

ESSAI DE CLASSIFICATION PHYSIOLOGIQUE DES LUZERNES EN FONCTION DE LEUR COMPORTEMENT ET DE LEUR ADAPTATION EN DIFFÉRENTS MILIEUX ALGÉRIENS

QUATRIÈME PARTIE (1)

ADAPTATION COMPARÉE DES DIVERS TYPES DE LUZERNES SUIVANT LE MILIEU.

Après l'étude comparative du comportement phénologique, il convient de faire celle de l'adaptation à partir des chiffres de production. Le rendement comparé entre types suivant le milieu sera étudié sous deux aspects :

- Evolution du rendement au cours de l'année : rythme de production.
- Rendement annuel.

Les essais ne comportant pas toujours les dix variétés étudiées, il convient de choisir pour l'étude du rendement de chaque type, les *Luzernes* se trouvant dans tous les essais.

Le type méridional sera représenté par *Arizona* et *Libye*.

Le type central par *Provence* et *Du Puits*, sauf pour les essais à sec de *Maison-Carrée* où ce type n'était représenté que par *Provence*.

(1) Les première et seconde parties de cette étude ont été publiées dans *Fourrages*, n° 21, pp. 78 à 92, et la troisième partie dans le n° 23, pp. 127 à 142.

Le type septentrional sera étudié à partir de *Flamande Socheville* sauf pour l'essai à l'irrigation de Sétif où seul *Poitou* représentait ce type.

D'autre part, le choix des variétés pour représenter chacun des types doit se faire de telle manière que l'effet variétal soit éliminé entre types, le rendement étant sous une double dépendance pour une variété donnée :

— Il dépend d'abord de l'*adaptation* de la variété au milieu où elle est cultivée.

— Mais il dépend aussi de la variété elle-même c'est-à-dire de sa *productivité* propre : ainsi en milieu physiologiquement défavorable, *Arizona* compense partiellement sa mauvaise adaptation par sa productivité élevée. Il faut donc choisir les variétés pour lesquelles le facteur individuel ne joue pas, ou bien représenter chaque type par des *Luzernes* ayant indépendamment de leur type d'adaptation une productivité analogue. C'est ici la première solution qui a été adoptée. Pour le type méridional l'effet variétal d'*Arizona* (que nous avons préféré conserver ici car elle représente bien ce type phénologique) est suffisamment compensé par *Libye*, les résultats analysés provenant des moyennes établies entre ces deux variétés.

I. — RYTHME DE PRODUCTION

Pour chaque essai, le rendement des types méridional et central est comparé à celui du type septentrional au cours du cycle de production moyen. Les valeurs mensuelles cumulées des rendements sont les moyennes des deuxième, troisième et quatrième années de production.

a) Zone à hiver doux (Maison-Carrée) (voir figure 3).

En culture sèche comme en culture irriguée, le rendement du type méridional reste régulièrement très supérieur à celui du type central durant toute la période de production, le type septentrional ayant constamment les rendements les plus bas.

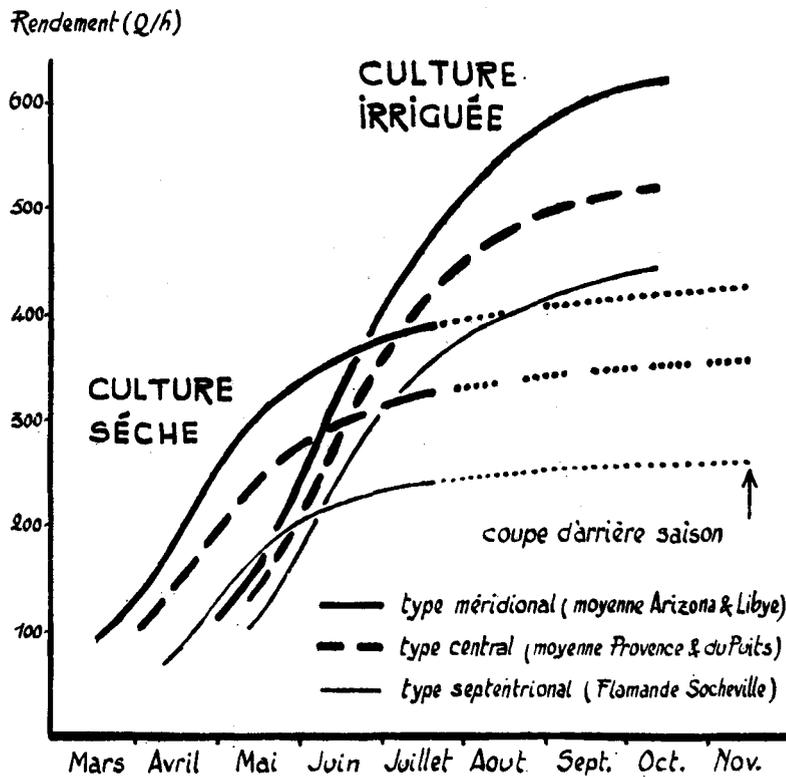


Figure 3. — Rythme de production des trois types de Luzerne en ZONE A HIVER DOUX (Maison-Carrée) : moyennes des 2^e, 3^e et 4^e années.

En culture sèche, comme en culture irriguée les courbes correspondant aux trois types sont constamment nettement séparées, le type central occupant une position intermédiaire entre le type méridional au rythme le plus élevé et le type septentrional au rythme le plus bas. Les positions sont complètement inversées par rapport à la zone à hiver froid (à comparer aux figures 4 et 5).

