

CONTRIBUTION A LA PRÉVISION DE LA PRODUCTION DE PLANTES CULTIVÉES AU MOYEN D'UN INDICE AGRO-CLIMATIQUE LOCAL

INTRODUCTION : PRODUCTION ET PHASES DE CROISSANCE.

LA PRODUCTIVITE, OU APTITUDE D'UNE CULTURE A ELABORER UNE MASSE DE MATIERE SECHE, SE TROUVE DETERMINEE PAR LA PLANTE CHOISIE ET PAR L'INCIDENCE DU climat sur le complexe : plante \times technique \times sol.

L'examen a posteriori de productions observées durant quinze ans en terre riche, au Domaine de La Minière (Yvelines) sur de nombreuses espèces de grande culture, devrait permettre d'éclairer des variations : inter-annuelles ou (et) inter-spécifiques (réf. 1).

La croissance, exprimée en fonction de la durée de végétation, est généralement représentée par une sigmoïde décomposable en trois phases :

- 1) l'implantation ou pied de courbe ayant pour origine la date de semis ou de reprise de végétation ;
- 2) la phase de végétation active ou période effective de croissance dont la vitesse peut être analysée, ce qui permet de faire des prévisions pour l'établissement d'un calendrier fourrager ;

- 3) le palier atteint par la masse exprime que des réarrangements conduiront jusqu'à la maturité physiologique ou jusqu'à la date de récolte qualitativement valable ; cette phase n'est pas examinée dans l'étude présente.

Dans la pratique, la *première phase* ne peut permettre des prélèvements précis en culture de plein champ car la faible masse est trop affectée par l'erreur expérimentale (moins d'une tonne de M.S. par hectare).

La *deuxième phase* peut généralement être assimilée à une droite.

En l'occurrence, si l'on a : $W = ax + b$:

W = masse de matière sèche totale ;

x représente la variable explicative restant à définir ;

a coefficient de réalisation de la productivité, en fonction de la variable x , que l'on peut assimiler à l'expression de la potentialité spécifique ou variétale ;

b indiquerait le terme de la phase 1, ou l'origine de la phase 2, pour la culture considérée.

La variable x convenable serait celle qui, dans un lieu donné, permettrait de prévoir les masses récoltables :

- pour une culture donnée, à des moments échelonnés,
- pour quelques espèces de grande culture, à un moment donné.

Cette étude fait intervenir des résultats provenant de plusieurs espèces traditionnellement fourragères mais également des niveaux de productivité de matière sèche enregistrés sur d'autres espèces annuelles, car il ne semble pas exclu a priori, que certaines cultures affectées par la verse ou d'autres incidents cultureux puissent être utilisés pour l'affouragement.

Un programme d'alimentation continue (élevage ou industrie) se trouve devant des choix : si deux espèces permettent d'obtenir la même masse au même instant, le choix de l'une ou l'autre pourrait être basé sur des critères non quantitatifs tels que :

- préférence qualitative,
- rentabilité de l'implantation.

RECHERCHE D'UNE VARIABLE CORRELATIVE DE L'EXPRESSION DE LA PHASE DE VEGETATION

Les variations climatiques annuelles excluent l'utilisation pure et simple du calendrier (date) comme méthode d'estimation des quantités récoltables : nous examinerons donc d'autres variables d'appréciation.

1) Age de la culture.

La durée de végétation est facilement calculée, elle sert parfois à estimer la masse récoltable à une date donnée : par exemple, le maïs semé en « temps poussant » vers le 1^{er} mai bénéficie de jours croissants au cours de son implantation ; l'on a pu aligner les productions momentanées de matière sèche des parties aériennes avant le 1^{er} octobre à une formule linéaire :

$$W = 0,13 j - 4,1$$

lorsque j est le nombre de jours au-delà du semis (réf. 2).

Si l'on tente la même évaluation pour diverses cultures, l'expérience agricole incite à ne comptabiliser j qu'au-delà du 1^{er} avril, date à partir de laquelle la période de végétation active s'amorce effectivement.

La figure 1 présente les diverses pentes de W en fonction de j ; or, cette représentation ne comprend pas les céréales de printemps car celles-ci n'ont pas présenté de liaison étroite entre W et j . Il est connu que les nombres de jours de végétation printanière et estivale n'ont pas la même valeur pour toutes les espèces considérées en culture au champ ; en conséquence, nous ne retiendrons pas j .

2) Facteur héliothermique.

Une culture réalisée en enceinte climatiquement contrôlée permet d'échapper aux variations quotidiennes et elle permet, de plus, d'assurer une alimentation non limitante en eau et en éléments minéraux.

L'expérience rapportée par GUY et BLONDON (réf. 3), qui ont créé, en phytotron, neuf situations héliothermiques pour deux variétés de luzerne, Luciole et Gabès, nous rappelle la liaison stricte $W = f$ (lumière et température) lorsque les autres facteurs sont constants.

