

# CULTURE DE BLE D'HIVER DANS LE RESPECT DE LA PLANTE ET DU SOL

Présenté par MARC BONFILS

## SOMMAIRE

### INTRODUCTION

#### PREMIERE PARTIE : SEMIS-PRECOCE

1. POUR NE PAS EXPOSER DE TROP JEUNUES PLANTULES AUX FROIDS DE L'HIVER
  - A. SENSIBILITE DU BLE D'HIVER AU FROID SELON LE STADE DE DEVELOPPEMENT
  - B. LES DEGATS DUS AU GEL
  - C. DATES LIMITEES DES SEMAILLES
  - D. CAS CONCRET EN LORRAINE
    - 1) Période d'arrivée des grands froids et limite de la date du semis
    - 2) Les semis actuellement réalisés; technique, dates et conséquences
  - E. CONCLUSION SUR L'IMPORTANCE DE SEMIS-PRECOCE PAR RAPPORT AU FROID
2. POUR ASSURER DE BONNES CONDITIONS D'IMPLANTATION A LA CULTURE
  - A. UN ENRACINEMENT PROFOND
    - 1) Conséquences de l'excès d'eau sur les jeunes plantules
    - 2) Semer avant L'Humidité trop importante du sol
    - 3) Solutions pour les terres trop humides
  - B. UN DEBUT DE CROISSANCE RAPIDE
    - 1) Durée de croissance et date semis
    - 2) Besoins thermiques de la levée au stade 4/5 feuilles
3. POUR PERMETTRE A LA CEREALE D'EXPRIMER LE MAXIMUM DE SON POTENTIEL DE RENDEMENT
  - A. FACTEURS CONDITIONNANT LE TALLAGE ET INFLUENCANT SA VITESSE
    - 1) La température
    - 2) La lumière
    - 3) Le développement racinaire
  - B. BESOINS DE LA PLANTE ET RESSOURCES DISPONIBLES
    - 1) Pendant la période de tallage
    - 2) Pendant la phase végétative
    - 3) Au printemps
    - 4) Conclusion sur les besoins et les ressources
  - C. NOMBRE ET FERTILITE DES EPIS
    - 1) La longueur de la période de tallage
    - 2) La rapidité de la montaison
    - 3) La longueur de la phase reproductive
    - 4) Tallage herbacé et tallage-épi
    - 5) Nombre et fertilité des épillets
  - D. POIDS UNITAIRE DU GRAIN ET RISQUES D'ECHAUDAGE.
    - 1) Les causes de l'échaudage
    - 2) La période sensibilité a la sécheresse
    - 3) Comment limiter les risques d'échaudage ?
  - E. LE RENDEMENT
    - 1) Les particularités climatiques
    - 2) Les composantes du rendement

#### 4. CONCLUSION SUR LES SEMIS-PRECOSES

### **DEUXIEME PARTIE : SEMIS-CLAIRS**

1. DENSITES DE SEMIS : HISTORIQUES ET RESULTATS
  - A. LA CONCURRENCE DES ADVENTICES
  - B. CONSEQUENCES D'UN SEMIS TROP DENSE
2. TENIR COMPTE DE LA DATE DU SEMIS
3. ECARTEMENT ET NUTRITION
  - A. L'EQUILIBRE CARBONE/AZOTE (C/N)
  - B. L'IMPORTANCE DE LA LUMIERE
  - C. LA VALORISATION DU PHOSPHORE
4. LA RESISTANCE DES PLANTS:
  - A. AU PARASITISME
  - B. A LA VERSE
5. DENSITE DE PEUPELEMENT ET PRODUCTIVITE
  - A. CAPACITES DE PRODUCTIVITE
  - B. L'OBTENTION DU RENDEMENT
6. PEUPELEMENT EPI SELON LA VARIETE
  - A. MAXIMUM
  - B. OPTIMUM
7. CONCLUSION SUR LES SEMIS-CLAIRS

### **TROISIEME PARTIE : SEMIS-SUPERFICIELS**

1. CARACTERISTIQUES ET RESERVES DES GRAINS SEMES
2. LES QUATRE CONDITIONS NECESSAIRES A LA GERMINATION
3. INFLUENCE DE LA PROFONDEUR DU SEMIS SUR LE TALLAGE
4. LONGUEUR ET FRAGILITE DU RHIZOME
5. CONCLUSION SUR LES SEMIS-SUPERFICIELS

### **QUATRIEME PARTIE : MARCHE A SUIVRE**

1. OBJECTIFS DE DEVELOPPEMENT ET DE RENDEMENT
  - A. DATE ET DENSITE DE SEMIS
  - B. LA FLAMBEE DE CROISSANCE
  - C. STADE OPTIMUM A L'ENTREE DE L'HIVER
2. LE TRAVAIL DU SOL
  - A. LE PROBLEME DE LA SECHERESSE
  - B. LE TASSEMENT DU SOL
  - C. LES INCONVENIENTS DU LABOUR
    - 1) Un sol desséché
    - 2) Un semis trop profond
    - 3) Une terre soufflée
    - 4) Des semilles différées
  - D. LES ADVENTICES
    - 1) Un handicap pour la culture
    - 2) L'occupation permanente du sol
    - 3) Les graines d'adventices et leur éveil
  - E. CONCLUSION: SUPPRIMER LE TRAVAIL MECANIQUE DU SOL
3. LA QUESTION DE L'ASSOLEMENT
  - A. L'ASSOLEMENT N'EST PAS TOUJOURS INDISPONIBLE
  - B. L'ASSOLEMENT TRIENNIAL ANTIQUE : REMARQUES SUR LE JACHERE

- 1 ) Nourrir les micro-organismes du sol
- 2) Augmenter la fertilité de la terre
- 3) Améliorer la structure du sol
- 4) Associer des engrais verts à la jachère
- 5) Jachère; technique de 'dry-farming'

C. L'ASSOLEMENT SEXANAL

D. L'ASSOLEMENT EN MONTAGNE

4. LE PARC ARBORE.

A. DE L'INTERET D'ASSOCIER L'ARBRE AU CULTURE

B. QUEL ARBRE CHOISIR?

5. MARCHE A SUIVRE : LES SEMAILLES ET LA PREPARATION DU LIT DE SEMENCES.

A. SELON LE PERIODE DE SEMIS

B. SELON LE TYPE DE SOL

C. SELON LE PRECEDENT CULTURAL

D. EN METHODE INTENSIVE DANS LE BASSIN PARISIEN

6. LES VARIETES DE BLE

A. LA SELECTION GENETIQUE DE BLE FRANCE

- 1) Les anciennes variétés de pays
- 2) Les blés alternatifs dits d'Aquitaine.
- 3) Les blés d'hiver anglais
- 4) Les hybrides
- 5) Objectifs de la sélection génétique moderne
- 6) Conclusion sur la sélection

B. CHOIX DES VARIETES A CULTIVER.

- 1) Quelles caractéristiques?
- 2) L'exemple des blés poulards
- 3) Liste des variétés de blés d'hiver à utiliser

**CONCLUSION**

## INTRODUCTION

Le respect de la physiologie du blé d'hiver amène à réaliser des semis-précoces, superficiels et clairs en association avec des plantes légumineuses.

Ainsi semée, cette céréale peut accomplir pleinement sa phase végétative puisqu'elle profite de la lumière et de la chaleur de l'été, ainsi que de l'activité biologique du sol. Et ces conditions pedo-climatiques sont nécessaires pour un tallage très abondant et pour la constitution de réserves de carbone et d'azote; réserves qui lui permettent d'échapper à la faim d'azote printanière et de nourrir les gros épis obtenus.

De cette façon, la rotation des cultures n'est plus obligatoire : le semis a lieu sous couvert de la culture précédente peu de temps avant sa moisson et à une date raisonnée en fonction des caractéristiques propres au site. La paille produite est laissée entière et éparpillée sur le sol a fin de constituer un mulch. Mais un tel cycle de culture n'est possible qu'avec des variétés de type hiver à très hiver car elles ne risquent pas de monter en épis avant l'hiver. A ce sujet, les variétés anciennes montrent une vigueur et une productivité supérieure aux variétés modernes.

L'intérêt de cette méthode de culture s'avère être considérable lorsqu'on énumère ses caractéristiques: aucun risque d'érosion ni de lessivage, amélioration à long terme du statut organique du sol, potentiel de productivité plus élevé, absence des produits de synthèse et au travail du sol, économies d'énergies, etc...

## PREMIERE PARTIE: SEMIS-PRECOCES

" Si tu veux bien moissonner Ne crains pas de trop tôt semer."

Olivier de Serres (1600, Théâtre de l'agriculture et mesnage des champs)

Il faut semer tôt, et cela l'humanité le savait depuis des temps immémoriaux et dans toutes les contrées de la terre, car il s'agit en effet d'une loi universelle.

Il faut semer tôt:

- d'abord pour ne pas exposer de trop jeunes plantules aux grands froids de l'hiver
- ensuite pour assurer de bonnes conditions d'implantation à la culture
- et enfin pour permettre au blé d'exprimer le maximum de son potentiel de rendement.

Les jeunes plants doivent être suffisamment développés avant l'hiver. Au moment de l'arrivée des grands froids, ils doivent être en plein tallage, avoir de nombreuses racines et une avance de végétation pour que le potentiel de rendement soit accru et les risques d'échaudage en début d'été limités.

### I POUR NE PAS EXPOSER DE TROP JEUNES PLANTULES AUX FROIDS DE L'HIVER.

Un semis précoce est nécessaire pour éviter les mauvaises levées et ne pas exposer au froid des plantules trop jeunes et trop fragiles, susceptibles d'être détruites par un hiver rigoureux. Une culture mise en place de bonne heure aura le temps de développer un système racinaire et foliaire vigoureux avant l'hiver, ce qui lui permettra de mieux supporter les grands froids.

### A. SENSIBILITE DU BLE D'HIVER AU FROID SELON LE STADE DE DEVELOPPEMENT.

Le blé est très sensible au froid jusqu'au stade 5/4 feuilles, il voit sa résistance s'accroître à partir du stade début tallage (4/5 feuilles) pour devenir maximale au stade plein tallage (c'est à dire à partir du stade 6/7 feuilles) lorsque qu'il a déjà élaboré et développé tout un réseau de talles et de racines secondaires issues du plateau de tallage.

Voyons un peu plus en détail ces différentes épates:

- Pendant la phase germination-levée (1/2 feuilles), le blé est extrêmement sensible au froid. Lorsque la température descend en dessous de  $-1^{\circ}\text{C}$ , les dégâts sont déjà considérables. Cette phase, dite "phase très sensible", se prolonge jusqu'au stade 1/2 feuilles.
- Pendant la phase 1/2 feuilles à 5/4 feuilles, dite "phase moyennement sensible", le seuil thermique de mortalité retenu se situe à une température inférieure ou égale à  $-4$  à  $-5^{\circ}\text{C}$ . En dessous de celle-ci, de nombreuses plantules seront tuées. De plus, pendant cette période, toute destruction du rhizome privera la jeune plante de son unique système de racines (primaires).
- A partir de la phase 4/5 feuilles à 5/6 feuilles (début tallage), la résistance au froid s'accroît progressivement. Le seuil thermique de mortalité ou de dégâts graves se situe ici aux alentours de températures inférieures ou égales à  $-8$  à  $-10^{\circ}\text{C}$ , notamment lorsque la température s'abaisse brusquement.

N.B.: On considère généralement que le stade début tallage démarre à partir du stade 4/5 feuilles (bien que les blés d'hiver sortent leur première talle en même temps que leur quatrième feuille au stade 3/4 feuilles) car c'est en fait seulement à partir du stade début tallage que les dégâts dus au froid commencent à devenir moins dommageables pour la culture. Et ceci dans la mesure où le blé d'hiver commence à subir un certain durcissement qui va aller en augmentant par la suite pour devenir maximal au stade plein tallage; c'est à dire à partir du stade 7 feuilles. Cet durcissement se caractérise par une modification du métabolisme, notamment par une variation de la composition des sucres cellulaires, avec accroissement de la quantité de sucres solubles (glucose, saccharoses, etc...); sucres qui favorisent justement un certain durcissement des tissus des plantes. Il est d'ailleurs également lié à la vernalisation, caractérisée elle-même par des jours courts et des températures faibles s'abaissant progressivement. En outre, c'est également à partir du stade 4/5 feuilles, qui marque le stade début tallage, que les premières racines secondaires apparaissent au niveau du plateau de tallage. Elles sont alors capables d'assurer le relais des racines séminales en cas de rupture du rhizome.