Les moyennes des rendements mensuels moyens cumulés exprimés en pourcentage de ceux du type septentrional sont les suivants :

1) *Culture sèche :*

Type méridional (moyenne <i>Arizona</i> et <i>Libye</i>)	177,36 ± 27,25
Type central (<i>Provence</i>)	143,94 ± 17,36
Type septentrional (<i>Flamande</i>)	100

2) *Culture irriguée :*

Type méridional (moyenne <i>Arizona</i> et <i>Libye</i>)	138,80 ± 29,35
Type central (moyenne <i>Provence</i> et <i>Du Puits</i>)	120,23 ± 6,95
Type septentrional (<i>Flamande</i>)	100

Les écarts de moyennes sont exprimés à P 0,05.

b) Zone à hiver froid (Sétif) (voir figure 4).

En zone de Sétif la situation est complètement inversée, aussi bien en culture sèche qu'en culture irriguée, le type méridional ayant une production très inférieure à celle du type septentrional, durant tout le cycle, les rendements du type central étant constamment intermédiaires entre ceux des deux autres types.

Les moyennes des rendements mensuels moyens cumulés, exprimés en pourcentage de ceux du type septentrional sont les suivants :

1) *Culture sèche :*

Type méridional (moyenne <i>Arizona</i> et <i>Libye</i>)	60,05 ± 1,36
Type central (moyenne <i>Provence</i> et <i>Du Puits</i>)	94,60 ± 3,50
Type septentrional (<i>Flamande Socheville</i>)	100

2) *Culture irriguée :*

Type méridional (moyenne <i>Arizona</i> et <i>Libye</i>)	61,39 ± 2,18
Type central (moyenne <i>Provence</i> et <i>Du Puits</i>)	93,35 ± 1,04
Type septentrional (<i>Poitou</i>)	100

Les écarts de moyenne sont exprimés à P 0,05.

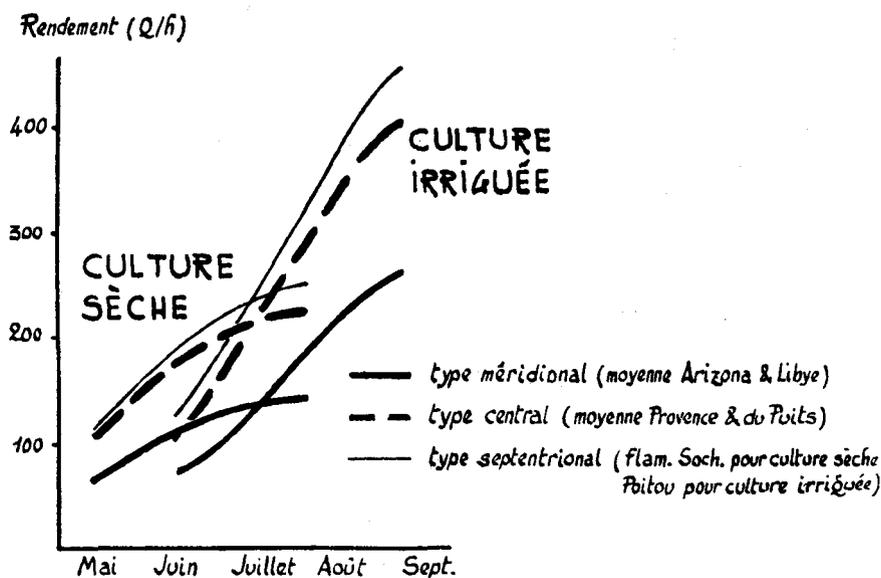


Figure 4. — Rythme de production des trois types de Luzerne en ZONE A HIVER FROID (Sétif) : moyennes des 2^e, 3^e et 4^e années.

En culture sèche comme en culture irriguée, les courbes correspondant aux trois types de Luzerne sont constamment nettement séparées, le type central occupant une position intermédiaire entre le type septentrional au rythme le plus élevé et le type méridional au rythme le plus bas. Les positions sont complètement inversées par rapport à la zone à hiver doux (à comparer aux figures 3 et 5).

c) Zone à hiver peu froid (Sidi-Bel-Abbès) (voir figure 5).

Dans cette zone intermédiaire entre les deux précédentes pour la température hivernale, les types de luzerne ont un comportement relatif intermédiaire entre ceux qu'ils ont dans les deux autres zones. Si les rendements mensuels cumulés du type méridional sont constamment très supérieurs à ceux du type septentrional en zone à hiver doux, constamment très inférieurs à ceux-ci en zone à hiver froid, en zone à hiver peu froid les rendements

annuels des trois types sont extrêmement voisins. Les courbes du rythme de production se recoupent en plusieurs points mais celle du type central se place toujours en position intermédiaire par rapport aux deux autres.

1) *Culture sèche :*

Type méridional (moyenne <i>Arizona et Libye</i>)	96,02 ± 32,83
Type central (moyenne <i>Provence et Du Puits</i>)	104,9 ± 11,35
Type septentrional (<i>Flamande Socheville</i>)	100

2) *Culture irriguée :*

Type méridional (moyenne <i>Arizona et Libye</i>)	103,70 ± 13,42
Type central (moyenne <i>Provence et Du Puits</i>)	104,53 ± 9,60
Type septentrional (<i>Flamande Socheville</i>)	100

Les écarts de moyenne sont exprimés à P 0,05.

d) **Conclusion.**

Le rythme de production relatif semble ne pas avoir de lien direct avec le comportement relatif puisqu'il paraît se superposer aux seules conditions de température hivernale, et non plus au « complexe température-eau » agissant du printemps à l'automne.

