.092	445	1.153	5.658	0	1.153	1.300	4.385	4,4	27,4	
septembre 2	2,6	1	2,1	5,4	24,1	592	16,0	8,1	70	-	20,0	8,1	1.157	787	466	225	5.910	0	225	1.300	4.610	4,6	16,0	
septembre 3	6,0	2	4,7	7,6	13,1	592	16,0	0	70															
total	334	-	264	154	-	-	-	-	-	-	-	97	-	-	-	-	5.910	-	-	1.300	4.610	-	16	

Table 4.6.1. Calculation of the potential production on a sandy soil.

Blank space: value equal to zero; inapplicable: -.

Year: 1977, Field: S2 (NP), pF 3.5: $\Theta = 0.027$, pF 2.5: $\Theta = 0.120$, R = 21%, vegetation type: C_4^+ , Flowering: 3 August.

Tableau 4.6.2. Calcul de la production potentielle sur un sol argileux.

Espace non rempli: valeur égale à zéro; non applicable: -.

Année: 1977, Champs: DI (NP), pF 3,5: $\theta = 0,067$, pF 2,5: $\theta = 0,160$, R = -11%, Type de végétation: C₄⁺, Floraison: septembre 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11A	11B	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Déc	P1	n	I	E	St	Prof	QM	St _d	U	Tm _e	Tm _l	Ta	PH	G	EN	B _{A+R}	ΣB_{A+R}	B _R	B _A	ΣB_R	ΣB_A	LAI	St _r
juin 1	12,7	1	14,1	14,1	0					95													
juin 2	6,8	2	7,5	7,5	0					90													
juin 3	8,5	2	9,4	9,4	0					85													
juillet 1	8,0	2	8,9	8,9	0					80													
juillet 2	24,0	1	26,6	12,3	14,3	166	11,1	3,2	75	1,1	-	1,1	147	100	8	64	100	32	32	50	50	0,05	13,2
juillet 3	34,2	4	38,0	27,0	24,2	320	21,4	2,8	70	10,1	-	2,8	400	272	29	170	270	85	85	135	135	0,1	21,4
août 1	31,3	4	34,7	22,1	34,0	351	23,5	10,5	65	18,2	-	10,5	1.615	1.098	95	702	972	351	351	486	486	0,5	23,5
août 2	144,2	4	160,1	18,9	164,7	1.148	76,9	87,8	60	26,4	4,0	30,4	5.067	3.445	318	2.189	3.161	814	1.375	1.300	1.861	1,9	134,3
août 3	27,5	3	30,5	13,6	151,3	1.148	76,9	74,4	60	-	40,0	40,0	6.667	4.533	700	2.683	5.844	0	2.683	1.300	4.544	4,5	111,3
septembre 1	57,3	3	63,6	11,7	163,2	1.148	76,9	86,3	65	-	40,0	40,0	6.154	4.185	1.085	2.170	8.014	0	2.170	1.300	6.714	6,7	123,2
septembre 2	2,8	1	3,1	5,8	120,5	1.148	76,9	43,6	70	-	20,0	20,0	2.857	1.943	698	872	8.886	0	872	1.300	7.586	7,6	100,5
septembre 3	6,1	1	6,8	7,7	99,6	1.148	76,9	22,7	70	-	21,0	21,0	3.000	2.040	768	890	9.776	0	890	1.300	8.476	8,5	78,6
total	363	-	403	160	-	-	-	-	-	-	-	166	-	-	-	-	9.776	-	-	1.300	8.476	-	79

Fig. 4.6.2. Calculation of the potential production on a clayey soil.

Blank space: value equal to zero; inapplicable: -.

Year: 1977, Field: DI (NP), pF 3.5: $\theta = 0.067$, pF 2.5: $\theta = 0.160$, R = -11%, vegetation type: C₄⁺, Flowering: 1 September.