— Pendant la phase 5/6 feuilles à 6/7 feuilles (stade tallage), l'endurcissement des tissus et l'émission de racines adventives continuent à aller en augmentant. Cependant, au cours de cette période, des températures inférieures ou égales à  $-15$  à  $-14^{\circ}\text{C}$  peuvent être encore mortelles, notamment dans le cas où la température a chuté brutalement, sans transition.

- C'est seulement pendant la phase plein tallage, qui commence à partir du stade 6/7 feuilles à 7/8 feuilles, que l'intensité de cet durcissement devient maximum et que la plante commence à disposer d'un réseau de racines suffisamment fourni pour résister aux froids hivernaux et aux déchaussements. Lorsqu'il est parvenu à ce stade, le blé supporte des températures de l'ordre de  $-16$  à  $-18^{\circ}\text{C}$  et même encore plus basses, notamment lorsqu'il est recouvert et donc protégé par la neige.

Tout cela signifie qu'il faut semer suffisamment tôt pour que le blé d'hiver soit parvenu au stade plein tallage avant les grands froids de l'hiver. Autrement dit, la culture devra avoir franchi au moins le stade 7 feuilles à l'entrée de l'hiver.

Pour cela, il faut une somme de températures (température moyenne journalière multipliée par le nombre de jours) supérieure ou égale à 650 à 700°C calculée sur la base de 100° C par feuille émise après la levée. Ceci amené donc à déterminer une date limite des semis à ne pas dépasser pour chaque région agricole, date qui va dépendre de la température moyenne de l'automne ainsi que de la date probable des premières gelées et des premiers froids importants.

Ce qu'il faut retenir, c'est que la gravité des dégâts dus au gel sont particulièrement accentués sur des blés d'hiver qui n'ont pas encore commencé à taller. D'une part, parce que les parties aériennes ne sont pas encore suffisamment endurcies au froid et, d'autre part, parce que la rupture du rhizome leur supprime alors toute possibilité d'alimentation par les racines séminales.

## B. LES DEGATS DUS AU GEL

Les dégâts aériens, lorsque le sommet végétatif n'est pas tué, n'ont pas de conséquences mortelles pour la plante car, par la suite, les talles pourront repartir. Cependant, ils risquent de favoriser l'attaque des feuilles par des agents pathogènes suite à un effet indirect du gel consécutif aux lésions des gaines des feuilles à 1 à 2 centimètres au-dessus du sol. Ces lésions provoquent l'aplatissement des plantes sur le sol et favorisent leur attaque par des agents pathogènes, ainsi que leur pourriture.

Les dégâts souterrains sont encore bien plus graves quant à leur conséquences. En effet, lorsque le rhizome n'est pas tué immédiatement, ce qui amène la mort rapide de la jeune plantule, il peut présenter des lésions généralement localisées à ses deux extrémités et particulièrement à sa base, sur le mésocotyle.

Dans ces zones nécrosées va se développer une pourriture qui gagnera progressivement l'intérieur du rhizome et, à un moment donné, il se produira une décomposition complète qui entraînera une séparation entre les feuilles et les racines: c'est le décollement gangreneux. Les blés touchés se détachent très facilement au sol quand on les tire à la main. C'est ainsi que des effets indirects du gel peuvent apparaître, ne se manifestant parfois que plusieurs semaines après le dégel. La rupture du rhizome résulte donc de nécroses qui s'y sont installées, sur lesquelles se développent des micro-organismes de type fusarium altérant la circulation de la sève et finissant par détruire la jeune plantule.

Ce phénomène avait été déjà constaté depuis longtemps par les agriculteurs qui en attribuaient la cause aux alternances de gel et de dégel "coupant les blés entre deux terres". Mais en fait cette interprétation est assez inexacte, sauf en terres soufflées, car, au cours de nombreux hivers, on relève des périodes d'alternance de gel et de dégel sans pour cela que les blés soit endommagés. L'explication vient du fait que le décollement est dû le plus souvent à la gangrène qui s'est installée sur le rhizome. Cependant, la transformation de l'eau de surface en glace et la succession de périodes -de gel-et de dégel peuvent aussi provoquer, plus ou moins directement, des ruptures au niveau du collet des plantes, de même que le déchaussement des trop jeunes plantules insuffisamment ancrées dans le sol. Ces phénomènes, dus aux alternances de soulèvement et d'affaissement du sol, occasionnent des dégâts considérables d'où l'intérêt de semer tôt, sachant qu'un semis-précoce permet d'obtenir des plants assez développés avant l'hiver, avec un ancrage racinaire suffisant et un fort diamètre au collet.

Les dégâts dus aux froids varient en fonction de l'abaissement plus ou moins brusque de la température: lorsqu'une période de températures basses précède les grands froids, les destructions sont beaucoup moins graves que lorsque le baromètre s'abaisse brutalement après une période de temps doux. En effet, dans ce le dernier cas, sans une adaptation préalable, due au phénomène d'endurcissement précédemment décrit, des températures inférieures ou égales à -13 à -14° C peuvent être mortelles sur des blés d'hiver n'étant pas encore parvenus au stade plein tallage. C'est pourquoi il y a intérêt à choisir des variétés bien adaptées aux conditions locales et résistantes aux froids, telles que par exemple, pour le Nord-Est de la France, notamment sur les plateaux, Alsace 22, Cote d'Or, etc....et surtout à ne pas dépasser les dates de semis présentées ci-dessous, dates déterminées par l'obtention du stade 7 feuilles à l'entrée de l'Hiver.

Quand les variétés sont à la limite de leur résistance au froid, certains autres facteurs interviennent, notamment la profondeur du semis et l'état du sol.

En effet, le rhizome, surtout lorsqu'il est trop long, longueur excessive due à un semis effectué en profondeur ou en terres creuses, constitue une zone de fragilité. Il peut alors être facilement détruit par le gel ou bien rompu mécaniquement lors des soulèvements-du sol décrits précédemment, notamment dans les sols argilo-calcaires, les argiles à base de montmorillonite et les terres de craie (Champagne, petites terres du Plateau lorrain, etc... ). Plus le semis sera superficiel, plus le rhizome sera court et trapu, plus la levée sera rapide et le tallage abondant et plus le pourcentage de plantes détruites sera réduit.

Quant à l'état du sol, dans les terres soulevées par de la matière organique enfouie en profondeur, creuses ou "soufflées"et mal rassises à la suite d'un labour profond, les plantes se déchaussent et les dégâts s'avèrent être plus importants. En terres argileuses et là où les hivers sont rudes, comme par exemple sur le Plateau lorrain, un sol bien rassis est préférable pour éviter le déchaussement des blés, phénomène qui abîment les racines tout en les exposant aux froids et à la sécheresse.

## C. DATES LIMITES DES SEMAILLES

Pour ne pas exposer de trop jeunes plantules aux froids, la date limite du semis, qu'il ne faut jamais dépasser, est déterminée par le stade 7 feuilles à l'entrée de l'hiver, stade devant être obtenu avant l'arrivée des grands froids. La détermination de cette date doit être fonction de la température moyenne de l'automne, de la date probable des premières gelées et de celle de l'arrivée des premiers froids importants; sachant que ce stade 7 feuilles nécessite somme de températures supérieure ou égale à 650 à 700°C.

#### Dates limites des semences de blé d'hiver dans les différentes régions françaises

(6 à 8 semaines avant les premières gelées surtout dans les régions à hivers froids):

- **5 août**: En haute montagne, jusqu'à:

- 1700 à 1800 mètres en Cerdagne et dans les Pyrénées Orientales et 2000 mètres en Andorre.
- 1600 à 2000 mètres dans les hautes vallées infra-alpines des Hautes-Alpes (haut Queyras et Val d'Aoste)

Sur les hauts plateaux du Massif Central (ouverts à tous les vents) jusqu'à:

- 1000 mètres sur le Plateau des Mlles Vaches.
- 1150 mètres dans le Cézallier au Nord du Cantal
- 1500 mètres sur les monts de la Margeride.

Dans les pôles froids du Massif du Jura (Nord)

- **15 août**: En moyenne montagne:

- vers 500 à 600 mètres dans les Vosges
- jusqu'à 700 mètres dans la région d'Aurillac (Cantal) et dans les stations les plus exposées au froid des Hautes Ardennes et du Jura.

- **25 août**: Dans les stations les plus exposées au froid des plateaux du Nord-Est, entre 500 et 400 mètres d'altitude dans le Pays Haut et les abords de la Montagne vosgienne en Lorraine (Longuyon et Badonviller) ainsi dans les Hautes Ardennes.

- **1 septembre**: Dans le Sud du Plateau lorrain entre 200 et 250 mètres d'altitude et dans les départements des Ardennes, de la Haute-Marne (Champagne), de la Côte d'Or, etc...

- **5 septembre**: Dans les départements de la Marne, de l'Aube (Troyes) et de l'Yonne, ainsi que dans les plaines d'Alsace (dans les plaines à maïs de cette région, gelé"s arrivent dès le 10 octobre une année sur cinq)

- **15 septembre**: Dans le Limousin, le Centre Ouest, L'Isère, l'Ain, le Rhône et les Limagnes.

- **20 septembre**: Dans la Région parisienne, les Limagnes, la Touraine et le Cher.

- **25 septembre**: En Normandie et dans le Pas-de-Calais (Nord-Ouest).

- **30 septembre**: Dans le Dordogne, les Charente, L'ouest Atlantique et en Bretagne.

- **1 Octobre**: Dans la Drôme, le Gers, la Haute Garonne, l'Ariège et en Bretagne.

- **5 Octobre**: Dans les stations méridionales les moins exposées au froid (région de Perpignan, Gard, Bouches-du-Rhône et Ariège)

Ces dates limites concernent les blés d'hiver car les escourgeons et les blés d'hiver (qui mûrissent plutôt et sont plus sensibles aux froids) doivent être semés plutôt. La date limite des semis d'escourgeon doit être fixée deux à trois semaines avant celle des semis de blé d'hiver.

Le fait qu'il faille semer tôt pour ne pas exposer de trop jeunes plantules au froid tout le monde le sait, mais qu'en est-il exactement dans les faits?

#### **D. CAS CONCRET EN LORRAINE**

Si on prend l'exemple de la culture du blé d'hiver en Lorraine, on constate que les céréales d'automne sont soumises à des risques importants de gel durant l'hiver, comme d'ailleurs dans toutes les zones de plateaux du Nord-Est de la France.

Le département de la Meurthe et Moselle comprend six régions naturelles, dont le Plateau lorrain qui représente à lui seul près de 55 % de la superficie. La majorité des sols y sont à dominance d'éléments fins, argileux ou argilo-limoneux. Ils sont sensibles à l'excès d'eau et au tassement, difficiles à travailler, exigeants en moyens de traction et donc voués le plus souvent à la production de l'herbe. Cependant, après assainissement, ils conviennent relativement bien aux céréales, maïs-fourrage et colza. Dans ce département, on trouve également des sols peu profonds, développés sur un substrat de roches calcaires, de fertilité moyenne et sensible à la sécheresse. Il s'agit d'en fait de terrains argilo-calcaires à teneur moyenne en argile, très caillouteux mais assez faciles à travailler, donc assez peu exigeants en moyens de traction. On y cultive presque exclusivement du colza, des céréales (rotation triennale: colza, blé et escourgeon) et un peu de luzerne. Ces "petites terres" peu profondes craignant l'échaudage, le choix des semences se porte essentiellement sur des variétés de céréales qui mûrissent suffisamment tôt, notamment l'escourgeon & les blés précoces. Quant à l'orge de printemps, sa culture comporte des risques importants d'échaudage: c'est une partie de poker car on reste à la merci d'un coup de sec au mois de juin.

Sur les 7000 exploitations agricoles de Meurthe et Moselle, en polyculture-élevage pour la plupart, 4000 sont concernées par la culture du blé d'hiver. Excepté sur quelques centaines d'hectares destinés au maïs-grain et semés en zones privilégiées (vallées de la Moselle et de la Meurthe), l'essentiel du précédent du précédent maïs est récolté en fourrage à ensiler. En effet, sur le Plateau lorrain, le maïs-grain se heurte à des problèmes de maturité et d'alimentation en eau.