L'étude comparée du rendement annuel va préciser ces relations.

II. — RENDEMENTS

L'étude comparée du rendement en fonction du milieu sera faite selon un plan analogue à celui suivi pour l'étude du comportement.

— Dans chacune des trois zones, l'analyse comparée entre l'essai à sec et l'essai à l'irrigation permettra d'établir l'influence de l'eau.

— Puis, l'analyse comparée entre zones permettra de dégager l'effet de la température.

Les rendements sont exprimés en pourcentage du type septentrional, calculé année par année.

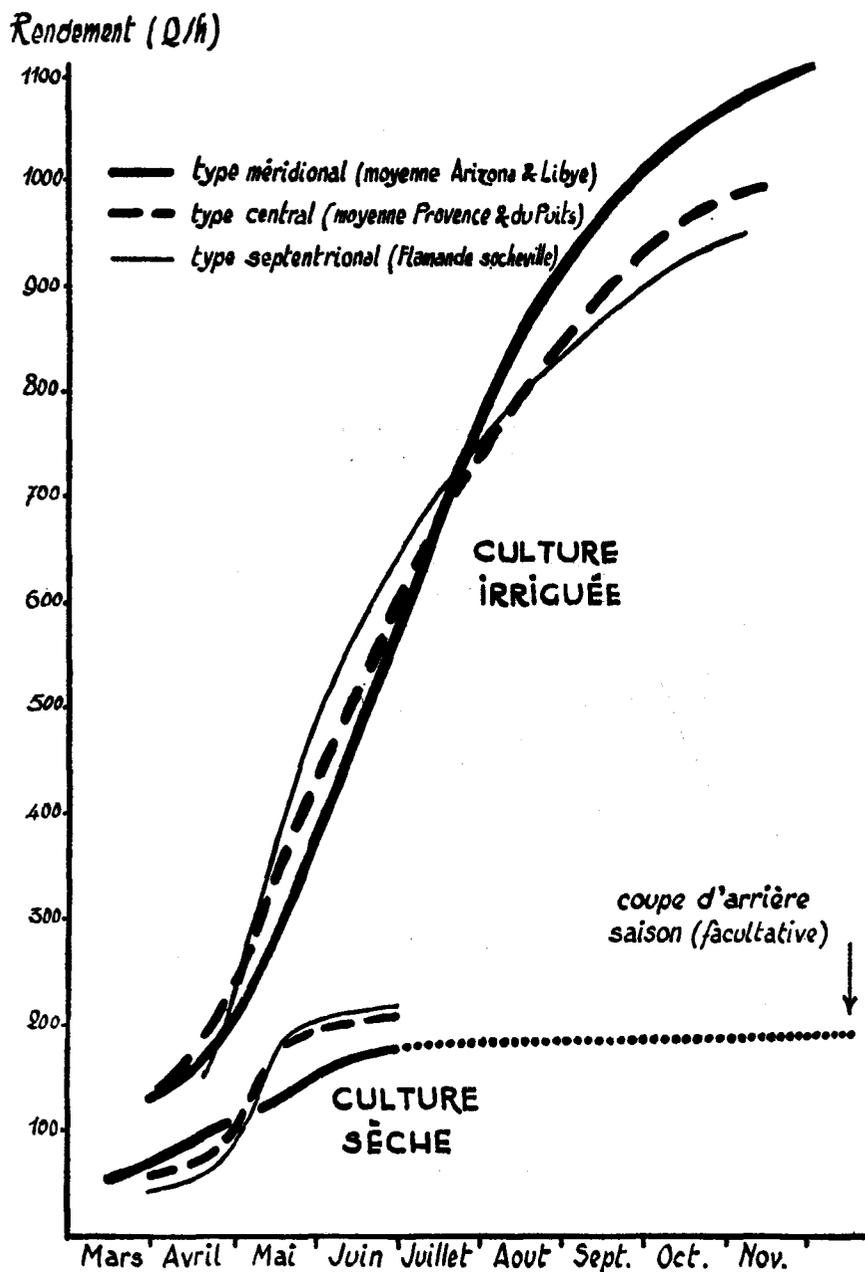


Figure 5. — Rythme de production des trois types de Luzerne en ZONE A HIVER PEU FROID (Sidi-Bel-Abbès) : moyennes des 2^e, 3^e et 4^e années.

En culture sèche comme en culture irriguée, les courbes correspondant aux trois types de Luzerne sont très rapprochées et se recourent. Le type central occupe une position intermédiaire entre le type méridional au rythme tantôt le plus élevé tantôt le plus bas et le type septentrional. Ceci correspond à une situation intermédiaire entre celle existant en zone à hiver doux et celle existant en zone à hiver froid (à comparer aux figures 3 et 4).

a) **Influence du facteur eau.**

1) *Zone à hiver doux (Maison-Carrée) :*

En culture sèche, les rendements relatifs moyens ont été les suivants :

Type méridional	151,32 ± 41,98
Type central	133,93 ± 16,97
Type septentrional	100

Les différences entre types sont *significatives*.

En culture irriguée, ils ont été :

Type méridional	135,64 ± 32,96
Type central	111,55 ± 20,95
Type septentrional	100

Les différences sont *significatives*.

Le test « t » (effectué sur le type méridional) montre que *les deux essais ne sont pas significativement différents* ($t = 0,474$ pour $t = 2,447$ à P 0,05).