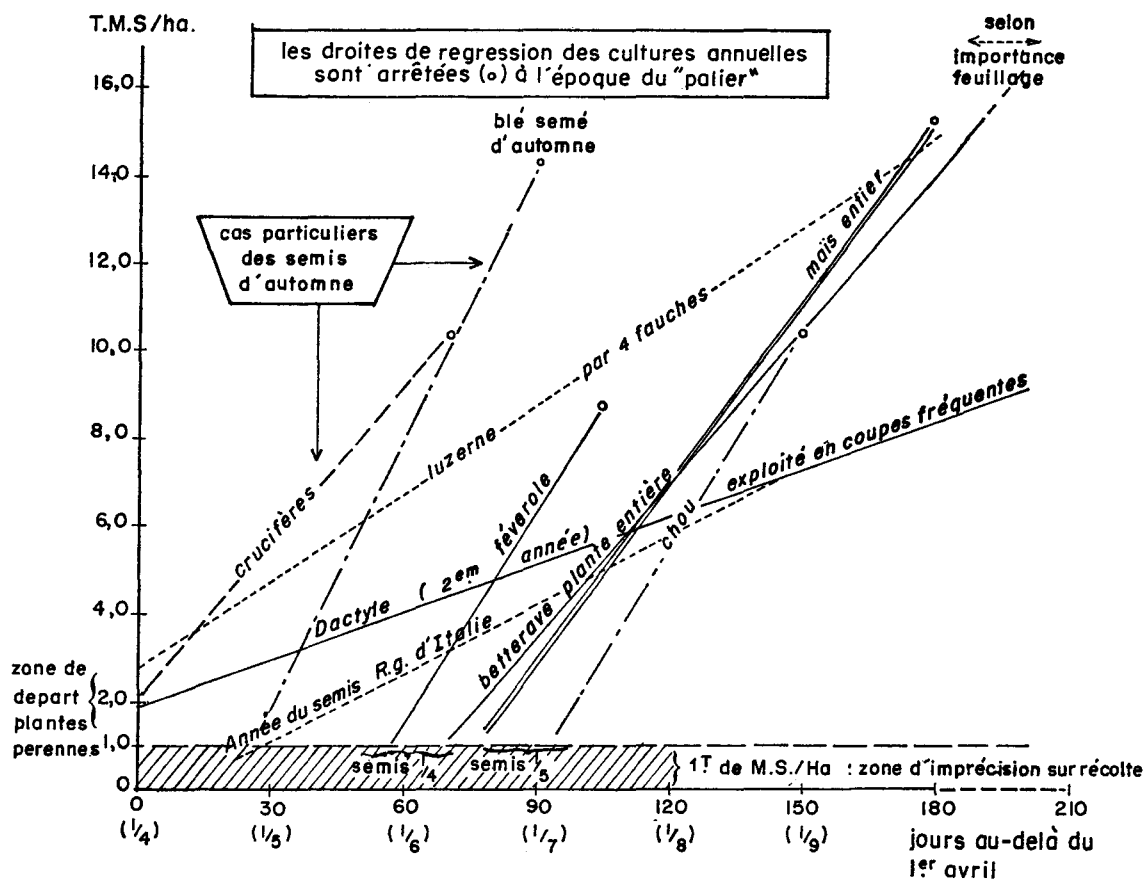


Figure 1

Productivités en matière sèche totale (t/ha)
d'après la durée de végétation au-delà du 1^{er} avril

Dans les conditions de l'expérience après quarante-cinq jours de végétation, les neuf situations héliothermiques obtenues par la combinaison des trois températures d'ambiance (17, 24 et 27°) et de trois durées d'éclairement (9-24, 16-24, 24-24), ont cumulé des écarts suffisants pour que les masses W récoltées soient en liaison stricte avec le produit : durée d'éclairement \times température.

La variable recherchée devra donc, bien évidemment, intégrer des facteurs héliothermiques ; l'expérience rapportée ci-dessus exprime d'ailleurs la sensibilité sélective de chaque variété à ces facteurs.

3) Indice climatique d'un champ.

Au complexe héliothermique vient s'adjoindre un facteur « eau » qui est corrélatif de l'insolation et de la température ; on a observé, par exemple, que, sur toute la période avril-août, chaque millimètre de pluie reçu à La Minière s'accompagnait d'un déficit d'insolation de une heure et demie.

Sur la même période, l'évaporomètre Piche enregistre 3,97 mm par jour sous l'effet conjugué du vent et du soleil. Plutôt que de retenir une hypothèse locale, il nous a semblé préférable de relier les productivités à des valeurs calculées à l'aide de l'indice agro-climatique pluriannuel : C.A., de TURC (réf. 4) (1).

4) Valeur globale de l'indice CA de TURC.

a) Comparaison de régions.

La latitude, l'altitude et la position plus ou moins continentale influent sur l'amplitude de l'insolation, de la température et de la pluviométrie ; mais la potentialité agricole peut être définie à l'aide d'une espèce cultivée connue pour sa bonne adaptation à une région considérée : TURC propose C.A. tel que :

$$\begin{aligned} \text{CA} &= \text{indice héliothermique} \times \text{« facteur sécheresse »} \\ \text{ou} &= \text{H.T.} \times \text{F}_s \end{aligned}$$

On trouve fréquemment :

(1) L'indice C.A. précédemment noté A, ou également Agr. 63, est un indice climatique de « potentialité agricole contemporaine » permettant de caractériser les Stations pour leur niveau de production.

Nous avons apporté quelques simplifications, ainsi les valeurs furent calculées en utilisant toujours pour « facteur solaire » :

$$3. \frac{I_g - 100}{100}$$

$R = 0,6 \text{ C.A.} \pm (2 + 0,1 \text{ C.A.})$, en posant :

R = production annuelle (luzerne en Bassin Parisien) en t/ha de M.S.

La décomposition de chacun des facteurs ci-dessus fait apparaître des données particulières au lieu considéré :

Ig ou indice de rayonnement global qui dépend entre autres conditions, de la durée d'insolation,

les températures (t° et m°) dans leur gamme d'amplitude, la pluviométrie,

la R.F.U. (qui dépend surtout du sol et de l'enracinement).