Les "petites terres" de Lorraine sont très représentatives de ce type de régions à la fois limitées par le froid et la sécheresse. Par conséquent, plus que partout ailleurs, les semis précoces y sont essentiels pour préserver le blé d'hiver à la fois des risques de gelées et de ceux de sécheresse en été (voir page ? "les causes de l'échaudage"). En effet, par un semis suffisamment précoce, on permet au blé d'atteindre le stade plein tallage avant les grands froids hivernaux. Autrement dit, la date limite des semences doit être fixée de telle sorte que le blé puisse avoir atteint au moins le stade 7 feuilles à l'entrée de l'hiver.

Or, l'apparition des différents stades de développement du blé est sous la dépendance de la somme de températures accumulées depuis le semis, raison pour laquelle on observe une grande variabilité, non seulement, selon les dates de semis, mais aussi selon les stations climatiques, variabilité amenant à distinguer un secteur précoce (vallées et zones de faible altitude, entre 200 et 250 mètres, de la région du Plateau lorrain sud) et un tardif (Pays Haut et bordure du Massif vosgien, entre 550 et 400 mètres d'altitude). Par conséquent, il faut déterminer la date d'arrivée des grands froids.

### 1. PERIODE D'ARRIVEE DES GRANDS FROIDS ET LIMITE DE LA DATE DU SEMIS

En Lorraine, on note trois périodes où les températures minimales sont faibles et très faibles: les deuxième et troisième décades de décembre, puis tout le mois de janvier et février; avec des différences selon les régions naturelles puisqu'elles sont beaucoup plus faibles dans le Pays Haut que sur le Plateau lorrain. Par exemple, à Longuyon, on note des températures maximales voisines de 0° C entre début décembre et mi-janvier.

En considérant la moyenne décadaire des minima, on constate que le froid (c'est à dire les moyennes de températures minimales inférieures à -5° C et comprises entre -5 et -10° C) apparaît dès:

- la fin octobre dans le Haut Pays
- la mi-décembre sur le Plateau lorrain

Ainsi, au cours des dix précédentes campagnes étudiées à la station de Longuyon, on a pu observer:

- pour trois années, une moyenne de températures minimales inférieures ou égales à -5° C dès la troisième décade d'octobre.
- pour quatre années, une moyenne de températures minimales inférieures ou égales à -10° C dès la première décade de novembre.

Autrement dit, le blé d'hiver devra avoir franchi le stade 7 feuilles:

- avant la fin octobre à Longuyon et dans les stations du secteur tardif les plus exposées au froid (par exemple Badonviller).
- avant la mi-décembre, dans les stations du Plateau lorrain les moins exposées.

Remarque: Tout ceci convient en règle générale car il arrive en fait que des gelées précoces fassent chuter les températures minimales en dessous de -5° C dès la fin octobre sur le Plateau lorrain, environ un an sur dix.

Il reste maintenant à déterminer la limite de la date des semis de blé d'hiver, limite qui sera fixée: au 20 août, dans les stations tardives (les plus exposées au froid du Pays haut et des abords de la Montagne vosgienne, entre 500 et 400 mètres d'altitude (Badonviller, Longuyon etc...)).

Au 1<sup>er</sup> septembre, dans les stations intermédiaires, comme par exemple sur le Plateau lorrain nord

Au 5 septembre, dans les stations les plus précoces (les moins exposées au froid), sur le plateau lorrain sud, à une altitude inférieure 250 mètres et dans les vallées.

Dans la pratique, les semis devraient commencer dès le 15 août dans les stations les plus exposées au froid et s'échelonner, au plus tard, du 15 au 25 août dans le Pays haut et jusqu'au 25 août - Septembre dans les secteurs les moins exposés (vallées). Sur l'ensemble du Plateau lorrain, le blé devrait être semé au plus tard dans la troisième décade d'août afin d'obtenir une levée (stade 1/2 feuilles) avant le 10 septembre. Ces conditions sont obligatoires pour que le blé soit à l'abri d'un hiver précoce. Au-delà de ces dates, il est déjà exposé aux risques des premières gelées arrivant parfois dans cette région dès la fin octobre.

Quant aux escourgeons et aux orges d'hiver, étant plus sensibles au froid et ayant une maturité plus précoce que le blé d'hiver, ils devraient être semés deux à trois semaines plutôt; au plus tard dans la première quinzaine d'août sur le Plateau lorrain pour les orges.

### 2. LES SEMIS ACTUELLEMENT REALISES : TECHNIQUE, DATES, CONSEQUENCES



Actuellement, on sème fort tard. Les dates limites présentées ci-dessus ne sont jamais respectées, loin s'en faut.

Dans les conditions de culture modernes, la période des semis est en partie conditionnée par le précédent cultural.

Dans les terres fortes, les semailles sont retardées par le précédent maïs-fourrage maïs, également et surtout par l'habitude de semer sur un labour auquel succèdent des travaux d'ameublissement du sol, appelés travaux superficiels et destinés à briser les mottes.

Remarque: Une forte proportion de céréales d'hiver s'implante après labour, ce qui ne va pas sans poser de problèmes, notamment dans les terres les plus lourdes. En effet, pour réduire les mottes durcies par la sécheresse, les agriculteurs sont amenés à faire plusieurs passages, avec pour conséquence un assèchement du sol qui conduit ensuite à un déficit hydrique. Leur préoccupation principale est d'ailleurs la sécheresse, qui se prolonge généralement de la mi-août à la mi-septembre, (voir page ? "Le problème de la sécheresse" et page "Les inconvénients du labour")

Dans le département de la Meurthe et Moselle, les agriculteurs qui pratiquent depuis quelques années la céréaliculture dite "intensive", avec un objectif de rendement de 80 quintaux par hectare (objectif atteint en 1935 sur certaines parcelles, même sur les "petites terres"), étalent leurs semis sur trois semaines: ils commencent vers le 20 – 25 septembre avec des variétés de type hiver pour terminer vers le 10 - 15 octobre avec des variétés alternatives. Ils ne les prolongent toutefois pas au cours de l'hiver comme c'est le cas en Champagne (par exemple là où le précédent betterave sucrière libère le sol fort tard)

Observons en détail les dates de semis au blé d'hiver\* effectués dans le département de la Meurthe et Moselle lors de la campagne 1983-1984 ; on a ensemencé:

- 12 % des parcelles entre le 20 septembre et le 1<sup>er</sup> octobre
- 54 % ————— le 1<sup>er</sup> et le 10 octobre
- 15 % ————— le 10 et le 20 octobre
- 12 % ————— le 20 et le 30 octobre
- 15 % ————— le 1<sup>er</sup> et le 10 novembre
- 9 % ————— le 10 et le 20 novembre
- 5 % ————— le 20 et le 30 novembre

Alors qu'il aurait fallu ensemencer au plus tard dans la dernière décennie d'août, on constate que les semis se sont échelonnés du 20 septembre au 30 novembre. Autrement dit, dans le meilleur des cas, les dates limites ont été dépassées d'un mois (ce qui est déjà énorme) et de deux mois, voire même trois mois, dans les autres cas.

Quant aux orges d'hiver, elles sont semées seulement à partir du 15 septembre et jusqu'à la fin septembre ou le début octobre. Et dans ces conditions, les rendements plafonnent aux alentours de 60 à 70 quintaux par hectare, malgré les apports d'azote chimique (en surdoses), l'utilisation de raccourcisseurs de paille et le recours aux traitements fongicides. Or la mise en oeuvre de ces énormes moyens de production ne peut être rentabilisée puisque les semis sont trop tardifs.

Tout cela est en parfaite contradiction avec les faits météorologiques et la physiologie végétale la plus élémentaire.

---

\* Les deux tiers des parcelles ont été ensemencés avec les variétés Arminda et Camp-Rémy et un tiers avec Fidel, Hardi, Lutin, Talent, Aquila et Festival. Actuellement, les coopératives agricoles s'orientent de plus en plus vers une politique de production de blé de qualité (Camp-Rémy, Fidel, Festival, Garant, etc...) mais destinés à fournir le marché allemand.

Observons maintenant le nombre de jours qu'il a fallu au blé d'hiver, en fonction de la date du semis, pour atteindre le stade début tallage (4/5 feuilles), dans la Meurthe et Moselle:

Date du semis:	Date d'obtention du stade début tallage:		Nombre de jours nécessaires:	
	secteur précoce	secteur tardif	secteur précoce	secteur tardif
20 septembre	30 octobre	5 novembre	40	45
1 <sup>er</sup> octobre	5 décembre	20 décembre	65	80
10 octobre	4 janvier	5 février	84	115
20 octobre	15 février	15 février	115	115
1 <sup>er</sup> novembre	11 mars	30 mars	151	150
10 novembre	25 mars	25 mars	155	155
20 novembre	2 avril	14 avril	152	145

La période de croissance du coléoptile (phase germination-levée) dure environ dix jours pour des semis effectués de la fin septembre au 10 octobre, En semis plus tardif et cela quelque soit la station climatique, elle s'accroît, pouvant atteindre un mois et demi à deux mois. En semant le 10 octobre dans les stations les plus précoces, la levée n'aura pas lieu avant le 28. Par conséquent, on prend le risque d'exposer des plantules qui viennent tout juste de naître à des températures inférieures ou égales à -5° C pendant

la phase germination — levée (1/2 feuilles), une année sur dix dans les stations les moins exposées au froid et une année sur trois dans celles qui le sont le plus. Les pertes à la levée sont alors énormes, avec pour conséquence de contraindre l'agriculteur à augmenter ses doses de semences. D'où le fait qu'il faille tenir compte des différences climatiques entre les régions; c'est un point capital. Si on prend l'exemple d'un semis effectué le 10 octobre à Longuyon (Pays Haut), on constate que la date de réalisation du stade 4/5 feuilles (début tallage) est retardée de trente jours par rapport à celle d'un semis identique réalisé à Nancy ou Tomblaine (Plateau lorrain): elle a lieu le 5 février dans le premier cas et le 4 janvier dans le second.

Il ne faut donc pas être surpris d'entendre des agriculteurs se plaindre du faible tallage en mettant d'ailleurs en cause les "petites terres", invoquant la faible profondeur du sol arable; même remarque en ce qui concerne les risques d'échaudage dans les "petites terres". (voir page ? "Le poids unitaire du grain et les risques d'échaudage")

Remarque: Certains agriculteurs soutiennent que le blé d'Hiver ne talle presque pas dans le Sud—Ouest. Avec des semis effectués vers le 15 novembre, ils ont sûrement raison. Mais en semant de plus tôt, fin septembre au plus tard, le blé tallera comme partout ailleurs, même dans les "petites terres" des coteaux de Haute Garonne et du Gers (Lauraguais, Tamais, etc...). Dans les climats continentaux de l'Est et en montagne, il faut semer d'autant plus tôt que la durée de végétation du blé d'hiver en automne est réduite par l'arrivée précoce des froids, avec des risques de gels importants.

#### E. CONCLUSION SUR L'IMPORTANCE DU SEMIS PRECOCE PAR RAPPORT AU FROID

Ce qu'il faut retenir, c'est que plus le blé d'hiver est semé tard, plus il est exposé au froid à un stade de plus en plus jeune et fragile, avec augmentation des risques de déchaussement. La date limite, déterminée par l'obtention du stade 7 feuilles à l'entrée de l'hiver, ne doit en aucun cas être dépassée.

Dans la deuxième moitié du 18<sup>ème</sup> siècle, tout le monde savait que, dès le 22 juillet, on semait déjà les seigles et les méteils dans la maigre Champagne et que le laboureur était souvent davantage occupé à semer ses "bleds" (céréales d'hiver) qu'à récolter ceux qu'il avait semés l'année précédente. Et ceci parce que l'expérience lui avait appris que, s'il retardait trop ses semences, les premières gelées soulèveraient toutes les racines et le soleil les dessécheraient à un point tel que tout le plan serait mort, tué, avant les pluies d'Hiver.