La capacité au champ est l'humidité du sol si la force de rétention d'eau est 0,3 bar (pF 2,5). La 'Prof' peut seulement augmenter pendant la saison et non diminuer: si l'on calcule une valeur plus basse que celle de la décade précédente, on prend pour 'Prof' la valeur de cette décade.

8 QM La quantité minimale du stock d'eau dans le sol. Elle est la partie du stock d'eau qui n'est pas disponible pour la croissance et qui est retenue par une force de rétention supérieure à pF 3,5:

$$QM = \text{Prof (humidité à pF = 3,5)} \quad (\text{mm})$$

9 St_d La partie du stock d'eau (St), disponible pour la croissance:

$$St_d = St - QM \quad (\text{mm})$$

Si St_d est positif les plantes peuvent croître; si St est égal ou inférieur à QM il n'y aura pas de croissance. Pendant une telle décade les plantes peuvent utiliser la QM pour survivre. Si cette décade est suivie par une autre décade sèche ($St_d \leq 0$), les plantes meurent.

10 U L'utilisation de l'eau (quantité d'eau transpirée par quantité de CO_2 assimilée, en $kg \text{ kg}^{-1}$). Pour les plantes du type C_4 avec un mécanisme régulateur des stomates, la valeur de U varie pendant l'hivernage comme suit (voir la fig. 4.2.4d):

juin 1 95 juillet 1 80 août 1 65 septembre 1 65

juin 2 90 juillet 2 75 août 2 60 septembre 2 70

juin 3 85 juillet 3 70 août 3 60 septembre 3 70

11 Tm La transpiration maximale ($mm \text{ décade}^{-1}$). Le terme maximal se réfère ici au cas où il y a assez d'eau dans le sol pour que les plantes croissent à leur vitesse maximale. En colonne 12 on détermine s'il y a vraiment assez d'eau disponible, et si ce n'est pas le cas on réduit la transpiration maximale jusqu'à une transpiration actuelle. Pour le calcul de Tm, il faut distinguer 2 cas:

- si la croissance est exponentielle, c'est la biomasse même qui détermine l'augmentation de la biomasse totale pendant une décade.

Ici on utilise la formule suivante:

$$(\Sigma B_{A+R})_f = (\Sigma B_{A+R})_d \times e^{\alpha t} \quad (\text{kg ha}^{-1})$$

dans laquelle $(\Sigma B_{A+R})_d$ est la biomasse des parties aériennes et des racines au début de la décade ($t = 0$) et $(\Sigma B_{A+R})_f$ est la biomasse totale à la fin de la décade ($t = 10$ jours). L'augmentation de la biomasse totale pendant cette décade est:

$$B_{A+R} = (\Sigma B_{A+R})_f - (\Sigma B_{A+R})_d \quad (\text{kg ha}^{-1} \text{ décade}^{-1})$$

En utilisant le facteur U (colonne 10), nous pouvons déterminer Tm (voir colonne 11A);

- si la croissance est dans la phase linéaire, elle est déterminée par la photosynthèse et les conditions climatiques. La photosynthèse maximale (en CO_2) nous permet, en utilisant le facteur U (colonne 10), de calculer la transpiration maximale, Tm (voir colonne 11B).

Si la biomasse totale au début de la décade (ΣB_{A+R}_d) est inférieure à 900 kg ha^{-1} , la croissance pendant toute cette décade est exponentielle. Dans ce cas on peut calculer la biomasse avec la formule ci-dessus. Pour la valeur de α il y a 2 stades. Entre 0 et 1.000 kg ha^{-1} α est de 0,20 et entre 1.000 et 2.800 kg ha^{-1} α est de 0,12 (cela veut dire qu'au début, la biomasse se multiplie 6x en 10 jours et après 3x par 10 jours). Pour faciliter le calcul on peut utiliser la fig. 4.6.1A qui donne la relation entre la biomasse totale au début de la décade (ΣB_{A+R}_d) et la biomasse totale à fin de la décade (ΣB_{A+R}_f) et l'augmentation de la biomasse totale (B_{A+R}). Si la biomasse totale au début de la décade est supérieure à 900 kg ha^{-1} , la croissance change pendant cette décade d'exponentielle vers linéaire. La fig. 4.6.1B donne le nombre de jours nécessaires pour que la biomasse atteigne la limite de 2.800 kg ha^{-1} et change en croissance linéaire en fonction de la biomasse totale au début de la décade (ΣB_{A+R}_d).