C.A. présente une valeur mensuelle (moyenne pluriannuelle) pour un lieu donné ; la somme annuelle atteindrait 20 pour une culture sans irrigation réalisée dans le Bassin Parisien. A La Minière, située à 160 m d'altitude et près de 50° de latitude nord, une R.F.U. de l'ordre de 100 mm convient lorsqu'un bon enracinement est réalisé sur 60 cm à 1 mètre.

b) *Echelle locale.*

Si la production d'une culture déterminée varie selon les lieux en fonction d'un groupe de variables que certains agronomes (réf. 5) expriment par « milieu \times technique », dans un lieu donné et sur une exploitation maintenant une technicité constante, les productions R restent par contre soumises à un facteur de variation du type C.A. On poserait donc $R = f(\text{C.A.})$.

c) *Production de la luzerne à La Minière et somme des valeurs (moyenne pluriannuelle).*

En interprétant les résultats obtenus sur luzerne en 1956 et 1957, TURC citait pour La Minière :

C.A. = 18 pour les six mois d'avril à octobre,
et $R = 0,66 \text{ C.A.}$

Si l'on considère la variété Du Puits après treize années de production, on observe des rendements compris dans la fourchette 13,25 à 14,74, ce qui est bien compatible avec la formule générale de TURC :

Cette variété, qui s'avère très productive pour ce lieu et d'exploitation aisée, permet d'atteindre l'option haute.

Cette constatation nous a déterminés à examiner l'utilisation des sommes de valeurs C.A. sur des périodes de végétation plus réduites telles que peuvent en présenter diverses cultures.

5) Valeurs progressives de CA et phase de végétation active.

a) Répartition de la valeur locale C.A. de La Minière.

Les données climatiques enregistrées de 1957 à 1969 ont permis de calculer une valeur moyenne de C.A. = 18,2 qui se répartit dans le temps selon le détail ci-dessous ; il faut constater que la valeur de C.A. est effectivement apparue inférieure à 20 (cité pour la région), l'écart portant sur une insuffisance en avril (0,9 à La Minière au lieu de 2,7 à Versailles).

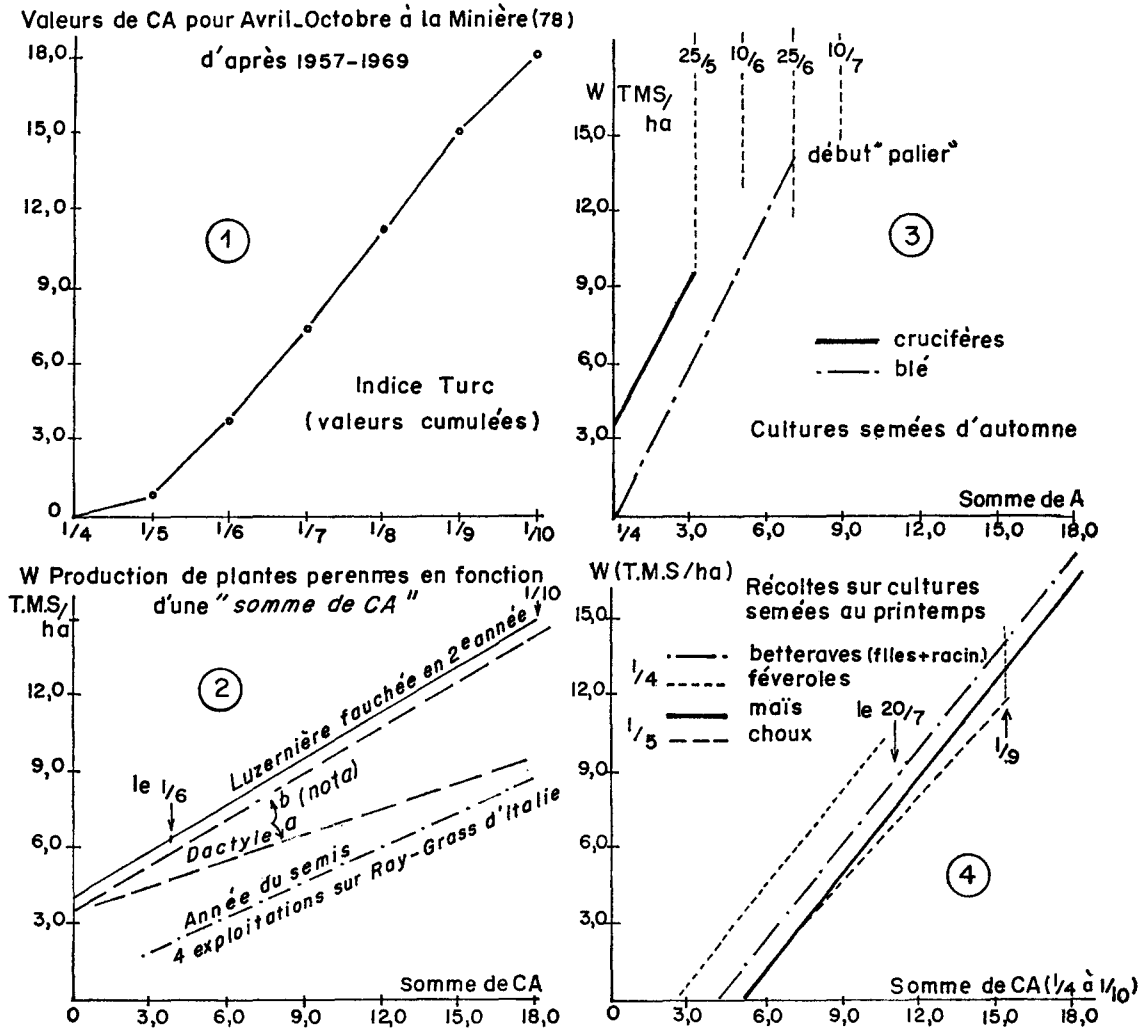
VALEURS LOCALES (C.A.) D'APRES LA MOYENNE CLIMATIQUE 1957-1969

	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juil.</i>	<i>Août</i>	<i>Sept.</i>	<i>Somme pour 1-4 à 1-10</i>
1 ^{er} décade	0	0,8	1,1	1,4	1,3	1,2	
2 ^e décade	0,3	1,1	1,2	1,3	1,3	1,0	
3 ^e décade	0,6	1,1	1,2	1,3	1,3	0,7	
Total	0,9	3,0	3,5	4,0	3,9	2,9	18,2

L'expérience agricole confirme ce tableau de valeurs théoriques : un sol non drainé est gorgé d'eau jusqu'au 1^{er} avril et, à cette époque, les minima sont encore faibles.

b) Utilisation pratique de C.A.