Pour éviter de tels déchaussements, il est donc impératif de semer tôt, notamment dans les régions dont les sols argilo-calcaires ou crayeux se soulèvent facilement et où les risques de gels précoces en automne sont importants, comme c'est le cas par exemple en Champagne et dans les "petites terres" du Plateau lorrain. En effet, on permet ainsi à la plante d'avoir des racines pleinement développées et suffisamment ancrées dans le sol avant l'arrivée des premières gelées. De plus, si le blé est déjà parvenu au stade plein tallage lorsque les dégâts se produisent, l'émission de nombreuses racines de tallage lui permettra de subsister, même en cas de

rupture du rhizome. Remarque: Les hivers doux de ces dernières années ont considérablement diminué les risques pris par les agriculteurs qui sèment trop tard, comme par exemple les betteraviers de la Champagne qui prolongent leurs semences jusqu'en décembre à cause du précédent betterave sucrière. A ce sujet, l'assolement triennal antique, qui faisait succéder à la jachère (tête de rotation) des céréales d'hiver (blé, seigle ou escourgeon) puis de printemps (orge ou avoine) ou d'été (millet ou sarrasin), permettait d'effectuer un semis de céréales d'hiver sur défriche de jachère aussi précoce que possible. C'est pourquoi la substitution de la betterave sucrière ou du maïs à la jachère a été une catastrophe; sans parler des problèmes de compactage des sols dus à la récolte tardive et aux serais très tardifs effectués dans des sols détremés.

D'une façon générale, les graminées (celles des prairies et les céréales) doivent avoir largement tallé avant l'arrivée des grands froids, impératif qui nous conduit à semer le blé d'hiver au plus tard:

- **fin juillet — début août** en haute montagne (date limite le 15 août)
- **vers le 10 — 15 août** en zone à hiver précoce et dans l'Est de la France (date limite- le 1<sup>er</sup> septembre)
- **fin août - début septembre** en Région parisienne (date limite le 15 - 20 septembre)
- **vers le 10 — 15 septembre** dans l'ouest (date limite le 1<sup>er</sup> octobre) et le Sud

En montagne, les blés semés en automne passent l'hiver plus difficilement qu'en plaine; principalement en raison du déchaussement des racines lié au gel en conditions humides, mais aussi à la persistance de la neige qui provoque l'étiollement des trop jeunes plantules n'ayant pas eu le temps de se développer suffisamment avant l'hiver. Par conséquent, en montagne plus que partout ailleurs, les semis devraient être précoces. En effet, il s'agit d'atteindre, en automne et avant les grands froids, le stade plein tallage (7/8 feuilles) afin que l'enracinement ait le temps de se développer suffisamment pour mieux résister à ces phénomènes de déchaussement. Par ailleurs, le semis doit s'effectuer sur un sol ferme car si celui-ci est soulevé par un labour, les blés seront déchaussés par son affaissement.

Ce qu'il faut retenir, c'est que plus le blé d'hiver est semé tard, plus il est exposé au froid à un stade de plus en plus jeune et fragile, avec augmentation des risques de déchaussement et cela quelque soit la région. La date limite, déterminée par

l'obtention du stade 7 feuilles à l'entrée de l'hiver, ne devrait en aucun cas être dépassée.

## II. POUR ASSURER DE BONNES CONDITIONS D'IMPLANTATION A LA CULTURE

En priorité, le semis précoce devrait être unanimement reconnu comme le facteur décisif du rendement. En effet, en permettant au blé d'hiver d'accumuler un maximum de matière vivante, matière qui est ensuite mise en réserve dans les graines, et de ne pas craindre la sécheresse, grâce à son enracinement profond, il donne la possibilité à cette céréale d'exprimer le maximum de son potentiel de rendement. Mais pour cela, de bonnes conditions d'implantation sont nécessaires.

Au départ de la végétation, une faible concentration en eau dans le sol, de même qu'une photosynthèse optimale (plus on sème tôt, plus la durée du jour est longue et l'intensité lumineuse élevée), déterminant un rapport C/N excellent, favorisent l'enracinement, permettent l'implantation de plantes robustes ainsi que trapues et éliminent les risques d'étioleraient par élongation foliaire.

Il ne faut donc jamais oublier la nécessité d'un bon enracinement car c'est le facteur primordial de la réussite.

### A. UN ENRACINEMENT PROFOND

Le premier objectif au semis précoce vise à obtenir un enracinement profond du blé d'hiver afin qu'il puisse :

- mieux résister aux basses températures et aux déchaussement.
- puiser dans le sol, et cela durant tout son développement, une alimentation en eau et en éléments fertilisants.
- être prêt à redémarrer et à initier son inflorescence dès le début du printemps, ce qui a pour effet d'accroître le nombre d'épis et d'en augmenter la fertilité.
- ne pas craindre la sécheresse et être sensible aux risques d'échaudage après la floraison (l'échaudage diminue considérablement le poids unitaire du grain, voir ? "Poids unitaire du grain et risques d'échaudage")

Or, pour obtenir un bon enracinement, une des premières conditions est d'effectuer un semis précoce. En effet, vers la fin de l'été, les terres sont normalement plus faciles d'accès, elles se préparent plus aisément et les levées y sont généralement plus rapides. De plus, dans le sol encore peu humide du début de l'automne, la jeune plantule, abondamment éclairée, va développer un chevelu racinaire plus important et davantage en profondeur. Une implantation réalisée dans de bonnes conditions est essentielle pour obtenir des rendements élevés et des périodes convenables pour préparer les terres (apports de fumier, etc...) et semer en sol suffisamment bien ressuyé existent tous les ans. En fait, les conditions climatiques au moment du semis sont essentiellement liées à la date du semis. C'est ainsi que les semis tardifs soumettent les jeunes plantules aux faibles températures (alors que la réalisation de leurs différents stades de développement est sous la dépendance de la somme de températures accumulées depuis la date du semis), tandis que le déficit d'insolation expose les jeunes plantules à la faim de carbone (sucres) et que l'excès d'eau freine le développement des racines.

### 1. CONSEQUENCES DE L'EXCES D'EAU SUR LES JEUNES PLANTULES

Lorsque l'on sème trop tard, la levée a lieu en pleine période pluvieuse et, notamment quand l'automne est pourri, les risques d'engorgement en eau des terres ne sont pas rares. Ils peuvent être mortels sur les toutes jeunes plantules qui viennent de naître et qui n'ont pas encore eu le temps de développer leurs racines. C'est ainsi qu'un sol gorgé d'eau pendant trois à huit jours après le début de la germination peut entraîner la mort, par noyade et asphyxie, des toutes jeunes plantules et occasionner des manques à la levée de 20 à près de 100 %; sans même parler des risques de battance avant la levée. En effet, sur les sols à structure instable, battants, pauvres en argile et riches en limons, notamment lorsqu'ils ne sont pas protégés en surface par une couche d'humus et de matière organique (les labours ayant dilué l'humus), il se forme, sous l'action de la pluie, surtout si elle est abondante, une croûte de battance infranchissable par les coléoptiles.

L'excès d'eau a donc un effet particulièrement défavorable sur de jeunes plantules n'ayant pas encore eu le temps de développer suffisamment leur système racinaire. Il bloque le développement des racines et entraîne une asphyxie racinaire pouvant se traduire par un faible tallage et même parfois par la mort des jeunes plantules asphyxiées à la fin de l'hiver.

Le pourcentage de pertes entre le semis et la sortie de l'hiver, avec une semence à bon pouvoir germinatif, varie de :

- de 5 à 10 % en semis précoces.
- de 40 à 70 % en semis trop tardifs.

Les pertes seront encore plus élevées si on a semé sur des terres soufflées par de mauvaises façons culturales, si on a enfoui la semence trop en profondeur, si l'automne est pourri ou bien encore si l'hiver est trop précoce. (Voir page ? "Un semis trop profond" et page ? "Une terre soufflée")

### 2. SEMER AVANT L'HUMIDITE TROP IMPORTANTE DU SOL

Bien qu'un dicton paysan affirme que le blé d'hiver pourra être semé "dans la boue" (contrairement au seigle et à

l'escourgeon, beaucoup plus sensibles à l'asphyxie racinaire et à la pourriture), il est préférable de s'en abstenir et de ne pas abuser de la rusticité de cette céréale.

Par ailleurs, il est bien connu que les années à automne relativement secs sont celles qui donnent les meilleures moissons. C'est ainsi que les rendements records de l'année 1984 ont été essentiellement dus à des conditions climatiques favorables à une bonne implantation du blé d'hiver, avec un automne 1985 sec et ensoleillé, permettant un excellent enracinement. Cet automne fut certes très favorable, mais il existe toutefois des périodes convenables pour préparer les terres et semer en sel ressuyé chaque année. Rappelons-nous que les conditions climatiques au moment du semis sont essentiellement liées à la date du semis. Il faut donc semer suffisamment tôt pour que les jeunes plantules aient le temps d'être assez développées et bien enracinées avant la saison pluvieuse. Cette moisson exceptionnelle de l'année 1964 a prouvé qu'une implantation réalisée dans de bonnes conditions obtient un rendement élevé.

"D'autre part, pour permettre le passage des herses, éviter le gâchage des terres et ne pas entraîner le compactage du sol, il est préférable de ne travailler qu'en terrain suffisamment portant et sec, donc bien ressuyé. De toutes façons les semis de céréales d'automne doivent être réalisés avant que l'humidité de l'hiver ne vienne interdire l'accès aux parcelles et cela, quelque soit la région:

- Dans l'Ouest et le Nord-Ouest de la France, l'hiver doux incite à semer beaucoup trop tard, mais, si l'automne est pourri, les céréales auront énormément de difficultés à s'enraciner. J'est ainsi qu'en Bretagne, l'automne pourri de l'année 1980 a freiné l'enracinement du blé d'hiver et, pas la suite, la sensibilise à la sécheresse. Ceci s'est d'ailleurs traduit par une moisson (en 1981) très décevante, avec une baisse brutale de 10 quintaux par hectare dans la moyenne des rendements, résultant de l'échaudage provoqué par le coup de chaleur de juin. Et pourtant, si les paysans semaient leurs blés d'hiver au plus tard dans la deuxième quinzaine de septembre, avant que la pluie trop abondante ne retarde les semailles (le travail étant impossible sur une terre mouillée), ce genre d'accident pourrait être facilement évité. Retenons donc qu'après le 15 septembre le semis dans ces régions, même en Bretagne, devient aléatoire.

- Dans le Nord-Ouest, notamment la Normandie, et dans le Pas-de-Calais, il est préférable de semer avant le 10 septembre, afin que la jeune plantule puisse pleinement profiter des derniers beaux jours pour se développer et qu'elle puisse taller à bon avant que l'humidité ne devienne surabondante. Or on a vu qu'un blé bien implanté sera plus résistant aux intempéries et aux difficultés de l'hiver.

- En région parisienne, notamment dans les terres les plus difficiles et les plus humides, c'est à dire très argileuses et s'égouttant difficilement, la date limite des semailles devrait être fixée impérativement le 15 septembre pour le blé d'hiver et encore plus tôt pour l'orge d'hiver. En effet, celle-ci devrait être semée au plus tard dans la deuxième quinzaine d'août.

- Dans les stations de la France méridionale les moins exposées à l'humidité, les semis de blé d'hiver doivent être effectués au plus tard, dans la deuxième quinzaine de septembre.

Comparé à d'autres plantes, le blé d'hiver est vraiment peu exigeant, et ceci à tous les niveaux. Cependant, plus les objectifs de rendement sont élevés, plus les exigences sont grandes. Dans ce contexte, la maîtrise de l'eau en période hivernale est un élément qui doit -toujours rester présent à l'esprit.

### 3. SOLUTIONS POUR LES TERRES TROP HUMIDES

En France, on ensemence chaque année 5,5 millions d'hectares en céréales d'hiver, dont 2 Millions sont très humides. Dans ces terres, compte tenu des conditions de culture actuelles, le labour de drainage (très profond) est apparu comme étant une nécessité. Il a pour but essentiel de favoriser l'enracinement dans les terres qui se ressuient mal. En effet, on cherche à faire descendre les racines le plus rapidement possible, afin de gagner de vitesse la migration de l'azote lessivé en profondeur, qu'il s'agisse de l'azote libéré par la minéralisation de l'humus ou des reliquats d'azote chimique (appliqué sur la culture précédente) se situant généralement entre 60 et 90 centimètres de profondeur en fin d'automne. L'approfondissement des labours à 30 centimètres et davantage, destiné à faciliter l'écoulement de l'eau (accroître la porosité du sol et donc drainer les terres) pour favoriser la croissance des racines, est donc essentiellement liée à la dynamique de l'eau.