2) *Zone à hiver peu froid (Sidi-Bel-Abbès) :*

En culture sèche, les rendements relatifs moyens ont été :

Type méridional	102,38 ± 30,08
Type central	107,64 ± 22,42
Type septentrional	100

Les différences entre types ne sont *pas significatives*.

En culture irriguée, les rendements relatifs ont été :

Type méridional	123,06 ± 20,35
Type central	106,95 ± 6,01
Type septentrional	100

Dans cet essai, les différences entre types ne sont *pas tout à fait significatives* (la probabilité correspondante est voisine de 0,056).

Dans cette zone *les différences entre les deux modes de culture ne sont pas significatives*. (Le test « t » effectué sur le type méridional donne une valeur de $t = 1,137$ ce qui correspond à une probabilité voisine de 0,320).

3) Zone à hiver froid (Sétif) :

Les rendements relatifs moyens ont été les suivants :

Culture sèche :

Type méridional	60,31 ± 10,92
Type central	96,51 ± 14,36
Type septentrional	100

Les différences entre types sont *significatives*.

Culture irriguée :

Type méridional	60,01 ± 10,02
Type central	85,41 ± 14,36
Type septentrional	100

Les différences entre types sont *significatives*.

Dans cette zone comme dans les deux précédentes, les différences entre les deux modes de culture ne sont *pas significatives*. La valeur de « t » mesurée à partir du type méridional est de 0,029.

L'influence de l'eau sur les rendements relatifs des types phénologiques ne se fait sentir dans aucune des trois zones. Même à Sidi-Bel-Abbès où les importantes différences hydriques entre les deux modes de culture entraînent entre les deux essais des différences considérables dans la durée de production et par suite des différences relatives entre types beaucoup plus marquées à l'irrigation, le facteur eau ne joue aucun rôle *significatif* dans le rendement relatif entre types phénologiques.

On peut admettre par conséquent que, pour le rendement, les différences entre types phénologiques ne sont pas dues à l'eau.

b) Influence de la température (voir figure 5).

Pour le rendement relatif l'essai à sec ne différant de l'essai à l'irrigation dans aucun des cas, on peut représenter chaque zone par le rendement relatif moyen (indépendamment du mode de culture).

1) *Zone à hiver doux (Maison-Carrée) :*

Type méridional	143,48 ± 25,40
Type central	122,74 ± 14,88
Type septentrional	100

Les différences sont toutes significatives : entre le type méridional et le type central $t = 2,496$; entre le type central et le type septentrional $t = 3,551$ (dans les deux cas à $P = 0,05$ $t = 2,365$).

2) *Zone à hiver peu froid (Sidi-Bel-Abbès) :*

Type méridional	112,72 ± 18,54
Type central	107,30 ± 10,75
Type septentrional	100

Les différences ne sont significatives qu'entre le type méridional et le type septentrional ($t = 2,508$; à $P = 0,05$ $t = 2,365$).

Entre le type méridional et le type central la signification est à une probabilité quasi nulle ($t = 0,477$). Entre le type central et le type septentrional elle est approximativement de 0,16 ($t = 1,755$).

3) *Zone à hiver froid (Sétif) :*

Type méridional	60,66 ± 9,51
Type central	90,96 ± 10,28
Type septentrional	100

Toutes ces différences sont significatives :

Entre le type méridional et le type central $t = 8,449$.

Entre le type central et le type septentrional $t = 3,472$ ($t = 2,365$ à $P = 0,05$ dans les deux cas).

La comparaison entre zones pour juger l'influence de la température sur les rendements relatifs donne les résultats suivants (test « t » appliqué au type méridional) :

Entre *Maison-Carrée* et *Sidi-Bel-Abbès* la probabilité de signification est voisine de 0,064 ($t = 1,955$; à $P 0,05$ $t = 2,145$).

Entre *Sidi-Bel-Abbès* et *Sétif* la signification est forte ($t = 4,90$, soit une probabilité supérieure à 999 % : 0,001).

Par conséquent le rendement relatif des types phénologiques dépend de la température moyenne hivernale de la zone de culture :

— *en zone à hiver doux* : le type méridional a une production très supérieure à celle du type central, elle-même supérieure à celle du type septentrional ;

— *en zone à hiver froid* : les valeurs respectives sont totalement inversées, le type septentrional ayant les rendements les plus forts ;

— *en zone à hiver peu froid* : les rendements sont extrêmement voisins pour les trois types.

Dans tous les cas, le type central occupe une position intermédiaire entre les deux autres types.

III. — RELATION ADAPTATION-COMPORTEMENT

On a préalablement établi les relations suivantes :

1. — Détermination des facteurs du milieu agissant sur le comportement phénologique général.

2. — Corrélation entre les différences de comportement entre types phénologiques et le comportement général (c'est-à-dire corrélation entre d'une part les différences de valeur entre « produit cyclique » de chaque type par rapport au type septentrional et d'autre part le « produit cyclique » du type septentrional).

On en déduit la relation :

3. — Détermination des facteurs du milieu agissant sur l'importance des différences de comportements phénologiques entre types :

On constate d'autre part la relation suivante :

4. — Influence pour une variété donnée du comportement sur le rendement : et non, celui-ci augmente avec la durée de production et le nombre moyen de coupes (ce que l'on peut facilement constater dans chaque zone entre l'essai à sec et l'essai à l'irrigation). Mais le rendement dépend en outre de celui de chacune des coupes.