La figure 2 (1) représente les valeurs cumulées de C.A. selon la date à laquelle s'effectue le bilan ; une culture en place durant toute la période s'étendant du 1^{er} avril au 1^{er} octobre bénéficierait donc de la plus forte opportunité d'exprimer sa productivité.



Nota : Les deux cas de dactyle illustrent le « fait cultural » :

- a) moyenne pluriannuelle pour 5 coupes et 200 kg d'azote ;
- b) cas exceptionnel pour 6 coupes et 500 kg d'azote.

Figure 2

Représentations graphiques de liaisons observées à La Minière
entre l'indice C.A. de TURC et des productivités

Une culture qui ne comporte qu'un seul cycle de production bénéficiera d'un bilan partiel de C.A. ; pour les plantes annuelles, TURC préconise de ne comptabiliser C.A. qu'à partir de $j = 20$ (soit vingt jours après le semis), ceci permettant sans doute d'échapper à la phase 1 de la sigmoïde de croissance, soit à l'imprécision de la période semis, levée, implantation.

Des plantes présentant plusieurs cycles de production au cours de l'année, telles que les plantes fourragères, seront jugées compte tenu de leurs productions cumulées depuis le 1^{er} avril ; en fait, comme les souches restent en place, les productions ne sont pas indépendantes des exploitations antérieures obtenues dans l'année.

c) *Accord des masses cumulées avec les sommes C.A.*

Nous avons reconnu précédemment qu'il y a une relation linéaire entre la quantité de matière sèche produite annuellement par la luzerne et C.A., or, nous constatons également un accord entre le cumul des productions successives (coupes) et les sommes partielles de C.A.

En ne retenant que les années pour lesquelles la productivité s'est étendue sur l'ensemble de la période de végétation, c'est-à-dire pour quatre cycles de pousse, la production annuelle de luzernière (Du Puits) bien installée fut de 14,65 t de M.S. par ha, ce qui peut s'exprimer de la façon suivante :

$$W = 3,93 + 0,613 \text{ C.A.}$$

Lorsque C.A. atteint 18,2, l'on obtient $R = 14,65$ et l'on trouve une analogie entre 3,93 et le correctif « option haute de TURC », soit $+(2 + 1,82)$.

EXTRAPOLATION DE L'USAGE DE C.A. POUR L'ETUDE DE PRODUCTIONS DIVERSES

Certaines spéculations agricoles, telles que celles qui sont utilisées à l'affouragement continu d'un élevage ou à l'approvisionnement d'une chaîne de transformation de production végétale, exigeraient des programmations basées sur les potentialités d'espèces diverses ; nous avons aperçu précédemment que l'âge de la culture, utilisé parfois (réf. 6) dans ces programmations ne pouvait constituer une valeur sûre pour comparer des productivités spécifiques ou locales. Peut-on, par contre, confronter celles-ci en utilisant C.A. ?

Pour les résultats venant de La Minière, nous avons trouvé des liaisons étroites entre C.A. et W, c'est-à-dire entre valeurs cumulées C.A. jusqu'aux récoltes et quantités W trouvées.

Nous avons également vérifié que le coefficient C.A. variait par groupes d'espèces cultivées à des périodes comparables ; ceci nous incite à distinguer les espèces d'après leurs vitesses de croissance au cours de la phase 2.

1) Données retenues pour le calcul des relations spécifiques.

L'étude de $W = f(C.A.)$ porte sur le niveau « espèce cultivée » ; les variations retenues pour une espèce considérée ne sont donc que l'effet « période de végétation », c'est-à-dire valeur de C.A. entre le 1^{er} avril (où $j = 20$ pour les plantes annuelles) et la date effective de récolte) ; la production W étant toujours comprise entre 1 t de M.S. par ha et le rendement final.

Dans tous les résultats retenus, W représente la masse de matière sèche des parties aériennes et tubercules ; mais nous rappelons que la masse produite par les plantes présentant plusieurs cycles de végétation est toujours la somme des masses partielles.

2) Relations observées à La Minière entre les productivités en matière sèche (t/ha) W et la somme des valeurs CA.

a) Semis de printemps, récolte d'été.

Pour ces cas, le décompte C.A. se fait au-delà de $j = 20$, soit à partir de vingt jours après les semis, et se limite à la date du palier à cette date, $W = R$ (rendement final).

BETTERAVES, FEVEROLES ET CEREALES (semis du 1^{er} avril)

	<i>Productivités</i>		<i>C.A. compris entre</i>
Betteraves entières	W = 1,25	C.A. — 4,77	0,3 et 18,2
Féveroles	W = 1,25	C.A. — 2,70	0,3 et 10,0
Céréales	W = 1,73	C.A. — 3,35	0,3 et 7,0

MAIS ET CHOUX (semis 1^{er} mai)

Maïs	W = 1,266 C.A. — 2,65	2,8 et 18,2
Choux	W = 1,14 C.A. — 2,36	2,8 et 16,0

b) Semis d'automne, récolte de printemps.

Le décompte de C.A. se fait à partir du 1^{er} avril, en réalité, C.A. = 0 jusqu'au 10 avril et nous n'avons pas retenu l'hypothèse de TURC selon laquelle C.A. = 1 entre le 1^{er} octobre et le 1^{er} avril.