Par ailleurs, parmi ces 5,5 millions d'hectares, un million correspond à des terres trop battantes, ayant un taux d'argile inférieur à 12 % et une structure instable. Elles ont naturellement tendance à se tasser lorsqu'elles sont gorgées d'eau et une fracturation préalable du sol devenu compact, obtenue par un labour profond, semblent y être indispensable. Cependant, ces travaux, effectués avec des tracteurs de plus en plus puissants, posent également des problèmes de compactage et de tassement du sol; sans parler des semelles de labour, encore beaucoup plus gênantes pour la circulation de l'eau.

Les méthodes classiques de drainage souterrain ne sont pas toujours possibles, notamment à cause de la topographie, ni économiquement ou techniquement souhaitables. Il en est de même pour le sous-solage qui souvent ne fait qu'accroître les pertes de minéraux et de bases (par exemple le calcium) par lessivage, ce qui aboutit à défloculer les argiles et, finalement, à aggraver les problèmes. Or, on pourrait pourtant envisager des solutions efficaces et moins coûteuses, telles que:

- dans un premier temps: semer plutôt afin de permettre un enracinement suffisant avant la saison pluvieuse, enracinement dont l'un des buts sera de recycler, avant leur lessivage, les minéraux libérés par le sol.
- dans un deuxième temps: pratiquer l'association culturale de plantes complémentaires, c'est à dire, dans le cas qui nous intéresse, associer le blé d'hiver au trèfle blanc et le cultiver sous le couvert d'un parc arboré constitué d'aulnes. Ceux-ci seront particulièrement efficaces pour pomper l'eau excédentaire, même tard en arrière saison (leur feuilles tombent les dernières, jusqu'à la fin novembre), En saison sèche, leur enracinement puissant aura ameubli le sol en profondeur, favorisant ainsi par la suite l'écoulement de l'eau sous terre, à une profondeur allant jusqu'à 4 mètres. Quant au trèfle blanc, il agira de la même manière jusqu'à ce que l'enracinement du blé d'hiver, se soit suffisamment développé pour être à son tour capable de pomper l'eau excédentaire et de recycler les minéraux libérés par le sol.

On peut donc conclure en disant que les engrais verts associés aux céréales, conjointement à des semis précoces, permettront aux agriculteurs de s'affranchir des labours de drainage.

### B. U.N DEBUT DE CROISSANCE RAPIDE

La durée de la levée du blé d'hiver est sous la dépendance de la somme de températures accumulées depuis la date du semis. Le zéro de germination de cette céréale se situe vers 1°C ; elle est même capable de germer dans la neige. Mais en fait, le seuil thermique pratique de sa germination se situe vers 3 à 5° C et la température optimale vers 20 à 25° C (maximum: 55° C). Des températures trop basses après la levée (inférieures ou égales à 3° C) arrêteront pratiquement toute croissance.

#### 1. DUREES DE CROISSANCE ET DATES DE SEMIS

La somme de températures nécessaire pour réaliser:

- la phase semis — germination est de 40° C.
- la phase semis - levée est de 100 à 120° C.

Cependant, une forte amplitude thermique diurne avec des nuits froides peut interférer avec ces chiffres. C'est ainsi qu'avec des semis trop tardifs en climat froid (climat continental des plateaux du Nord-Est et en montagne), la somme des températures nécessaire pour arriver au stade levée - 1/2 feuilles peut atteindre jusqu'à 150° C, et même davantage si le semis a été effectué trop profondément.

Si dans le bassin parisien on sème le blé d'hiver aux alentours de sa date li-site, c'est à dire vers le 15 - 20 septembre, il lèvera en une semaine, donc assez rapidement. Par contre, il lui faudra plus de 10 jours pour un semis de début octobre et jusqu'à 5 semaines à 1 mois pour un semis de début novembre. En semis très tardifs, la germination est très lente et la phase semis - levée peut alors durer jusqu'à 1,5 et même 2 mois, avec des risques accrus de manque à la levée. Ceci prouve donc que plus on sème tard, plus la levée est lente et difficile.

Par ailleurs, lorsque l'on sème après le 15 octobre, les jeunes plantules n'ont même pas atteint leur stade de résistance minimum au froid (stade 4/5 feuilles) au moment où les risques de gel sont devenus importants. En effet, pour un semis effectué (dans le bassin parisien):

- le 15 octobre, on atteint le stade, 4/5 feuilles seulement le 15-20 décembre, 5/6 feuilles seulement le 10 février
- le 15 novembre, on atteint le stade, 4/5 feuilles seulement le 10-15 janvier, 5/6 feuilles seulement fin février - mars

Bien que le Larousse Agricole recommande d'échelonner les semis de blé d'hiver entre le 15 octobre et le 15 novembre (dans le Bassin parisien), les exploitants qui appliquent les méthodes les plus intensives de l'agriculture industrielle sèment un peu plutôt depuis quelques années pour mieux rentabiliser les énormes moyens de production mis en oeuvre. Dans le bassin parisien et le Nord de la France, ceux-ci font varier les dates de semis en fonction du précédent cultural:

- sur précédent colza, pommes de terre ou pois protéagineux, ils sèment pendant la première quinzaine d'octobre, avec un objectif de rendement de 80 quintaux par hectare.
- sur précédentes betteraves sucrières ou maïs, ils sèment après le 20 octobre, avec un objectif de rendement de 60 quintaux par hectare.

Les agronomes du 18<sup>ème</sup> siècle étaient bien mieux avisés car ils recommandaient de semer le blé d'hiver sur défriché de jachère pendant les mois d'août et les premiers méteils dès le début de ce mois.

#### 2. BESOINS THERMIQUES DE LA LEVEE AU STADE 4/5 FEUILLES

Lorsque l'on sait que la température optimale de germination et de croissance du blé d'hiver se situe vers 20 - 25° C et que la longueur de la durée au jour, conjointement à l'intensité de l'éclairement, a pour effet de diminuer ses besoins thermiques (c'est à dire les sommes de températures exigées par les différents stades de développement), on comprend pourquoi, dans le bassin parisien, la meilleure période pour semer le blé d'hiver correspond au mois d'août.

Besoins thermiques du blé d'hiver jusqu'au stade 4/5 feuilles en fonction de la date du semis (dans le Bassin parisien)

Stade de Développement	Besoins Thermiques Selon la Date du Semis (en ° C)		
-----	15 août	15 septembre	15 octobre

levée – 1/2 feuilles	80	100	121
levée – 3/4 feuilles	250	300	350
levée – 4/5 feuilles	350	400	450

Lorsque le semis est effectué pendant le mois d'août, les effets de la température élevée, de la longueur du jour et de l'intensité de l'éclairement se conjuguent. Ceci a pour effet d'accélérer considérablement la croissance du blé d'hiver. C'est ainsi que pour atteindre le stade début tallage (4/5 feuilles), il mettra:

- moins de 3 semaines, soit début septembre, s'il est semé le 15 août.
- un peu plus de 2 mois, soit le 20 décembre, s'il est semé le 15 octobre.

Rappel: La date limite des semis de blé d'hiver est déterminée par:

- la réalisation du stade début tallage (4/5 feuilles) avant que ne survienne la pleine saison pluvieuse de l'automne
- la réalisation du stade plein tallage (7/8 feuilles) à l'entrée de l'hiver, avant l'arrivée des grands froids.

Par conséquent, dans le Bassin parisien, elle a été fixée au 15 - 20 septembre pour permettre à la plante d'atteindre:

- le stade 4/5 feuilles dans la deuxième quinzaine d'octobre.
- le stade 7/8 feuilles fin novembre - début décembre.

Sans le nord-ouest de la France et le Bassin parisien, le blé d'hiver doit être semé, au plus tard, dans la première quinzaine de septembre, afin que la jeune plantule puisse encore profiter des derniers beaux jours pour se développer rapidement et commencer à taller avant que ne survienne la pleine saison pluvieuse de l'automne. Lorsque l'on sème avant le 15 septembre dans le bassin parisien, les conditions climatiques favorables de cette époque permettent d'obtenir une bonne levée et une implantation rapide des céréales, avec des circonstances propices à la préparation du sol.

Pour conclure, retenons que les semis précoces permettent à la fois un bon enracinement ainsi qu'une longue période de tallage et qu'il est maintenant prouvé que plus l'agriculteur sème tôt, plus il a de chances d'obtenir un rendement élevé. En effet, il allonge ainsi la durée de végétation de la culture, donc la période pendant laquelle celle-ci fabrique de la matière sèche, matière qui viendra ensuite s'accumuler dans les grains. Par conséquent, et c'est ce que nous allons développer dans le chapitre suivant, on peut déjà affirmer que les semis précoces permettent au blé d'hiver d'exprimer le maximum de son potentiel de rendement.

### III POUR PERMETTRE A LA CEREALE D'EXPRIMER LE MAXIMUM DE SON POTENTIEL DE RENDEMENT

En priorité, les semis précoces devraient un animent être reconnus comme le facteur décisif de la productivité. En effet, en donnant la possibilité au blé d'hiver d'accumuler un maximum de matière vivante, matière qui est ensuite mise en réserve dans les graines, ils lui permettent d'exprimer le maximum de son potentiel de rendement.

Les semis précoces rendent possible, à la fois, un bon enracinement et une longue période de tallage. Grâce à l'importance de ce système racinaire, d'une part, et au fait que l'on fasse coïncider la période de tallage du blé avec celle où l'humus subit une décomposition et une minéralisation intense, avec libération de fortes quantités azote et d'éléments fertilisants (phosphore, potasse, calcium, etc...), d'autre part, on peut obtenir un plus grand nombre d'épis, de même qu'une meilleure valorisation de ces éléments fertilisants libérés par le sol et de l'eau.

La nécessité d'un bon enracinement, pour lequel des conditions favorables implantation sont nécessaires, s'avère donc être le facteur primordial de la réussite. Au départ de la végétation, une faible concentration en eau dans le sol, de même qu'une photosynthèse -optimale (plus on sème tôt, plus la durée du jour est longue et l'intensité lumineuse élevée), auront justement pour effet de favoriser l'enracinement, permettant ainsi l'implantation de plantes robustes et trapues, sans élongation foliaire dans les parties aériennes»

Avec les semis tardifs, une insolation insuffisante, conjointement à un temps trop humide et à un excès d'eau dans le sol, provoquent un déséquilibre C/N (autrement dit, une faim de carbone due à un déficit d'insolation), entraînant alors un certain étiolement du végétal. Celui-ci est dû à une croissance par élongation exagérée des parties aériennes qui cherchent à compenser ce déficit d'insolation en exposant à la lumière le maximum de surface foliaire. Mais c'est en fait au détriment de la solidité des tissus de soutien et surtout à celui de l'enracinement que ceci s'effectue, avec pour effet de sensibiliser la plante au froid, au déchaussement, à la sécheresse, maladies et, évidemment, de faire baisser le rendement. En effet, à cause de cette élongation exagérée des canaux de circulation de la sève, l'efficacité du métabolisme est diminuée et la croissance végétale dépense tant d'énergie en vain qu'il en reste fort peu pour remplir les grains.

Ces phénomènes sont aggravés lorsque le sol détrempe ainsi qu'un peuplement trop censé bloquent la croissance ces racines et lorsque les températures trop fraîches de la pleine saison pluvieuse empêchent les racines de pomper l'eau excédentaire; le métabolisme étant généralement freiné par de trop basses températures.

Voici donc les raisons pour lesquelles il faut chercher à obtenir des plants de blé dont les parties aériennes soient aussi compactes que possible, sans élongation, et dont les racines soient profondes tout en étant suffisamment bien développées avant que le sol ne devienne détrempe. Or, pour cela, lorsque l'on sait qu'une forte intensité lumineuse accroît la vitesse de formation des racines, on comprend qu'il n'y ait qu'une solution, à savoir: effectuer un semis précoce. En effet, les pieds ont ainsi le temps de développer des racines plus puissantes avant l'arrivée de la saison fraîche et pluvieuse tout en devenant très résistants au

parasitisme.