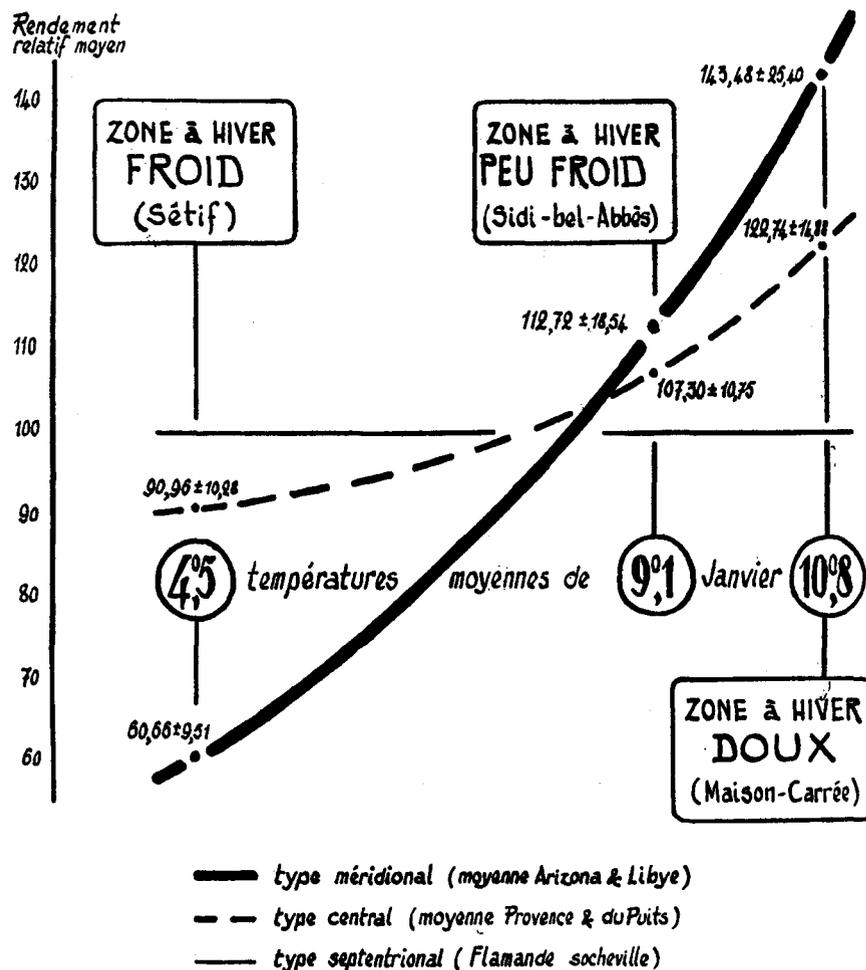


Figure 6. — Variation du rendement moyen relatif de chacun des types de Luzerne suivant la zone de température hivernale. Sur la figure, la position de chaque zone (abscisse) est fixée par la température moyenne du mois le plus froid au cours des essais (janvier). Par rapport au type septentrional pris comme constante, le type méridional est beaucoup moins productif en zone à hiver froid pour devenir de plus en plus productif en zone à hiver de plus en plus doux, le type central occupant une position intermédiaire entre ces deux types.

5. — On veut savoir si le *rendement relatif* (exprimé en pourcentage du type septentrional dans chaque essai) est lié au *comportement relatif* (exprimé en différence de « produit cyclique » par rapport au type septentrional). Pour cela, il suffit, à cause de la relation n° 2, d'établir la corrélation entre le « produit cyclique » du type septentrional et le rendement relatif de chaque type, ce qui, grâce à la relation n° 1 permettra d'affirmer ou de nier l'action conjuguée de l'eau et de la température telle qu'elle avait été définie précédemment pour le comportement.

Le résultat est qu'il n'y a pas de corrélation entre le rendement relatif des types phénologiques et le « produit cyclique » du type septentrional.

Les coefficients de corrélation sont :

$$R_m = 0,480$$

$$R_c = 0,159$$

Il n'y a donc pas de corrélation entre le rendement relatif et le comportement relatif et le facteur « température-eau » qui définit le comportement général et relatif n'a aucun effet sur le rendement relatif.

D'autre part, si, comme nous l'avons précisé précédemment, les différences ne sont pas significatives à Sidi-Bel-Abbès entre culture sèche et culture irriguée pour le rendement relatif, elles le sont fortement pour le comportement relatif (calculé comme pour le rendement c'est-à-dire à partir du « produit cyclique » exprimé en pourcentage du type septentrional, le test « t » donnant à cette signification la probabilité de 0,006 (99,4 %).

L'effet de l'eau qui est l'un des éléments du facteur complexe précité, joue donc sur le comportement relatif et non sur le rendement relatif. L'eau augmente les rendements de la plante proportionnellement pour tous les types, sans modifier la production relative de chacun d'eux.

IV. — FACTEURS DE L'ADAPTATION

a) Facteurs extrinsèques.

Ce n'est pas l'ensemble « température-eau » tel qu'il a été défini pour le comportement qui détermine le rendement relatif ; ce n'est pas non plus une action combinée de ces deux facteurs puisque l'eau ne joue aucun rôle.

TABLEAU XII

COMPORTEMENT ET ADAPTATION RELATIFS DES TROIS TYPES DE LUZERNE
DANS LES DIFFERENTS MILIEUX

La production relative n'est représentée pour chaque zone que par une seule série de chiffres (les différences entre les deux modes de culture n'étant significatives dans aucun des cas). On y voit la relation « température hivernale-adaptation ». Mais elle est indépendante du comportement relatif, lui-même fortement lié au comportement général, donc comme lui sous la dépendance du complexe « température-eau » du printemps à l'automne. La production relative ne dépend donc pas de cette interaction.