<i>Productivités</i>		<i>C.A. compris entre</i>
Crucifères fourragères .	W = 1,84 C.A. + 3,75	0 et 3,2
Blés d'automne	W = 2,06 C.A. — 0,11	0 et 7,0

c) Plantes présentant plusieurs cycles dans l'année.

Les données W sont des valeurs cumulées :

- Ray-grass d'Italie récolté l'année du semis : W = 0,46 C.A. + 1,84.
- Plantes pérennes observées pour leur productivité annuelle au-delà de l'année du semis :
 - dactyle exploité en coupes fréquentes W = 0,346 C.A. + 3,35,
 - luzerne récoltée au stade floraison W = 0,613 C.A. + 3,93.

L'ensemble des représentations graphiques de toutes ces relations hautement significatives ($p = 0,01$ à $0,02$) est porté sur la figure 2, par familles de courbes notées 2, 3, 4. Les droites de régression sont arrêtées à la valeur de C.A. correspondant soit au « palier » soit à 18,2 (maxi.).

Afin de mieux préciser que les valeurs citées sont contingentes de la technique culturale moyenne du lieu, nous montrons (fig. 2, en 2) le cas particulier d'un dactyle ayant bénéficié non pas de 50 unités d'azote après chaque coupe comme à l'accoutumée, mais de 100 unités ; dans cette dernière condition, la relation habituelle n'est plus valable, la relation obtenue ressemble alors à l'équation établie pour la luzerne : culture assurant elle-même sa nutrition azotée.

COMMENTAIRES SUR LES RELATIONS OBSERVEES

Sur un limon fin, en bordure du Bassin de Paris, alors que la capacité de rétention du sol atteint 25 %, la productivité annuelle de M.S. d'une luzerne peut s'exprimer par $W = 0,6$ C.A.

Dans le même lieu, les plantes semées de printemps et atteignant leur « palier » en été (voir C 2-a), auraient des vitesses de croissance caractéristiques et comparables (pente de la droite) qui s'avèreraient deux fois plus fortes que celle de la luzernière exprimée en valeurs cumulées.

Contrairement aux plantes pérennes qui ont installé leur enracinement au cours de l'année qui précède, les plantes annuelles semées de printemps ont une ordonnée à l'origine qui est négative, même si le décompte de C.A. se fait à partir du vingtième jour après le semis. La betterave récoltée en plante entière présente la plus forte valeur négative de l'ordonnée à l'origine ; ceci implique une longue phase 1, implantation d'autant plus lente que la racine constitue une part importante de la masse.

1) Facteur « enracinement » et différences spécifiques.

Si l'on considère les relations fournies par les plantes en place avant l'hiver (C 2-b) et plantes pérennes, l'on distingue trois comportements pour l'ordonnée à l'origine qui peuvent s'expliquer en partie par l'enracinement.

a) *Ordonnée positive :*

Luzerne, dactyle et colza (semés le 15 septembre) ont établi leur enracinement définitif avant le 1^{er} avril, le pied de courbe, ou phase 1, est antérieur à cette date.

b) *Ordonnée nulle :*

Le blé d'automne qui, au 1^{er} avril, ne présente que peu de talles fonctionnelles, est en phase d'enracinement définitif souvent gêné par l'asphyxie du terrain.

a) Ordonnée négative :

Sa valeur exprime la lenteur d'implantation. L'examen particulier des relations trouvées pour : choux, maïs, féveroles et betteraves, indique que, malgré la précaution de décompter C.A. à dater du vingtième jour après le semis, il faudrait cependant que C.A. ait atteint certaines valeurs avant que la phase 2 soit expansive ; en l'occurrence, il faudrait :

- pour la betterave .. C.A. = 4,4 au-delà du 1^{er} avril (soit le 5 juin)
- pour la féverole ... C.A. = 2,7 au-delà du 1^{er} avril (soit le 10 mai)
- pour le maïs C.A. = 4,9 au-delà du 1^{er} avril (soit le 8 juin)
- pour le chou C.A. = 4,9 au-delà du 1^{er} avril (soit le 8 juin)

Ces seuils de départ correspondent à trente-huit - quarante jours après le semis pour le chou, le maïs et la féverole, mais à soixante-cinq - soixante-dix jours pour la betterave.

2) Cas particulier des plantes ayant plusieurs cycles par an.

Les pentes qui leur sont attribuées sont tout à la fois : réelles et discutables ;

- réelles, car les pousses successives ne sont pas indépendantes,
- discutables, car après chaque coupe, la repousse ne peut se faire sans une reprise de l'activité racinaire, ou du développement des ébauches (luzerne).

Ces pentes représentent, en fait, les résultantes des diverses pentes de pousses ; celles-ci sont d'autant plus faibles que les coupes sont tardives.

Dans l'exemple du ray-grass d'Italie récolté l'année du semis, l'ordonnée à l'origine positive de la résultante est fictive : elle révèle, en fait, l'importance considérable de la pousse printanière.

3) Différences intraspécifiques.

Les cultures de betteraves sont généralement semées à la même date, qu'elles soient fourragères ou sucrières ; le calcul de $W = f(C.A.)$ fait apparaître deux valeurs différentes pour les régressions. Les productivités de

plantes entières W , en fonction de C.A. apprécié au-delà du 20 avril, sont les suivantes :

- pour les fourragères (précoces et à petit feuillage) $W = 1,067$ C.A. — 2,87
- pour les sucrières (tardive, enracinement profond, fort feuillage) $W = 1,44$ C.A. — 7,0

Le « fait variétal » fixé par sélection n'est donc pas étranger aux différences de potentialité observées ; au début de la phase 2, l'enracinement volumineux mais peu profond de la fourragère, joint à sa précocité de développement foliaire, donne une productivité supérieure à celle de la sucrière. Les valeurs W sont similaires au 1^{er} août et, par la suite, la supériorité des masses recueillies sur betteraves sucrières provient de la tardivité et de la robustesse de leur feuillage.