Un cas spécial est la décade dans laquelle la germination a lieu. En colonne 9 nous avons dit que dès $St_d > 0$, les plantes peuvent croître. Pour la germination nous distinguons 2 cas:

- si pendant la décade, qui précède la première décade où $St_d > 0$, la pluviosité n'était pas trop mauvaise ($I > 10 \text{ mm}$), nous supposons qu'il y a eu une germination pendant cette décade. Dans ce cas, au début de la première décade où $St_d > 0$, la biomasse totale est égale à la biomasse des plantules. Nous avons estimé qu'à Niono la biomasse totale des plantules est environ 36 kg ha^{-1} , dont 18 kg est la biomasse aérienne et 18 kg la biomasse racinaire (voir partie 4.3.3.2).
- si pendant la décade, qui précède la première décade où $St_d > 0$, la pluviosité était mauvaise ($I < 10 \text{ mm}$), nous supposons qu'il n'y a pas eu de germination pendant cette décade. Dans ce cas il y aura la germination pendant la première décade où $St_d > 0$. Nous supposons que cette germination aura lieu après 5 jours avec une biomasse totale des plantules d'environ 36 kg ha^{-1} . Il reste encore 5 jours dans cette décade avec une croissance exponentielle. Donc la biomasse totale à la fin de cette décade est 100 kg ha^{-1} , dont 50 kg est la biomasse aérienne et 50 kg la biomasse racinaire.

Si l'on a calculé la croissance exponentielle il faut calculer l'équivalent de cette croissance en termes de transpiration. Pour cela il faut calculer d'abord la valeur PH qui correspond à B_{A+R} comme suit: diviser B_{A+R} par 0,70 (le facteur de conversion biomasse-glucose voir colonne 16) ajouter 0,15 (ΣB_{A+R}_d) (un terme qui compte pour l'entretien de la biomasse déjà présente au début de la décade, voir colonne 15), diviser par 0,95 (qui compte pour l'entretien de la biomasse formée pendant la décade, voir colonne 15) et diviser par 0,68 (le facteur de conversion de CO_2 en glucose, voir colonne 14).

Fig. 4.6.1.A: figure auxiliaire pour le calcul de la croissance exponentielle (voir texte)
 B: figure auxiliaire pour le calcul du moment où la croissance exponentielle change en croissance linéaire (voir texte)