ZONES	Conditions du MILIEU		COMPORTEMENT		ADAPTATION
	Température moyenne de janvier	Mode de culture	Général : Produit cyclique du type septentrional	Relatif : P.C. × 100 P.C. du type septentrional	Production relative : Rend. × 100 Rend. du type septentrional
Maison-Carrée ..	10° 8	sèche	397,33	T.M. = 148,69 T.C. = 121,72 T.S. = 100	T.M. = 143,48 T.C. = 122,74
		irriguée	876	T.M. = 149,24 T.C. = 106,66 T.S. = 100	TS. = 100
Sidi-Bel-Abbès ..	9° 1	sèche	311	T.M. = 118,40 T.C. = 100 T.S. = 100	T.M. = 112,72 T.C. = 107,30
		irriguée	1.346,66	T.M. = 157,33 T.C. = 120,28 T.S. = 100	TS. = 100
Sétif	4° 5	sèche	206,66	T.M. = 100 T.C. = 100 T.S. = 100	T.M. = 60,66 T.C. = 90,96
		irriguée	292,00	T.M. = 100 T.C. = 100 T.S. = 100	TS. = 100

L'adaptation des types phénologiques est donc seulement relative à la *température*, celle-ci jouant alors sur l'élément du rendement global qui n'est pas analysé dans le comportement : le rendement de chacune des coupes. C'est d'ailleurs ce que montre l'étude du rythme de production. Seules les *températures hivernales* étant différentes entre les trois zones, il y a tout lieu de penser que ce sont elles qui jouent le rôle déterminant, et révèlent le type d'adaptation correspondant aux diverses variétés.

b) **Facteurs intrinsèques.**

L'interprétation de l'adaptation des diverses variétés en fonction du type phénologique auquel elles appartiennent est la suivante :

— *le type méridional* à repos végétatif très faible, conserve en hiver une végétation assez importante. Si la température est suffisante (zone à hiver doux), il pourra manifester la forte production qui le caractérise. En zone à hiver froid, les basses températures hivernales ont un effet dépressif sur ces plantes incapables de se protéger par une « forme de résistance » et la production en est d'autant plus affectée que les températures ont été plus basses ;

— *le type septentrional* à repos végétatif important a des possibilités en rendement par coupe plus réduites que le type méridional. Les zones à hiver doux qui permettent au type méridional de produire fortement, ne sont pas plus favorables au type septentrional que les zones à hiver froid de sorte qu'il y est alors moins productif que le type méridional tandis qu'en zone à hiver froid il produit de même façon, c'est-à-dire beaucoup plus que le type méridional alors considérablement gêné dans un milieu pour lequel il n'est pas fait ;

— *le type central* reste constamment intermédiaire entre ces deux types.

V. — RENDEMENT VARIETAL

Si la corrélation entre comportement et adaptation n'existe pas quand on analyse les phénologies et les productions relatives en fonction du milieu, par contre elle est bonne si on les considère en fonction des types puisque ceux-ci se classent dans un même ordre pour le comportement (classement phénologique) et pour l'adaptation, le type central restant en position inter-

médiaire non seulement pour le comportement mais aussi pour la production relative c'est-à-dire pour l'adaptation. Or ceci reste assez valable à l'intérieur des types pour les variétés, la position phénologique de chacune d'elles dans le classement correspondant à une position identique dans l'échelle des adaptations.

Cependant cette correspondance entre les deux classements est assortie d'une restriction. En effet pour une variété, le rendement moyen dans un milieu donné dépend essentiellement :

- de son adaptation : position dans le classement phénologique ;
- de sa productivité propre (indépendamment de son adaptation) : facteur variétal.

TABLEAU XIII

ROLE DE L'EFFET VARIETAL (ARIZONA) PAR RAPPORT A CELUI DE L'ADAPTATION SUR LE RENDEMENT.

Arizona tout en subissant l'action du milieu, conformément à sa position dans l'échelle physiologique, a un production relative constamment supérieure à celle imposée par cette position ; cet effet variétal s'ajoute à l'effet physiologique en zone à hiver doux tandis qu'il est inverse en zone à hiver froid. Dans le premier cas, l'ordre par production correspond bien à l'ordre physiologique ; dans le deuxième, l'effet variétal place Arizona entre Turkestan et Provence.

Types	Variétés	Zone à hiver DOUX (Culture sèche)	Zone à hiver PEU FROID	Zone à hiver FROID	
Méridional ..	Arizona	163,07	120,86	73,47	
	Libye	139,59	104,57	47,15	
	Turkestan	134,35	107,06	53,57	
Central	Provence	133,93	109,52	97,02	
Septentrional	Flamande Socheville	100	100	100	
Luzernes en Algérie	P.P.D.S.	29,75	N.S.	10,17	147

Un bon exemple est donné par *Arizona* : cette variété qui représente bien le type méridional possède par ailleurs un grand pouvoir productif. Les variétés *Arizona*, *Libye* et *Turkestan*, dans cet ordre, constituent un fragment du classement phénologique et de l'échelle physiologique (cf. plus loin). En zone à hiver doux, la production relative diminue d'*Arizona* à *Turkestan* ce qui s'explique par l'adaptation de moins en moins bonne lorsque la phénologie se rapproche de celle du type central. En zone à hiver peu froid, le rapprochement général des rendements des trois types aboutit à l'égalité des rendements pour *Libye* et *Turkestan*, mais *Arizona* est toujours supérieure à ces deux variétés. En zone à hiver froid (favorable au type septentrional), *Libye* plus méridionale que *Turkestan* a effectivement un rendement inférieur à elle, mais *Arizona* pourtant plus méridionale que *Libye* a un rendement supérieur à elle (qui reste tout de même inférieur à celui des Luzernes du type central). La courbe qui représenterait *Arizona* sur une figure semblable à la figure 6 aurait une pente analogue à celle représentant le type méridional, mais elle serait repoussée globalement vers des valeurs plus fortes du rendement relatif à cause de la productivité propre de cette variété (facteur variétal) qui en zone à hiver froid compense dans une certaine mesure sa mauvaise adaptation.