## A. FACTEURS CONDITIONALE TALLAGE ET INFLUENCANT SA VITESSE

Le tallage, phénomène caractéristique de la physiologie des graminées, est l'élément fondamental de la productivité. Sa réalisation et la vitesse de celle-ci sont conditionnées par:

### 1. LA TEMPERATURE

A chaque feuille nouvelle, formée à partir des méristèmes situés au niveau du plateau de tallage, correspond la différenciation d'un bourgeon, pouvant devenir une talle (c'est à dire un futur épi potentiel), différenciation accompagnée de l'émission de racines adventices. En outre, chaque talle primaire émet des talles secondaires, elles-mêmes susceptibles de produire des talles tertiaires. Or chaque espèce de graminée forme une nouvelle feuille pour une somme de températures qui lui est propre: 80 à 100° C par feuille pour le blé d'hiver. Ainsi, la vitesse de croissance et la rapidité du tallage sont sous la dépendance du nombre de feuilles vraies sorties, donc de la température ambiante. Celle-ci est optimale entre 15 et 25° C et la croissance est bloquée lorsque les températures sont supérieures ou égales à 35° C ou inférieures ou égales à 3,5° C. De plus, en phase végétative, il existe une interaction entre les talles pour la vitesse d'apparition des feuilles. En effet, au début de sa vie, une talle-fille vit des assimilants et des produits d'absorption racinaire de la talle-mère dont elle dépend.

Ainsi, puisqu'il est sous la dépendance, du nombre de talles formées avant l'arrêt de la croissance hivernale (également appelé dormance), le potentiel de productivité dépend de la précocité de la date du semis.

### 2. LA LUMIERE

Une réduction d'intensité lumineuse s'accompagne toujours d'une diminution de la rapidité du tallage, à cause de l'inhibition de croissance des bourgeons axillaires situés sur les nœuds inférieurs, alors qu'un niveau d'éclairement élevé accélère l'apparition des feuilles.

Autrement dit, l'agriculteur a fort intérêt à faire coïncider la période du tallage avec la fin de l'été et le début de l'automne car c'est à cette période que le sol est le plus riche en azote assimilable et en éléments fertilisants libérés et que l'intensité lumineuse comme la durée de l'éclairement (déterminée par la longueur du jour) est encore suffisante. C'est d'ailleurs pour lui la seule façon d'éviter la faim de carbone en automne et celle d'azote au printemps. Ajouté à cela, une forte intensité lumineuse accroît la vitesse de formation des racines, ce qui permet une meilleure exploitation des éléments fertilisants libérés par la décomposition de la matière organique et donc une valorisation plus efficace de la fumure.

### 3. LE DEVELOPPMENT RACINAIRE

Permettant l'exploitation par les racines d'un cubage de terre plus important, les sols profonds favorisent le tallage. D'ailleurs, la profondeur explorée par les racines des céréales d'hiver est beaucoup plus importante qu'on ne le pense généralement. Ainsi, bien que la majeure partie des racines de blé d'hiver restent dans les couches superficielles du sol, elles s'enfoncent souvent à 2 mètres, et même parfois davantage. Or, la densité de l'enracinement commande l'intensité de l'exploitation du sol en eau et en éléments fertilisants.

Si, en sols pauvres, le seigle est moins pénalisé que ne l'est le blé d'hiver, c'est essentiellement grâce à son système racinaire plus étendu (il contient en effet 70% de matière sèche en plus que celui du blé d'hiver). Par ailleurs, il est notable que les blés et les sorghos les plus résistants à la sécheresse soient ceux dont la croissance racinaire est la plus rapide. A ce propos, la puissance du système racinaire est très importante pour lutter contre les déchaussements en hiver et contre la verse en été. Il est donc essentiel que les blés soient suffisamment bien ancrés pour faire face aux intempéries de toutes sortes.

On comprend mieux maintenant l'importance des semis précoces, de même que l'efficacité du parc arboré sous lequel la céréale est semée, notamment lorsqu'il est constitué par des essences améliorantes, comme par exemple les aulnes, les robiniers faux acacias et/ou les arbres faux ébéniers. A effet, leurs racines sont capables d'ameublir le sol en profondeur, d'attaquer la roche-mère et d'augmenter ainsi la profondeur de la couche arable. Par conséquent, tout en augmentant les réserves hydriques du terrain, de tels arbres facilitent l'écoulement de l'eau excédentaire et favorisent l'enracinement du blé d'hiver en profondeur, lui permettant ainsi d'exploiter un cubage de terre plus important.

## B. BESOINS DE LA PLANTE ET RESSOURCES DISPONIBLES

### 1. PENDANT LA PERIODE DE TALLAGE

Lorsque les semis ont été effectués très tôt (par exemple dès le commencement du mois d'août), la période de tallage

coïncide avec l'été et le début de l'automne. Dans ce cas, les besoins du blé d'hiver en azote peuvent être normalement satisfaits par le sol car, suffisamment réchauffé, celui-ci présente de bonnes conditions de vie microbienne. Une décomposition rapide de la matière organique et une minéralisation importante y libèrent de fortes quantités d'azote sous forme de nitrates, avec une nitrification optimale. C'est également à cette époque que les azotobacters et les rhizobiums (associés au trèfle blanc) ont synthétisé le maximum d'azote et que la décomposition des nodules de légumineuses en libère de fortes quantités dans le sol. De plus, les blés implantés suffisamment tôt trouvent dans le sol des reliquats de fumure importants, reliquats laissés par les racines de la récolte précédente.

On peut donc affirmer que les semis très précoces (effectués en août dans le Bassin parisien) assurent à la fois une nitrification abondante et un ensoleillement optimal: les nourritures carbonée et azotée sont abondantes et le rapport C/N excellent. Ces dernières garantissent un développement optimum des jeunes plantules dans les meilleures conditions, avec un tallage rapide et un enracinement puissant.

## 2. PENDENT LA PHASE VEGETATIVE

Pendant la phase végétative, les besoins en azote sont relativement faibles. En automne, ils sont, très largement satisfaits par le sol, notamment en cas de semis très précoces. De plus, l'ensoleillement optimum permet à la plante, dès qu'elle a atteint un certain stade de développement et grâce à son enracinement très bien développé, de commencer à accumuler des réserves importantes de matière sèche dans ses racines ainsi qu'à la base de ses feuilles, et, par conséquent, d'éviter la faim d'azote printanière.

Il en est d'ailleurs de même des autres éléments fertilisants, notamment l'anhydride phosphorique ( $P_2O_5$ ), qui est souvent un facteur limitant des rendements en céréales: ces éléments sont également libérés en quantités importantes au début de l'automne et stockés par le blé dès qu'il a atteint un développement suffisant.

Mais, lorsque le blé d'hiver est semé trop tard, il est soumis à la faim de carbone. Ceci le rend alors incapable d'atteindre un stade suffisamment développé pour pouvoir recycler et mettre en réserve ces éléments fertilisants, dont l'azote, libérés par la décomposition de la matière organique. Si bien qu'après avoir subi la faim de carbone en automne, la plante est soumise à celle d'azote au printemps.

## 3. AU PRINTEMPS

Le phénomène de la faim d'azote printanière s'explique par le fait qu'au printemps la végétation redevient active à des températures largement inférieures à celles qui sont nécessaires à la vie des micro-organismes. Au début de cette saison, l'azote nitrique assimilable (nitrates) n'est pas présent dans le sol en raison de l'inactivité des bactéries nitrificatrices, inactivité également due au fait que la terre se réchauffe moins vite que l'air ambiant. Ceci est vrai même sur les terres riches en azote organique ou ammoniacal ( $NH_4$ ), en principe retenu par le complexe argilo-humique, y compris sur les blés de luzerne. D'autre part, ce fait peut également expliquer les intoxications ammoniacales susceptibles de se produire lors de printemps très froids, notamment lorsque l'on a aspergé les terres de purin ou de lisier. En effet, à ce moment là, la plante essaie de satisfaire ses besoins en azote avec  $NH_4$ , dans la mesure où elle ne dispose pas encore d'azote nitrique.

N.B.: L'activité des micro-organismes, nulle à  $0^\circ C$ , débute tout juste à  $4^\circ C$ , devient très importante à partir de  $10$  à  $12^\circ C$  et maximale vers  $25$  à  $30^\circ C$ , pour diminuer ensuite. Au cours de leurs études, Yankovitch et Drouineau ont enregistré des teneurs en azote du sol 5 à 20 fois moins élevées en mars qu'en août.

## 4. CONCLUSION SUR LES BESOINS ET LES RESSOURCES

Pour conclure, on peut affirmer que si l'on semé le blé d'hiver trop tard, il n'a pas la possibilité d'accumuler suffisamment de matière sèche avant l'hiver. Il en résulte alors un profond déséquilibre au printemps entre les besoins en azote et les ressources du sol, déséquilibre qui est parfois à la base d'accidents végétatifs (jaunissement du feuillage par exemple) et qui, de toute façon, fait baisser le rendement à un niveau très bas, à moins que l'on ait recours à la drogue en répandant de l'azote chimique soluble sur les champs au début du printemps .

En semis tardif, le blé d'hiver est non seulement soumis à la faim de carbone en automne, mais en plus, il n'a ni le temps, ni la possibilité (à cause du déficit d'insolation), de développer un système racinaire suffisamment efficace pour pouvoir récupérer l'azote libéré par la décomposition des matières organiques. Finalement, cet azote précieux sera perdu par lessivage lorsque surviendra la saison des pluies car celles-ci l'entraîneront en profondeur. Or les nitrates ainsi lessivés iront polluer les nappes phréatiques, au lieu de servir à élaborer la matière vivante du blé.

A ce sujet, il faut toujours se souvenir que c'est en fin d'été et plus précisément en août, après avoir subi l'insolation de toute la période estivale, que la terre est la plus propice à l'activité des micro-organismes puisque c'est à cette date qu'elle est la



mieux réchauffée. Ceux-ci décomposent, la matière organique, libérant alors de forte quantité d'éléments fertilisants dont il serait dommage de ne pas faire profiter le blé. Et il en est d'ailleurs de même pour la nourriture carbonée, dispensée par la lumière solaire; or, il ne faut pas oublier que la graine de blé contient jusqu'à 70% d'hydrates de carbone,

On peut donc en conclure que le blé d'hiver devrait être semé pendant la première quinzaine du mois d'août dans le Bassin parisien, c'est à dire qu'on devrait le ressemer aussitôt après avoir effectué sa récolte, soit dès le 1<sup>er</sup> août ou peut être même avant, dans la mesure où les semis précoces permettent également une moisson plus précoce.

### C. NOMBRE ET FERTILITE DES EPIS

Un des autres avantages du semis précoce est d'augmenter non seulement la période de tallage, et par conséquent le nombre d'épis, mais également leur fertilité.

#### 1. LA LONGUEUR DE LA PERIODE DE TALLAGE

Le nombre de grains par épis est certes un caractère génétique lié à la variété mais d'autres facteurs l'influencent également de façon décisive, notamment une longue période de tallage.

Obtenu avec un semis précoce, elle favorise non seulement le nombre de talles-épis mais également la fertilité des épis. Cela s'explique aisément: en semant tôt, on allonge la durée de végétation de la culture donc la période pendant laquelle elle fabrique de la matière sèche, matière qui viendra ensuite s'accumuler dans les graines. Et c'est ainsi qu'un bon développement racinaire, obtenu avec un semis précoce de fin d'été en terre relativement sèche et bien drainée, a une importance capitale. D'ailleurs un bon semis ne coûte pas plus cher qu'un mauvais, bien au contraire, il permet de réaliser de sérieuses économies sur le poste des semences.

De plus, il faut retenir que les conditions climatiques (température moyenne et longueur de la durée du jour) sont décisives au stade épi 1 cm (stade qui marque la fin du tallage et le début de la montaison) pour déterminer le peuplement épi; d'où l'importance majeure de la date du semis. En effet, les semis trop tardifs accélèrent la montée à graine et entraînent une régression importante des malles (tardillons). Huit jours de levée gagnés en septembre, ce sont trois semaines de précocité gagnées au printemps.

#### 2. LA RAPIDITE DE LA MONTAISON

La rapidité de la montaison est déterminée à la fois par la longueur de la durée du jour et par la température moyenne au printemps.

Ainsi, lorsque cette saison est trop chaude ou trop brutale, comme c'est par exemple le cas en Charente (où l'on observe des températures élevées dès le mois d'avril, avec des coups de chaleur à la fin de ce mois), un début de montaison trop rapide accroît la compétition entre les talles et entraîne une régression des dernières formées (donnant en fait des tardillons). Cela est d'autant plus vrai que le semis a été effectué trop tardivement car, dans ce cas, le blé n'a pas la possibilité d'accumuler suffisamment de réserves de matière sèches dans ses racines.