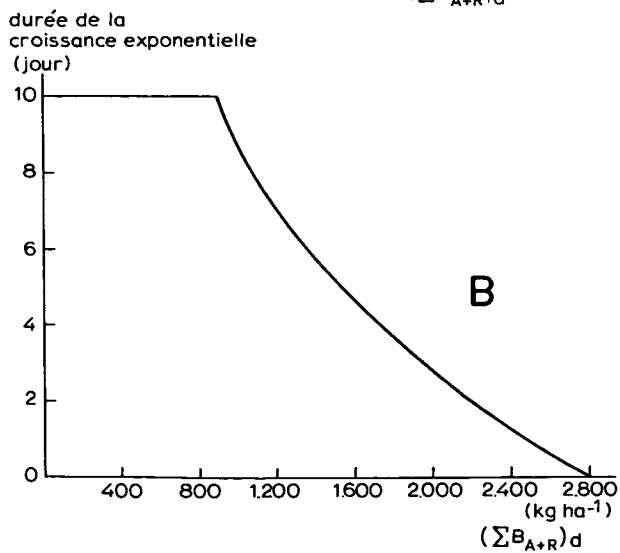
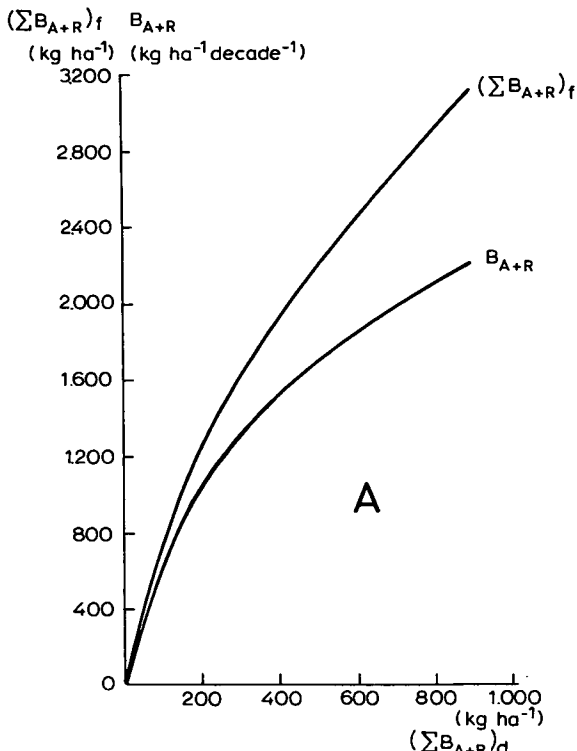


Fig. 4.6.1.A: auxiliary figure for calculating exponential growth (see text)
 B: auxiliary figure for calculating the moment when the exponential growth changes to linear growth (see text)

Multiplication de PH par $U \cdot 10^{-4}$ nous donne la Tm_e . Si une décade est divisée en une partie de croissance exponentielle et une partie linéaire, on calcule d'abord la transpiration comme ci-dessus pour le nombre de jours de croissance exponentielle, suivant la fig. 4.6.1B, et pour le reste des jours de cette décade on prend Tm_1 , comme expliqué en colonne 11B.

- 11B Tm_1 La transpiration maximale dans la décade si la croissance est linéaire (voir la fig. 4.2.4c). Pour les plantes du type C_4 avec un mécanisme régulateur des stomates, la valeur de la transpiration maximale ($mm \text{ jour}^{-1}$) varie pendant l'hivernage comme suit:
- | | | | | | | | |
|--------|-----|-----------|-----|--------|-----|-------------|-----|
| juin 1 | 6,7 | juillet 1 | 6,0 | août 1 | 4,2 | septembre 1 | 4,0 |
| juin 2 | 6,3 | juillet 2 | 5,3 | août 2 | 4,0 | septembre 2 | 4,0 |
| juin 3 | 6,1 | juillet 3 | 4,6 | août 3 | 4,0 | septembre 3 | 4,2 |
- 12 Ta La transpiration actuelle ($mm \text{ décade}^{-1}$):
- a. $St_d > Tm \rightarrow Ta = Tm$
- b. $St_d \leq Tm \rightarrow Ta = St_d$
- Un cas spécial sont les décades après la floraison. Pendant la décade de la floraison, le stade de développement des plantes change de végétatif vers reproductif et la capacité de photosynthèse des feuilles commence à se réduire. Nous supposons qu'en moyenne Tm est la moitié de sa valeur maximale dans les décades après la floraison.
- 13 PH La photosynthèse exprimée en CO_2 dans la décade:
- $$PH = Ta \times 10^4 / U \quad (kg \text{ ha}^{-1} \text{ décade}^{-1})$$
- 14 G La photosynthèse exprimée en glucose:
- $$G = PH \times 0,68 \quad (kg \text{ ha}^{-1} \text{ décade}^{-1})$$
- 15 EN La quantité de glucose qui est utilisée pour l'entretien des plantes:
- $$EN = 0,05 G + 0,15 (\Sigma B_{A+R})_d \quad (kg \text{ ha}^{-1} \text{ décade}^{-1})$$
- Le premier terme est l'entretien de la biomasse formée pendant la décade. Le deuxième terme est l'entretien de la biomasse totale qui était déjà présente au début de la décade (voir colonne 17). Après la floraison nous supposons que la moitié de la biomasse totale au début de la décade est arrivée à maturation. Cette partie de la biomasse ne demande plus de glucose pour l'entretien, donc la formule ci-dessus change en ce qui suit après la floraison:
- $$EN = 0,05 G + 0,15 (0,5(\Sigma B_{A+R})_d) \quad (kg \text{ ha}^{-1} \text{ décade}^{-1})$$
- 16 B_{A+R} L'augmentation de la biomasse totale pendant la décade:
- $$B_{A+R} = (G - EN) \times 0,7 \quad (kg \text{ ha}^{-1} \text{ décade}^{-1})$$
- 17 ΣB_{A+R} La biomasse totale cumulative (biomasse aérienne + biomasse racinaire). On calcule cette biomasse (voir aussi colonnes 20 et 21) de la façon suivante:
- $$(\Sigma B_{A+R})_f = (\Sigma B_{A+R})_d + B_{A+R} \quad (kg \text{ ha}^{-1})$$
- 18 B_R Dans la partie 4.5.5 nous avons constaté que le poids maximal de racines sur le sable et l'argile avec et sans fertilisation ne varie pas de façon significative. En moyenne la biomasse maximale des