VI. — ECHELLES PHYSIOLOGIQUES D'ADAPTATION

(voir figure 7)

Il est possible, en éliminant le facteur variétal de la production à partir du rendement, pour ne conserver que le facteur « adaptation », de chiffrer par rapport à une variété prise comme « base », le « degré » d'adaptation. Cette échelle peut s'effectuer de deux manières :

- entre zones différentes.
- entre années différentes dans une même zone.

a) Echelle inter-zones.

Entre les deux zones extrêmes de température, nous avons vu que l'ordre des valeurs relatives des rendements des trois types s'inverse complètement. Il en est de même au niveau de la variété encore qu'il y ait en plus quelques petites modifications dans l'ordre, dues au facteur variétal comme cela a été

dit précédemment. La valeur du rendement relatif d'une variété est le résultat, nous l'avons vu, de l'adaptation à la zone et du facteur variétal propre.

L'inversion relative de ces valeurs entre les zones de Maison-Carrée et de Sétif permet de chiffrer isolément le type d'adaptation de chaque variété, par la *différence* de ses rendements relatifs entre les deux zones. En effet :

1. — Rendement relatif en zone à hiver doux = degré d'adaptation à la zone à hiver doux + productivité propre de la variété.
2. — Rendement relatif en zone à hiver froid = degré d'adaptation en zone à hiver froid + productivité propre de la variété.
3. — Différence des rendements relatifs entre les deux zones = degré d'adaptation en zone à hiver doux — degré d'adaptation en zone à hiver froid = type d'adaptation.

Dans une telle évaluation, *Flamande Socheville* qui a servi de base pour le calcul du rendement relatif, prend alors une valeur nulle. Plus la variété se rapproche du type méridional, plus sa valeur augmente (augmentation de (1), diminution de (2)). Les résultats obtenus montrent une belle correspondance entre cette « échelle d'adaptation » et le classement phénologique effectué en début d'étude (fig. 7).

Par convention et par analogie avec l'échelle suivante, la valeur d'*Arizona* est ramenée à 100, celle de *Flamande Socheville* étant laissée à zéro.

b) Echelle intra-zone et inter-années.

L'inversion de l'ordre des rendements relatifs observés entre zones extrêmes de température existe également mais avec moins d'importance à l'intérieur de chaque zone entre années. Généralement il n'y a d'ailleurs pas inversion véritable mais seulement une variation dans l'écart entre rendements relatifs des variétés : exactement comme pour les trois types entre les zones de Maison-Carrée et Sidi-Bel-Abbès où nous avons vu de la zone à hiver doux à celle à hiver peu froid une simple « amorce » de l'inversion (le type méridional ayant dans les deux zones le plus fort rendement, le type septentrional le plus faible). C'est ainsi qu'en zone à hiver doux le *sens* du classement correspond toujours à celui du classement moyen dans cette zone sauf pour une année où il a été complètement inversé. En zone à hiver froid il reste constamment le même c'est-à-dire inversé par rapport à la zone à hiver doux. 149

En zone à hiver peu froid les températures étant voisines de celles correspondant à l'égalité des rendements de l'ensemble des variétés il y a entre années de véritables inversions dues aux variations thermiques autour de la moyenne.

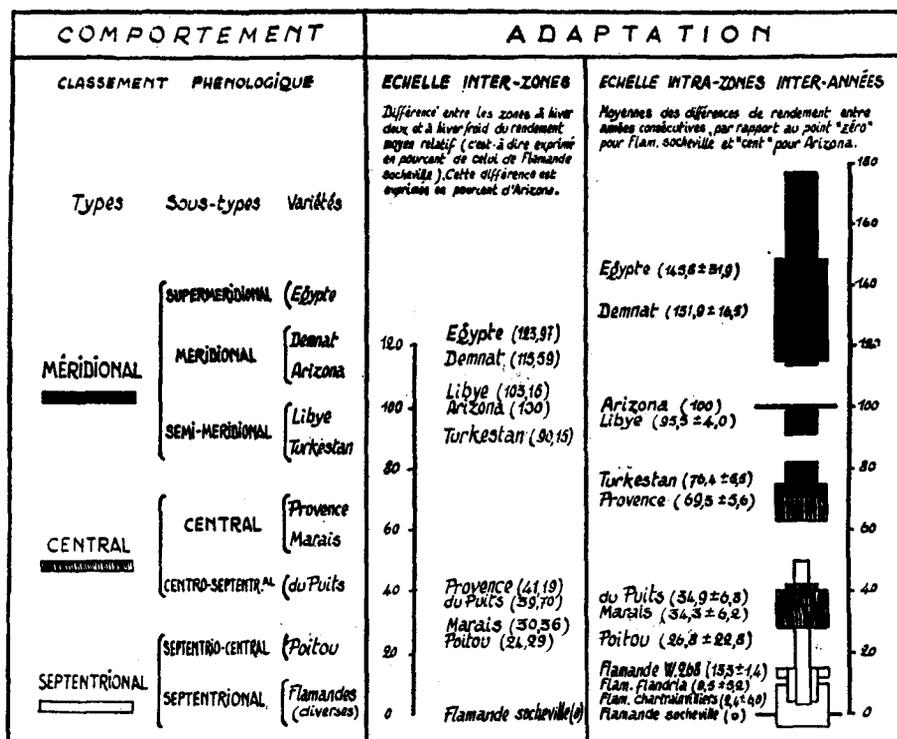


Figure 7. — Tableau comparatif du classement phénologique (comportement) et des échelles d'adaptation des variétés de Luzerne en essais. On en remarque la très grande similitude. L'ordre des variétés correspond d'ailleurs à celui de leur latitude d'origine.