4) Discussion et précisions sur les conditions d'utilisation.

Nous rappellerons la méthode que nous avons utilisée pour établir ces relations :

- a) calcul des valeurs décadales de C.A. d'après les moyennes pluri-annuelles ;
- b) inventaire des quantités de matière sèche disponibles à divers moments de la végétation ; ces quantités étant évaluées au niveau de l'espèce (variétés confondues) au cours des années retenues ;
- c) limite de l'étude aux cas faisant intervenir des méthodes culturales uniformes, classiques et constantes d'année en année.

Il est donc certain que les relations établies n'ont qu'une valeur locale. Pour un autre lieu, une variété déterminée et des techniques culturales différentes, il serait donc nécessaire de définir d'autres relations.

De telles études devraient permettre d'apprécier des différences dues aux variétés, aux techniques nouvelles, ou pour expliquer les conséquences d'aléas climatiques exceptionnels sur la végétation, par exemple :

- l'année 1959, notoirement sèche, n'a pas été introduite dans le calcul des C.A., ni bien évidemment dans le calcul des relations ;

— les cas du dactyle représentés dans la figure 2 (2) illustrent deux modes culturaux très différents : la réponse ne peut être identique pour 200 et 500 unités d'azote, cette dernière fumure permettant d'ailleurs une coupe supplémentaire.

PRODUCTIONS OBSERVEES EN 1970

Il appartient à des spécialistes (agronomes et climatologistes) d'étudier les fluctuations de C.A. particulières aux saisons, années, etc., et d'effectuer des facteurs de correction ou de pondérer certaines données intervenant dans le calcul de l'indice ; quant à nous, nous avons voulu comparer les rendements effectifs de cette année 1970 à ceux que laissaient prévoir les relations établies à l'aide de la valeur de l'indice (d'après les moyennes de 1957 à 1969).

1) Cas des plantes annuelles : conformité avec les prévisions.

Cultures	Dates		Valeurs C.A. pour les périodes considérées	Productivité en M.S. totale (t/ha) en 1970	
	Semis	Récoltes		Prévisions	Observations
Blé d'automne	13-11	28-5	3,6	7,1	6,7
	13-11	5-6	4,5	9,0	8,4
	13-11	15-6	5,6	11,1	10,3
	13-11	26-6	6,9	13,8	13,2
Féverole	20-4	12-6	3,5	1,7	1,82
	20-4	20-7	8,4	7,8	7,76
Maïs	30-4	29-7	8,5	8,05	7,44
Betteraves fourragères (racines et feuilles)	24-4	30-7	9,4	7,15	7,85
Choux fourragers ..	6-5	7-8	9,1	8,0	7,9

La conformité des observations de 1970 avec les prévisions conduit à justifier cette étude des relations spécifiques entre croissance et indice C.A. pris en tant que moyenne pluriannuelle.

2) Cas des espèces à plusieurs cycles.

Nous avons pu comparer, pour la luzerne et le dactyle, les productivités attendues et les productivités réelles.

L'accord fut observé jusqu'au 1^{er} juin ; au-delà, les productivités des cycles estivaux furent supérieures à la moyenne pluriannuelle ; les teneurs en matière sèche s'avéraient anormalement élevées.

CONCLUSIONS

L'indice C.A. de TURC, qui contient un faisceau de données climatiques, permet de comparer la potentialité agronomique de différents lieux pour la période totale de végétation ; d'après la présente étude, ce même indice pourrait être une caractéristique appropriée pour comparer les espèces dans un lieu donné.

Par extension, il nous semble qu'une étude du même ordre serait réalisable pour une micro-région déterminée autour d'une Maison de l'Élevage, d'un Établissement d'Enseignement, etc. Ceci exigerait qu'aient été recueillies au préalable les données climatiques pluriannuelles permettant le calcul du C.A., et que soient connues les valeurs saisonnières des productions des diverses espèces végétales, en ne retenant que les cas représentatifs de la technique culturale moyenne de la région.

Pour des conditions techniques bien définies, les espèces à caractères physiologiques proches (ex. pérennité), constituent des groupes ayant des vitesses de croissance similaires (paramètre a de l'équation $W = ax + b$), chacun de ces groupes promet une productivité instantanée équivalente ; les différences momentanées entre les espèces d'un même groupe demeurent constantes (valeur b de l'équation), elles proviennent de la différence de durée de la phase d'implantation et s'avéreraient liées à l'importance du développement racinaire.

La connaissance plus précise des caractéristiques de groupe pourrait n'être qu'une étape dans la sélection de cultivars présentant un comportement bien déterminé.

L'indice C.A. serait également convenable pour exprimer comment un retard au semis est souvent compensé par une plus forte vitesse de croissance.

ANNEXE 1

ETABLISSEMENT DES VALEURS LOCALES DE C.A.

Les données de R.F.U., les températures, les insulations, peuvent varier de façon non négligeable entre deux stations situées à faible distance.

Une série de relevés climatiques du lieu donné permet de déterminer l'origine C.A. = 0 et les valeurs décadaires qui s'ensuivent.

L'exécution des calculs de C.A. doit se faire en utilisant les références citées sur les travaux de TURC.

ANNEXE 2

EXEMPLES D'UTILISATION DES FORMULES ET GRAPHIQUES CONCERNANT LA MINIERE (*)

a) Pour les betteraves fourragères.

Question : Quand obtiendra-t-on 12,0 t/ha de M.S. de betteraves entières sachant qu'elles ont été semées le 15 mai ?

- a) d'après l'équation : $12,0 = 1,067 \text{ C.A.} - 2,87$, il faudrait qu'au-delà de leur 20^e jour (5 juin) ces plantes aient subi : C.A. = 13,9 d'après les valeurs décadaires, ce total devrait être acquis au-delà de C.A. = 3 en juin + 4 en juillet + 3,9 en août + 2,9 en septembre.