racines est de 1.300 kg ha^{-1} . On a constaté aussi que la biomasse des racines ne constitue pas une fraction constante de la biomasse totale. Cette fraction peut varier entre 50% et plus de la biomasse totale (pour une biomasse au-dessous de 1.500 kg ha^{-1} suivant Bille (1977) et Le Grand (1979)) jusqu'à 10% pour une situation de production potentielle. Cette fraction est estimée comme dans la fig. 4.6.2. La variation graduelle entre une biomasse totale de 0 à 2.000 kg ha^{-1} est représentée de façon approximative par une ligne droite. On utilise cette figure pour calculer ΣB_R en fonction de ΣB_{A+R} ou de ΣB_A (voir colonne 11A). La comparaison de la valeur B_R trouvée avec celle de la décade précédente nous donne finalement B_R :

$$B_R = \Sigma(B_R)_f - \Sigma(B_R)_d \quad (\text{kg ha}^{-1} \text{ décade}^{-1})$$

19

B_A

La croissance de la biomasse aérienne:

Fig. 4.6.2. Relation entre biomasse racinaire (ΣB_R) et biomasse totale (ΣB_{A+R}) ou biomasse aérienne (ΣB_A) à Niono.

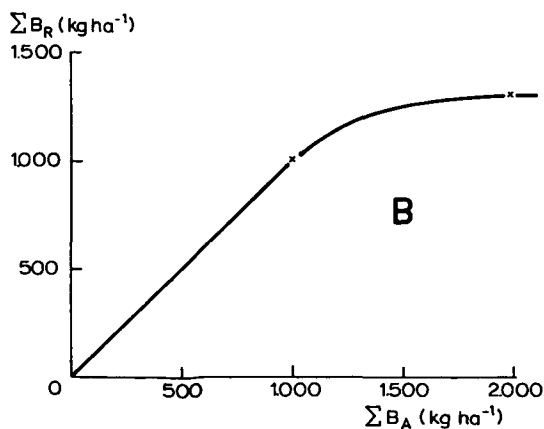
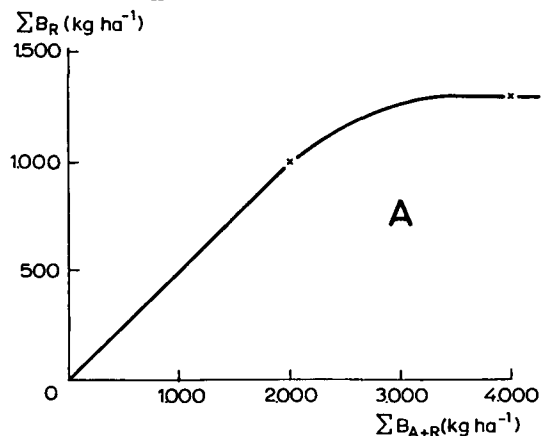


Fig. 4.6.2. Relation between root biomass (ΣB_R) and total biomass (ΣB_{A+R}) or aerial biomass (ΣB_A) at Niono.