Les inversions ou les variations d'écart entre années consécutives ne sont pas imputables aux seules différences de température les deux années,

car elles dépendent également des productions antérieures c'est-à-dire des températures des années précédentes.

Exactement comme entre zones, on peut effectuer à l'intérieur de chaque essai et pour chaque variété le calcul des différences de rendement relatif entre années consécutives qui reflète ici le type d'adaptation suivant l'année (micro-adaptation) ; comme précédemment, la part du rendement relatif due au facteur variétal propre est éliminée. On obtient ainsi une série de classements où conventionnellement la valeur « zéro » a été attribuée à *Flandre Socheville*, la valeur « cent » à *Arizona*.

Tous ces classements sont identiques à celui obtenu entre zones extrêmes de température. L'ordre des Luzernes ainsi obtenu est donc indépendant de :

- la zone géographique considérée,
- du mode de culture.

Conclusion.

Ainsi les diverses échelles d'adaptation aboutissent au même résultat, qu'elles soient effectuées entre zones ou entre années à l'intérieur d'une zone, que les différences de milieu soient fortes ou faibles quel que soit le sens du classement entre années (inversions complètes ou seulement amorcées).

L'échelle chiffre donc assez bien le type d'adaptation.

D'autre part elle se superpose parfaitement au classement phénologique ; elle chiffre donc bien la *physiologie* de chacune des variétés.

La correspondance de cette échelle et de ce classement avec une échelle par degré de latitude d'origine en confirme la valeur.

CONCLUSION GENERALE

La plasticité génétique de la *Luzerne*, due à son origine hybride entre deux espèces physiologiquement assez opposées a abouti sous l'effet de la sélection naturelle à toute une gamme physiologique de populations corres-

pondant étroitement à la gamme climatique des zones où elles se sont différenciées.

Vis-à-vis des températures hivernales, en particulier, la plante a adopté un rythme de vie conforme à l'intensité et à la durée de ce facteur. On comprend alors qu'une échelle physiologique basée sur l'importance du repos végétatif corresponde assez bien à une échelle par latitude d'origine.

De l'importance du *repos végétatif* caractérisant une population, dépend très étroitement sa phénologie (*comportement*) et son *adaptation* au froid hivernal. Ces trois aspects de la physiologie sont intimement associés, la connaissance de l'un d'eux pour une variété permettant d'en déduire les autres comme le montre la correspondance des échelles.

Cependant les manifestations du comportement et de l'adaptation ne sont pas concomitantes et les corrélations existant au niveau variétal ne se trouvent pas au niveau de l'essai : des variétés peuvent avoir entre elles des durées de production bien différentes dans un milieu sans avoir de différences de rendement ou bien n'avoir aucune différence entre elles pour le comportement mais de grandes différences de rendement.

En effet, ces deux aspects de la physiologie intimement liés génétiquement ne se révèlent pas sous l'influence des mêmes facteurs du milieu :

— Les différences de *comportement* entre variétés n'apparaissent que dans les conditions propices à une longue durée de production et augmentent avec elles (*complexe température-eau du printemps à l'automne*).

— Les différences de rendement dues au type d'adaptation n'apparaissent qu'en fonction de la *température hivernale* celle-ci doit être suffisamment douce ou froide pour mettre en évidence la supériorité de l'un ou de l'autre des groupes physiologiques extrêmes, les diverses variétés devenant équivalentes en zone intermédiaire (seul le « facteur variétal » pouvant alors jouer).

Les liaisons des caractéristiques physiologiques entre elles et avec l'origine géographique permettent de définir l'ensemble des critères correspondant aux différents types :

— Le *type méridional* renferme des variétés originaires des zones situées à des latitudes variant de 30° à 40°, le sous-type superméridional étant formé par les variétés les plus méridionales, le sous-type semi-

méridional par celles voisines de la latitude 40° (par ailleurs s'ajoute évidemment un facteur « altitude », « continentalité » et « microclimat »).

Il est caractérisé par un repos végétatif extrêmement faible, une aptitude à produire durant une longue période de l'année ; adapté aux zones à hiver doux il y révèle ses aptitudes à une haute production. En zone à basse température hivernale son inadaptation se traduit par une baisse considérable de ses rendements.

- Le type *septentrional* groupe les variétés originaires de zones situées à des latitudes voisines de 50°. Il est caractérisé par un repos végétatif important et un cycle de production court : résistant aux basses températures en hiver et à aptitude plus réduite à la production, ses rendements ne sont pas altérés en zone à hiver froid et il s'y montre plus productif que le type précédent. En zones à hiver doux il n'augmente pas sa productivité relative et garde une production faible.
- Le type *central* est en tous points intermédiaire entre les deux précédents.

J. COURANJOU,

Chargé de Recherches, I.N.R.A., Bordeaux.