Réponse : Vers le 1^{er} octobre.

- b) d'après la figure 3, des valeurs locales de C.A., on a $W = 12,0$ lorsque C.A. est égal à 13,8 car, en général, ces plantes sont semées le 1^{er} avril.

(*) Nous rappelons que la méthode doit être transposable mais ceci implique la connaissance des caractéristiques d'un lieu : valeur locale de C.A. et relation de celles-ci avec les productions en végétation.

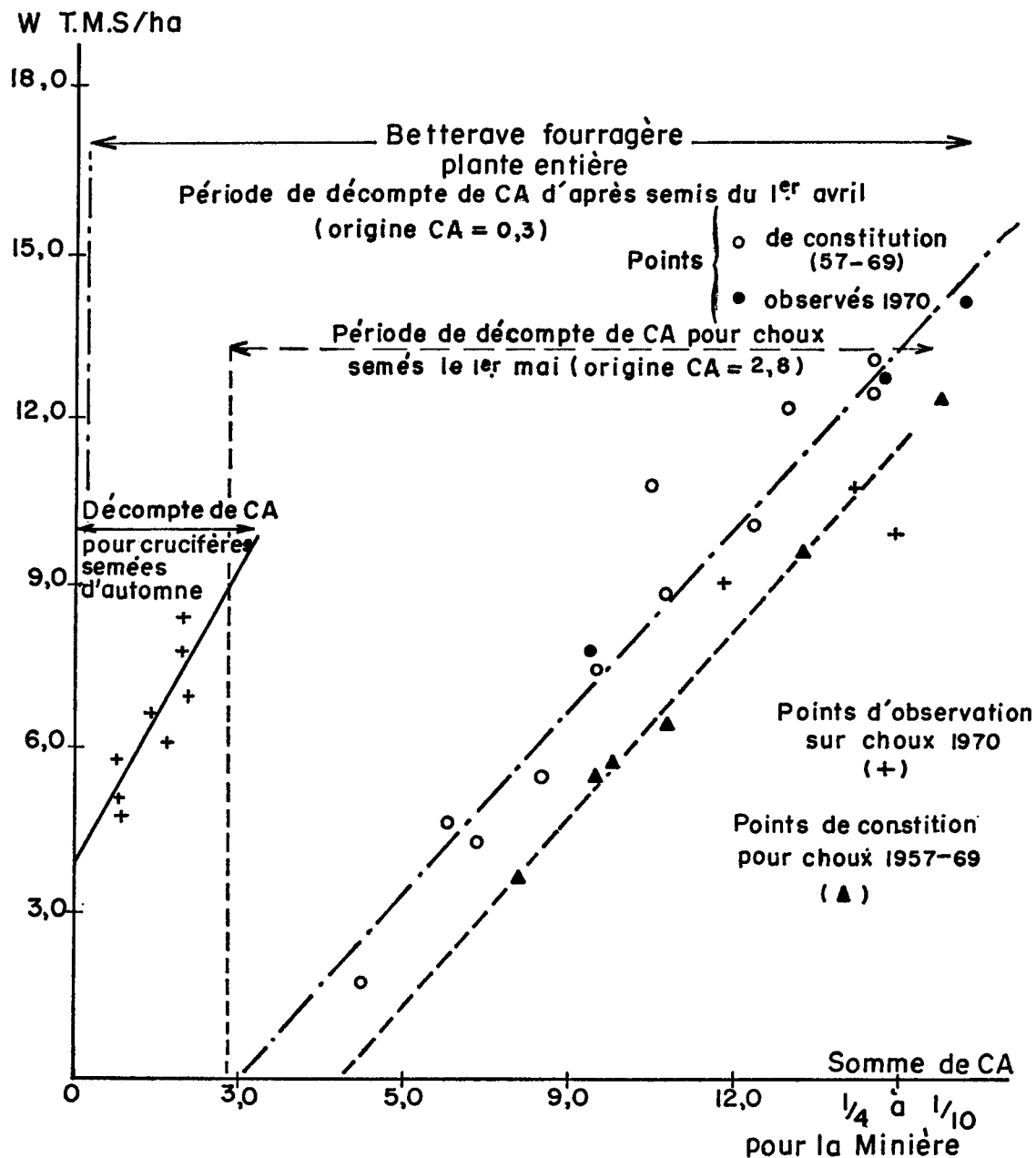


Figure 3

Droites de régression des productivités à La Minière
pour : crucifères d'automne,
betteraves fourragères (plantes entières)
et choux fourragers semés de printemps