		$B_A = B_{A+R} - R_R$	(kg ha ⁻¹ décade ⁻¹)
20	ΣB_R	La biomasse racinaire totale (kg ha ⁻¹).	
21	ΣB_A	La biomasse aérienne totale (kg ha ⁻¹).	
22	LAI	L'index foliaire (superficie des feuilles par superficie du sol):	
		$LAI = \Sigma B_A / 1.000$	(ha ha ⁻¹)
23	St_R	Le stock d'eau, réservé pour la prochaine décade:	
		$St_R = St - Ta$	(mm)

4.6.3 Discussion

Après avoir étudié ce schéma on comprend bien que c'est une approximation. C'est le cas par exemple pour l'influence du ruissellement, de l'évaporation, de l'ordre de calcul, etc. En même temps on observe que le calcul n'est pas toujours indépendant de nos expériences. Mais cela n'est pas important, nous le répétons encore une fois, le but principal n'était pas de présenter une méthode de prédiction ou d'extrapolation mais de présenter une synthèse aussi simple que possible de nos connaissances et de nos hypothèses de la croissance potentielle.

Bien que l'utilisation du schéma pour l'estimation de la production ne soit pas le but de ce schéma, nous avons comparé la production potentielle calculée avec celle mesurée (voir fig. 4.6.3). On constate qu'il y a une bonne ressemblance. Comparer aussi fig. 4.5.7c.

En calculant on remarque le commentaire suivant. Pour le sol sablonneux (tableau 4.6.1):

- juillet 3. C'est la première décade où $St_d > 0$. Une pluviosité effective ($I > 10$ mm) pendant les décades précédentes contribue à la décision qu'il est vraisemblable que la germination a lieu déjà avant juillet 3. Ta est plus basse que Tm_e . Cela veut dire qu'il y a un manque d'eau.
- août 1. La croissance est encore exponentielle et potentielle ($Ta = Tm$). La croissance totale est divisée en 2 pour la partie aérienne et la partie racinaire.
- août 2. La croissance change d'exponentielle vers linéaire. Il n'y a presque pas de manque d'eau. Le système racinaire atteint son poids maximal. La profondeur d'humidification du sol atteint aussi sa valeur maximale (environ 60 cm).
- août 3. A cause d'une mauvaise pluviosité la croissance est beaucoup réduite par un manque d'eau. La floraison était observée sur le terrain à la fin de cette décade.
- septembre 1. Pendant cette décade Tm est la moitié de sa valeur maximale. Il n'y a pas de manque d'eau.
- septembre 2. Il y a un manque d'eau, donc les plantes mûriront vite. Néanmoins on peut s'attendre à une production de semences qui n'est pas trop mauvaise parce que la décade après la floraison était sans manque d'eau.

On observe que la mauvaise pluviosité en 1977 et le ruissellement de ce terrain font que la croissance pendant quelques décades n'est pas potentielle mais réduite par un manque d'eau. Néanmoins, la production potentielle est 2x plus élevée que la production naturelle, mais il n'y a pas plus de $97/580 = 17\%$ de la pluviosité annuelle moyenne qui est transpirée.

Fig. 4.6.3. Production potentielle 1977 (Niono); mesurée: . ; calculée: x.