L'agriculteur a donc tout intérêt à semer tôt afin que le blé puisse effectuer le début de sa montaison avant que la température soit trop élevée. Par ailleurs, il est bien connu que les températures trop fraîches à la fin avril et pendant le mois de mai (notamment lorsque la fin du printemps est très pluvieuse) sont très favorables à une bonne montée des talles.

Par contre, dans les climats de type continental et en montagne, les saisons intermédiaires sont écrasées: le printemps est tardif et brutal. Les céréales se trouvent donc rapidement dans des conditions (températures ou longueur du jour) propices au déclenchement rapide de leur montaison. Ceci a pour effet de réduire considérablement le nombre de talles et d'ébauches florales susceptibles de monter. Quant aux climats doux de type océanique (Bretagne, Normandie, Pas-de-Calais), ils sont eux très favorables au tallage: d'une part, grâce à l'automne tardif qui se prolonge tard en arrière saison et d'autre part, grâce au printemps doux et humide qui prolonge la durée du tallage et favorise une bonne montée des talles.

Cependant, il ne faut pas perdre de vue l'influence décisive des facteurs culturels. En effet, un mauvais enracinement, provoqué par un déficit d'insolation à l'implantation, lui-même dû à un semis trop tardif et trop serré, la sécheresse, lorsqu'elle est aggravée par le manque de couverture végétale sur le sol, et l'insuffisance des réserves accélèrent également la montaison; c'est la « montée à graines » tant redoutée par les agriculteurs.

D'une manière générale, ceux-ci ont tendance à semer beaucoup trop tard. Les labours et autres travaux du sol qu'ils effectuent diffèrent les semailles et cela a pour conséquence que la plus part des blés (notamment ceux qui sont semés après les betteraves sucrières) ne commencent à taller qu'à la sortie de l'hiver, en mars, c'est à dire en pleine période de faim d'azote printanière. Lorsque les jours se rallongent le tallage est trop rapidement abrégé par le début de la montaison et, en plus, le blé n'a jamais assez de temps pour accumuler de la matière sèche en réserve. Ceci va accroître\* la compétition entre les talles et diminuer

la fertilité des rares épis qui auront réussi à monter.

### 3. LA LONGUEUR DE LA PHASE REPRODUCTIVE

Le stade initiation florale (stade A) est caractérisé par l'apparition des premières ébauches d'épillets sur le maître-brin. Il marque le début de leur formation 16 à 40 jours avant le stade épi 1 cm et, selon la date du semis, sera atteint à une date très variable, de début février à mi-mars. A ce stade (qui ne peut se réaliser que pour une somme de températures supérieure ou égale à 500 à 600° C), l'apex ou ébauche d'épi mesure 0,4 à 0,5 millimètre .

Par la suite, les autres ébauches d'épillets apparaissent successivement. La phase de formation d'une ébauche ne s'effectue qu'en photopériode supérieure à 11 à 12 heures et suivant la température, de l'automne. Cette phase de formation des ébauches d'épillets, dite phase AB et précédant le stade épi 1 cm, a une durée qui est liée, comme pour la phase végétative d'ailleurs, à la longueur de la durée du jour et à la température moyenne. Lorsque cette durée (photopériode) est supérieure à 15 heures et à cause d'un semis très tardif et/ou d'un hiver rigoureux très long, cette phase AB est alors considérablement raccourcie. Ceci entraîne la formation de petits épis avec peu d'épillets. De plus, la différenciation des ébauches d'épillets (ou ébauches florales) est très en retard sur celle de l'apex, ce qui explique l'élagage important des tiges en cours de montaison, de même que le faible tallage-épi, avec la présence de nombreux tardillons.

A un moment donné, apparaissent, sur un épillet situé dans le tiers médian de l'apex principal (chez le blé), deux renflements latéraux: ceux sont les ébauches de glume. Ce stade appelé stade B ou épi 1 cm et qui ne peut se réaliser que pour une somme de températures supérieure ou égale à 600 à 700° C, se situe 16 à 40 Jours après le stade A rendant la phase AB, les entrenœuds commencent à s'allonger très lentement et, au stade B, le jeune apex du maître-brin se trouve environ à 1 cm au dessus du plateau de tallage. A ce stade de redressement, stade qui se caractérise donc par une élongation de l'apex du maître-brin jusqu'à 1 cm du plateau de tallage, l'apex mesure alors 1,5 millimètres et comporte autant d'anneaux qu'il aura d'épillets par la suite. Durant la phase AB, le tallage se poursuit d'abord activement puis a une vitesse de plus en plus lente pour s'annuler complètement au stade épi 1 cm. Par conséquent, c'est de la durée de cette phase dont dépendra par la suite le tallage épi final et le nombre d'épillets. Ceci signifie qu'au stade apex (ébauche d'épi) à 1 cm, le nombre maximal d'épis potentiels et d'épillets est déjà déterminé. On peut conclure en disant que d'une manière générale, les semis trop tardifs provoquent un retard à l'initiation florale, d'où un raccourcissement de la phase reproductive, et par conséquent une réduction du nombre des épillets et des fleurs susceptibles d'être fécondées.

### 4. TALLAGE HERBACE ET TALLAGE-EPI

A partir du stade B (ou épi 1 cm), on assiste à la différenciation des pièces florales: glumelles inférieures puis supérieures et organes sexuels (étamines, stigmates, 1 etc...). En parallèle, la tige principale et l'apex du maître-brin s'allongent plus ou moins rapidement. En suite, les apex des autres talles différencient à leur tour des ébauches d'épillets ainsi que des pièces florales et montent. Cependant, dans les conditions de culture actuelles, seules les 3 ou 4 premières talles peuvent donner des épis; les autres régressent et meurent ou donnent tardillons. C'est à dire que le tallage-épi reste inférieur au tallage herbacé.

Le nombre de talles Herbacées varie en fonction:

- de la variété (aptitude génétique).
- de la durée et des conditions de croissance au cours de la phase du tallage.

En effet, pour les semis tardifs, cette phase, très raccourcie, coïncide avec la faim d'azote printanière. Elle sera d'autant plus brève que le semis aura été effectué plus tard, que l'hiver aura été plus rigoureux et plus long, que le printemps aura été plus tardif et que le démarrage printanier s'effectue en températures plus élevées et en jours plus longs.

Des conditions générales de nutrition, bien meilleures en semis précoces et lorsque l'enracinement est plus développé en profondeur.

Plus le semis sera précoce et plus les plants seront entre eux, plus la photosynthèse sera optimale et mieux le sol sera pourvu en azote, donc plus nombreuses seront les talles herbacées.

Rappel: Il faut semer tôt parce que la vitesse de croissance en période végétative (comme du reste la période de reproduction) est également sous la dépendance de la durée du jour et de la température moyenne. C'est ainsi qu'un semis précoce de fin d'été donnera dès l'automne un nombre plus élevé de feuilles, de talles et de racines. Il se traduira donc par un système végétatif plus important, dû essentiellement à une plus longue période végétative et à de meilleures conditions d'implantation.

Les talles-épis, elles, seront plus ou moins nombreuses selon les conditions régnant à la fin du tallage. Au stade redressement (apex 1 cm) et au cours de la montaison, chez les céréales à paille, le maître-brin, qui porte l'apex principale monte le premier. Mais, dans de bonnes conditions de culture, les autres talles suivent avec un très faible décalage de temps, notamment lorsque l'on a pris soin de semer tôt.

Ce qu'il faut savoir, c'est qu'une graine de blé d'hiver, lorsqu'elle est semée très tôt (fin juin dans le Bassin parisien) peut facilement avoir développé 150 à 200 talles au printemps suivant; sous réserve que le sol soit suffisamment pourvu en azote, phosphore et autres éléments fertilisants, et que l'on ait semé très clair et à faible profondeur (voir deuxième partie "Les semis

clairs" et troisième partie "Les semis superficiels").

Dans le Bassin parisien, une graine de blé d'hiver, semée par exemple le 1<sup>er</sup> août, aura accumulé une somme de température supérieure ou égale à 1600° C à l'entrée de l'hiver et, lorsque les conditions météorologiques ont été favorables avec un hiver pas trop rigoureux ce chiffre s'élèvera à plus de 2000° C vers la fin du tallage (un peu avant le stade épi 1 cm). Cela signifie que le blé aura eu le temps de développer 20 à 25 feuilles avant le stade épi 1 cm. En semant le 15 juin, on a une somme de températures supérieure ou égale à 2500° C fin décembre, soit, à cette date (initiation florale), un stade de 25 feuilles. Sachant que chaque feuille est susceptible de fournir en moyenne 2 à 3 talles-épis, plus les talles de coléoptile, on pourra, donc espérer avoir 40 à 50 épis par plants et même davantage pour les variétés à très fort tallage. En plus, ayant eu le temps d'accumuler suffisamment de matière sèche en réserve avant l'hiver les plants vont pouvoir se permettre de nourrir toutes les talles-épis en train de monter et assurer ainsi une bonne fertilité de chaque épis.

Par conséquent, le blé d'hiver pourra exprimer le maximum de son potentiel de rendement et, dans ces conditions, en raison du nombre et de la grosseur des épis» des densités de peuplement de l'ordre de 10 plants par m<sup>2</sup> sont amplement suffisantes. Or, dans les conditions de culture actuelles (semis très tardifs effectués souvent après le 15 octobre et beaucoup trop serrés avec des densités de peuplement de l'ordre de 200 à 450 plants par m<sup>2</sup>), le blé d'hiver ne compte que 5 ou 6 feuilles lorsqu'il parvient au stade A (initiation florale). Si bien que lorsque le stade épi 1 cm est atteint, il n'aura formé au maximum que 6 à 7 feuilles et, très souvent, le nombre de talles formées sera au maximum de 4 ; cinquième ne donnant généralement qu'une ébauche n'évoluant pas.

### 5 ) NOMBRE ET FERTILITE DES EPILLETS

En semis tardifs, l'initiation florale est considérablement retardée et raccourcie; la montaison; est également trop brève. Les phénomènes de concurrence entre les talles vont alors jouer un rôle prépondérant, avec pour conséquences d'épuiser vainement la plante et de diminuer le nombre; des épis ainsi que celui des épillets. De plus, beaucoup de ces épillets seront alors peu fertiles ou même stériles, c'est à dire que le nombre de fleurs fertiles par épillet est également considérablement réduit.

Ce nombre d'épillets, souvent de 12 à 15 en grande culture, alors qu'il est de 18 à 22 dans les pépinières de l'INRA\*, montre également que les semis sont à la fois trop tardifs et trop serrés. Il est fréquent que 2 à 4 épillets situés à la base de l'épi soient avortés. En outre, chaque épillet ne compte trop souvent qu' 1 à 5 gaines, alors que de nombreuses variétés de blé tendre sont capables de donner 4 à 5 grains par épillet, juxtaposés en éventail dans leurs glumes protectrices. Cela donne des épillets très larges et des épis ayant une forme carrée, robuste et bien remplis. On compte généralement 2 à 9 fleurs fertiles par épillet mais, habituellement, la plupart avortent.

Par ailleurs, comme l'ovaire se différencie et croît également en cours de montaison, la durée de celle-ci, de même que la concurrence exercée sur l'épi en cas de peuplement trop dense vont déterminer le poids de l'ovaire fécondé. Or, de ce poids dépendra directement celui du grain et c'est pourquoi une phase de montaison trop rapide et de trop courte durée se traduit par une diminution du poids unitaire du grain. Et en semis trop serré, un nombre exagéré de tiges donne un résultat semblable puisqu'une densité anormale des épis abrège la durée de la montaison. Pour conclure, on peut donc dire que les semis trop précoces font baisser le rendement, en diminuant:

- le tallage Herbacé et le tallage épi, c'est à dire le nombre d'épis.
- la fertilité des épis.
- le poids unitaire du grain.

### D. POIDS UNITAIRE DU GRAIN ET RISQUES D'ECHAUDAGE

Dans les conditions actuelles de culture, l'échaudage des céréales a paille constitue un risque fréquent, risque auquel l'agriculteur est très sensible. La plupart du temps, les baisses importantes de rendement, comme celles observées en 1976, 1981 et 1983, sont essentiellement dues à des chutes du poids unitaire du grain provoquées par l'échaudage, thème malheureusement très actuel. sévissant jusque dans les régions les plus septentrionales et sur les meilleures terres en France, comme en Beauce.