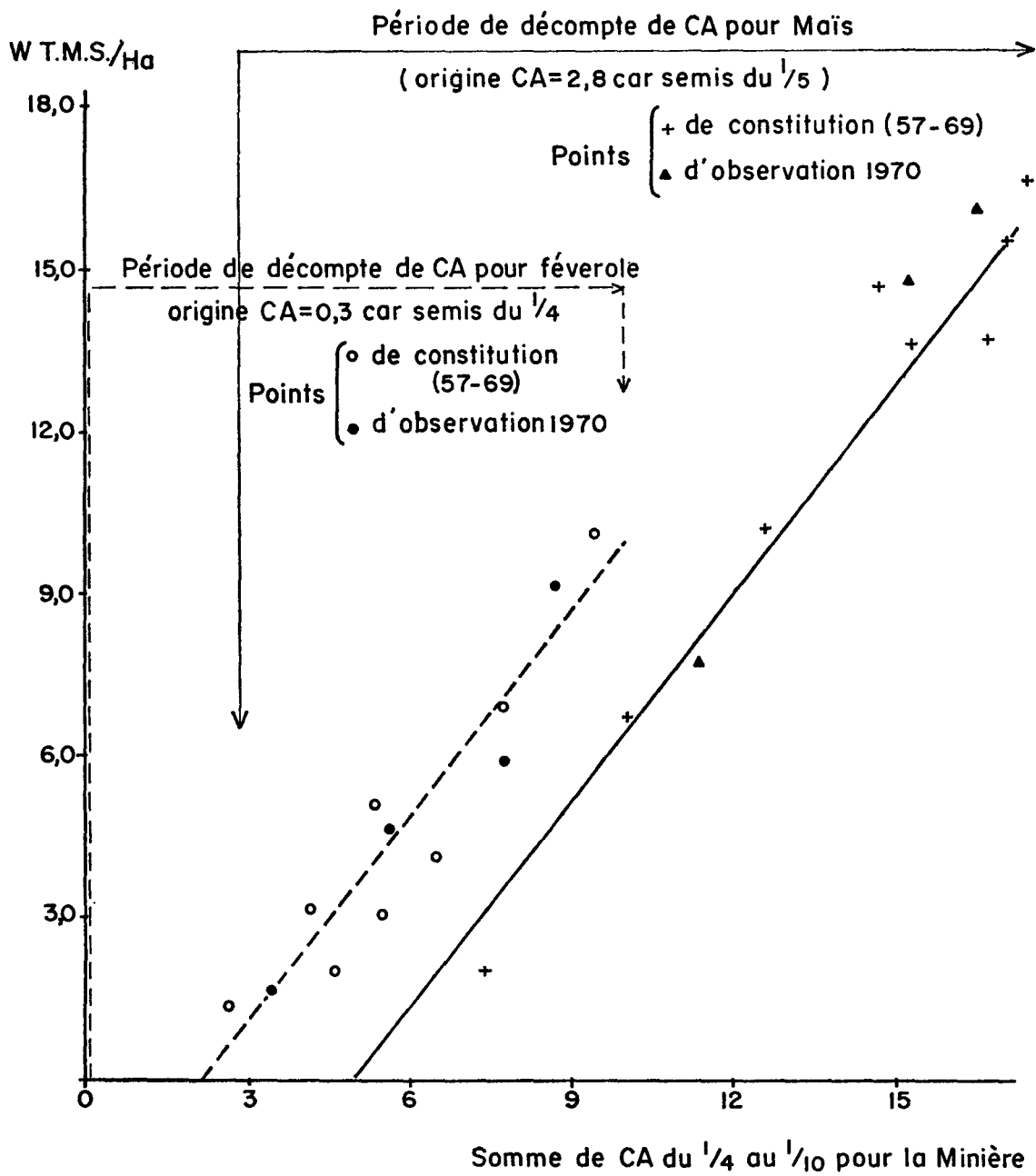


Figure 4

Droites de régression des productivités à La Minière
pour féverole et maïs précoces (plantes entières)

b) Pour le maïs.

Question : Si le semis de 1972 n'est effectué que le 15 mai, à quelle date probable obtiendra-t-on 12,0 t/ha de M.S. ?

a) d'après la formule et les valeurs décadaires : $12,0 = 1,266 \text{ C.A.}$

— 2,65 d'où somme de C.A., à subir égale 11,6 au-delà du 5 juin, ce qui s'observerait vers le 6 septembre ;

b) recherche d'après la figure 4 portant sur la somme locale de C.A. entre le 1^{er} avril et le 1^{er} octobre : $W = 12,0$ pour C.A. = 14,4 depuis le 1^{er} avril. En effet, l'intervalle « hors végétation du maïs normal » soit 1^{er} avril à 20 mai, représente C.A. = 2,8. La culture évoquée aura subi en réalité : $\text{C.A.} = 14,4 - 2,8 = 11,6$.

c) En pratique.

Le graphique, ou l'équation de la régression de W propre à l'espèce, permet de déterminer la somme C.A. qu'aura dû subir la culture au-delà de son 20^e jour pour assurer la masse demandée ; le graphique 1 permet d'ajouter à cette somme le retard en C.A. depuis le 1^{er} avril et de déterminer la date probable.

L. FELIX et G. RAUZY,

*Service d'Expérimentation,
I.N.R.A., La Minière (78).*

90 *Les auteurs adressent leurs remerciements à M. HENIN, chef du Département d'Agronomie, ainsi qu'à leur collègue TURC, du Laboratoire des Sols, I.N.R.A., Versailles, qui les ont orientés dans l'interprétation de l'indice.*

I n d i c e l o c a l

REFERENCES BIBLIOGRAPHIES CITEES :

- (1) FELIX L., RAUZY G. (1970) : « Réflexions sur les niveaux de production des espèces de grande culture et sur l'interprétation de leur fluctuation ». *Bull. Ass. Sélec. Fr.* n° 9, 37-44.
- (2) FELIX L. (1969) : « Le maïs, production fourragère ». *Ins. Tech. Elev. Bov. C.R. Jour. maïs fourr.* avril 1969, 2-5.
- (3) BLONDON F., GUY P. (1969) : « Action de la température et de la durée d'éclairément sur la croissance de deux types extrêmes de luzerne cultivée ». *C.R. Acad. Agric. ; de France*, t. 55, 1969, n° 17, 1194 à 1200.
- (4) TURC L. (1967) : « Incidence des facteurs macroclimatiques sur les productions végétales ». *Fourrages* 31, 10-35.
- (5) DEFFONTAINES J.-P. (1967) : « Une méthode de détermination des facteurs techniques limitant la production agricole en montagne ». *Fourrages* 31, 36-62.
- (6) FELIX L., RAUZY G. (1969) : « Productivité des prairies temporaires de graminées pluriannuelles ». *Fourrages* 37, 43-51.