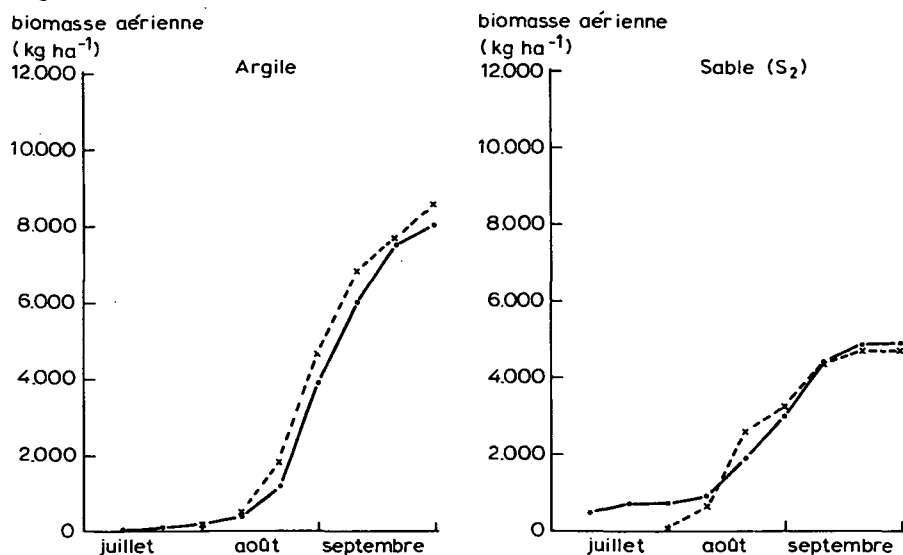


Fig. 4.6.3. Potential production 1977 (Niono); measured: . ; calculated: x.

Si l'on divise le total de la colonne 12 par le total de la colonne 17 et que l'on multiplie le résultat par 10^{-4} on obtient un coefficient de transpiration de 164 kg d'eau par kg de biomasse totale. Si l'on divise le total de la colonne 12 par le total de la colonne 21 ce rapport est 210 kg d'eau par kg de biomasse aérienne.

Pour le sol argileux (tableau 4.6.2), on remarque:

- juillet 2. $St_d > 0$. La pluviosité des décades précédentes était mauvaise donc on suppose qu'il n'y a pas encore une vague de jeunes plantes et qu'il y a de la germination pendant cette décade.
- juillet 3. Il y a un manque d'eau et la croissance exponentielle est beaucoup réduite.
- août 1. A cause d'une pluviosité mauvaise mais surtout à cause d'une QM qui est plus élevée sur l'argile que sur le sable, $Ta < Tm$.
- août 2. La pluviosité est très élevée. La profondeur d'humidification du sol augmente tout à coup (environ 120 cm) et avec ceci aussi la valeur QM . Néanmoins les pluies forment dans cette décade une telle réserve dans le sol que les plantes peuvent croître potentiellement jusqu'à la maturité.
- août 3. La croissance est linéaire pour la première fois. A cause du fait que le système racinaire était déjà complet en août 2, toute la croissance contribue à la biomasse aérienne. Cette biomasse augmente donc d'environ $270 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jour}^{-1}$.
- septembre 1. La même croissance élevée qu'en août 3. Le terme entretien joue de plus en plus un rôle important et fait que la croissance aérienne par jour diminue. La floraison était observée sur le terrain à la fin de cette décade.
- septembre 2. Croissance sans manque d'eau, le terme entretien est réduit.
- septembre 3. Les plantes mûrissent dans de bonnes conditions. La production des semences pour l'année suivante n'est pas en danger. A la fin de la croissance il y a encore de

l'eau disponible dans le sol pour la croissance des pérennes et des arbres.

La division du total de la colonne 12 par le total de la colonne 17, multiplié par 10^{-4} , donne un coefficient de transpiration de 170 kg d'eau par kg de biomasse totale et la division du total de la colonne 12 par le total de la colonne 21 multiplié par 10^{-4} , donne 196 kg d'eau par kg de biomasse aérienne. On observe que la transpiration de 166 mm était de $166/580 = 29\%$ de la pluviosité annuelle moyenne à Niono et que cette fraction produit 4x plus que la biomasse naturelle.