Cet accident physiologique, qui provoque l'arrêt de la migration des réserves d'ns le grain, s'observe généralement à la suite d'un coup d'un chaleur, avec des températures supérieures ou égales à 28 à 30° C. Il y a alors rupture de l'équilibre hydrique du grain: l'évaporation (transpiration) devient supérieure à l'absorption de l'eau par les racines. On obtient ainsi des grains petits et ridés car le remplissage des enveloppes initialement formées n'a été que partiel. Ce fut notamment le cas en 1976, où l'échaudage a gravement affecté la récolte.

#### 1. LES CAUSE DE L'ECHAUDAGE

L'échaudage est généralement dû à une augmentation brutale de la demande climatique au niveau du végétal (forte évapotranspiration potentielle ou ETP) consécutive à une brusque élévation de la température et à la trop longue durée du jour ou à

un vent trop fort, notamment en l'absence de haies. C'est d'ailleurs ainsi que dans certaines situations à demande climatique instantanée trop forte, la culture échaudera, même en présence d'une alimentation en eau correcte dans le sol. En effet, la transpiration devenant supérieure à l'absorption de l'eau, le film d'eau circulant dans la plante est rompu. Ce phénomène sera aggravé par un mauvais enracinement, notamment en cas de semis tardifs, lorsque les jeunes plants n'ont pas eu le temps de développer un enracinement suffisant avant la saison des pluies et, a fortiori, lorsque l'automne est pourri. Par exemple, l'automne pourri de 1980 a fortement contribué à provoquer une chute brutale des rendements en aggravant les conséquences du coup de chaleur de la mi-juin. Dans de telles conditions, une céréale peut donc échauder même si elle a les pieds dans l'eau.

\*INRA: Institut National de Recherches Agronomiques.

35

Ce grave accident, provenant donc de l'interruption plus ou moins complète des migrations alimentant le grain, se traduit par un aspect caractéristique de celui-ci: il est mal rempli, anguleux, fripé ou ridé et bien sûr léger.

Cette rupture de l'alimentation du grain est due à un déséquilibre entre:

- l'évapotranspiration des organes aériens: échaudage physiologique, avec des températures supérieures ou égales à 28 à 30° C, des coups de chaleur avec des températures élevées dépassant 30° C durant deux jours, de même que la faible hygrométrie de l'air pendant les coups de chaleur de fin juin à début juillet .

- la fourniture d'eau capable d'arriver jusqu'à l'épi. Cette rupture d'équilibre peut se manifester également au niveau du système racinaire dans le cas de racines trop peu développées ou de maladie au pied et à celui du système de conduction,

notamment lorsque les canaux de circulation de la sève sont exagérément allongés par l'élongation artificielle des tiges en peuplement trop denses.

En effet de tels peuplements provoquent une faim de carbone par déficit d'ensoleillement, ce qui a pour effet de diminuer l'enracinement et d'allonger inutilement les tiges, donc la longueur des canaux conducteurs de sève, tout en diminuant l'efficacité du pompage racinaire; sans même parler des risques accrus de parasitisme (piétin-échaudage, rhizoctone) et de maladies du pied qui perturbent également la bonne alimentation en eau de la plante (échaudage parasitaire).

## 2) LA PERIODE DE SENSIBILITE A LA SECHERESSE

Les différents travaux conduits depuis une dizaine d'années, entre autres ceux de l'ITCF<sup>^</sup> sur l'irrigation du blé d'hiver, ont montré que la période de sensibilité du blé à la sécheresse va du stade 1-2 nœuds (début montaison) jusqu'au stade pâteux du grain, soit une durée totale d'environ deux mois et demi.

- Du stade 1-2 nœuds à mi-montaison et jusqu'à l'épiaison:

Toute sécheresse ou déficit d'alimentation en eau durant cette période réduit non seulement le nombre d'épis par m mais également le nombre de grains par épi, tout en diminuant le poids unitaire de chaque grain. Bien que le grain ne commence à se former seulement qu'à la fécondation (entre l'épiaison et la floraison), sa dimension n'est pas indépendante des conditions de montaison puisque celles-ci déterminent la taille des organes floraux. Or, la taille maximale des enveloppes des grains est partiellement dépendante de celle des ovaires. Ceci explique pourquoi les années à gros grains sont généralement caractérisées par des printemps frais avec faible évapotranspiration potentielle pendant le mois précédent l'épiaison.

- Pendant le stade de l'épiaison :

Durant cette période, les besoins en eau deviennent maximum. A ce stade, ils sont en moyenne de l'ordre de 5 à 6 millimètres par jour, soit 50 à 60 m<sup>3</sup> par hectare et par jour. En l'absence de pluie, une réserve en eau de 80 à 100 millimètres alors de ne satisfaire les besoins de la culture que durant une quinzaine de jours au maximum. Or un déficit d'alimentation en eau à pendant ce stade diminuera le nombre de fleurs fertiles par épillet et pénalisera le poids du futur grain.

- A partir de la fécondation (qui a lieu avant la floraison chez le blé), on distingue deux périodes;

La formation des enveloppes du grain: cette période, allant de la fécondation au stade grain laiteux, correspond à une phase de multiplication cellulaire très intense à la fin de laquelle les enveloppes du grain atteignent leur taille définitive. Une partie des réserves déjà migré dans le grain, qui, à ce stade, contient des sucres sous forme soluble.

La formation de grandes enveloppes nécessite une alimentation suffisante en eau et en azote pendant, et après la floraison. Il faut donc que le système, racinaire soit assez développé en profondeur et assez efficace pour pourvoir le blé en eau ainsi qu'éléments fertilisants, il doit également être épargné par les maladies pour pouvoir assurer l'approvisionnement hydrique de la plante. Un coup de chaleur précoce, entre la floraison et le stade laiteux, provoquera un échange indirect en limitant la taille des enveloppes et du grain par la suite. Dans ce cas, l'échaudage peut passer inaperçu car, bien que de taille plus petite, le grain sera plein et non ride, si toutefois les conditions de remplissage sont favorables.

Voilà comment la formation de grandes enveloppes déterminera un poids potentiel de 1000 grains supérieur.

Le remplissage des enveloppes du grain: il s'effectue au stade grain laiteux au stade grain pâteux. Le grain accumule

de l'amidon provenant partiellement de la migration des réserves contenues dans les autres parties de la plante et en majeure partie de la production de substances de réserves s'effectuant dans les organes encore verts (enveloppes des grains, col de l'épi, dernière feuille). Le poids au grain en matière sèche augmente alors de façon importante pendant cette période pour se stabiliser au stade grain pâteux. Or cette deuxième période de la formation du grain constitue une phase très critique de son développement.

En effet, pendant cette période, le poids d'eau contenu dans le grain est stable: c'est le palier hydrique. Il s'étend chez le blé sur 10 à 15 jours, du stade grain laiteux au stade grain pâteux et, pendant toute cette phase, la quantité d'eau contenue dans le grain ne varie pas, alors que le poids de celui-ci augmente rapidement par accumulation des assimilais. L'arrêt de cette accumulation des réserves de la plante dans le grain s'effectue quelques jours après le palier hydrique. ;

Lorsque le poids d'eau du grain diminue à la suite d'un coup de chaleur, qui augmente l'évapotranspiration potentielle, le poids de 1000 grains ne s'accroît plus. Quand il y a échaudage, cette quantité d'eau contenue dans le grain chute brutalement et le poids sec du grain s'arrête alors au niveau atteint. Ce phénomène est d'autant plus grave qu'il se produit plus près du début du palier hydrique (stade laiteux), période durant laquelle le blé est très sensible à l'échaudage.

Par ailleurs, sans qu'il y ait réellement échaudage (excès brutal de températures), on observe cependant que le poids de 1000 grains est en fait directement influencé par la température. Ainsi, pour les moissons de 1978 et, a fortiori, en 1980, ce poids fut supérieur à celui de 1979 sans que la température ait atteint les 50° C fatidiques pendant le palier hydrique de cette année-là.

Le poids de 1000 grains est par conséquent très dépendant des conditions climatiques à partir du début de la montaison jusqu'à la fin du palier hydrique.

### 3. COMMENT LIMITER LES RISQUES D'ÉCHAUDAGE ?

Dans de nombreux cas, une adaptation des techniques culturales aux réalités climatiques limite les risques d'échaudage.

En premier lieu, on effectuera un semis précoce car, comme pour la période végétative, il ne faut pas perdre de vue que les conditions climatiques pendant la phase de reproduction sont liées à la date du semis. Autrement dit, l'échaudage étant un accident physiologique lié au climat, il n'existe pas de remède miracle, si ce n'est d'effectuer des semis plus précoces, de manière à ce que la culture subisse les températures échaudant seulement après la période critique du palier hydrique. Par ailleurs, entraînant une réduction du poids de 1000 grains de 5 à 4 grammes, un échaudage a des répercussions moindres sur des grains à grandes enveloppes (gros grains potentiels) que sur de futurs petits grains (petites enveloppes); sachant, comme nous l'avons vu, que la taille des enveloppes du grain est directement dépendante de celle de l'ovaire. Par conséquent, l'agriculteur a tout intérêt à semer tôt pour que la phase de montaison coïncide avec des températures peu élevées ainsi que des jours pas trop longs, et, de cette façon, afin d'éviter les montées à graines trop rapides, qui ont un effet catastrophique sur le rendement.

De plus, il faut se rappeler que les semis précoces ont pour effet d'accroître le développement des racines en profondeur, ce qui améliore la protection du sol par les racines et favorise l'utilisation de l'eau du sol par la plante. Autrement dit, en semant tôt, le système racinaire sera plus dense et plus profond, faisant du blé une espèce parfaitement capable de valoriser l'eau contenue dans le sol.

En l'absence d'obstacles structuraux, généralement liés aux travaux du sol (semelles de labour par exemple) ou à l'excès d'eau en hiver, les racines du blé dépassent largement une profondeur de 1 à 2 mètres, quelque soit le type de sol sur lequel la culture est implantée. Ainsi, même en terre de groie, avec un horizon arable de 20 centimètres d'épaisseur reposant sur roche-mère calcaire, le blé est capable d'utiliser l'eau jusqu'à une profondeur de l'ordre de 2 mètres et plus. Par ailleurs, la puissance d'extraction de l'eau du sol par les racines de blé est importante; supérieure entre autres à celle du maïs.

Ce deux facteurs conjugués: enracinement profond et extraction racinaire intense, font que la réserve en eau dans un sol sans accident de structure est rarement inférieure à 80 à 100 millimètres pour le blé d'hiver, en cas de semis précoce. D'autre part, sous nos conditions climatiques, son cycle de développement lui permet de réaliser la presque totalité de sa végétation durant une période où les pluies sont relativement importantes.

Ceci pour dire que dans les situations échaudant, il faut tout d'abord:

- choisir une variété précoce dont le palier hydrique se réalisera avant l'apparition de températures trop élevées.
- quitte à modifier l'assolement, avancer, dans tous les cas, la date du semis pour accroître le développement des racines et décaler la période critique de végétation par rapport à celle de sécheresse la plus fréquente. En effet, il faut faire en sorte que l'épiaison intervienne avant le début du déficit hydrique, bien qu'il y ait toujours un rattrapage au niveau de l'épiaison entre des cultures semées à des dates différentes (par exemple, entre un semis de début novembre et un autre de début octobre, l'écart entre les dates d'épiaison n'est plus que d'une semaine), le décalage de quelques jours observé au stade grain laiteux peut toutefois réduire les risques d'échaudage.

Par ailleurs, il faut être conscient que le poids de 1000 grains d'un semis précoce est potentiellement supérieur à celui d'un semis tardif, même à un nombre d'épis d<sup>al</sup>. Ceci s'explique par le fait qu'en cas semis précoce, le mois précédent l'épiaison se déroule sous des températures plus faibles et une durée du jour moins longue (donc avec une évapotranspiration moins importante); de plus, les réserves en eau du sol, mieux pourvues à cette époque, satisfont correctement les exigences de la culture.

A titre d'exemple, pour la région Poitou-Charentes, l'étude du bilan entre les besoins en eau de la culture et l'offre climatique (pluies) et pédologique (réserves du sol en eau) montre :

- qu'il y a déficit en eau 1 année sur 2 à partir de début juin, c'est à dire après l'épiaison.
- que ce déficit hydrique peut commencer le 15 mai, c'est à dire durant la montaison, 2 années sur 10.

Or, lorsque le déficit hydrique intervient pendant la montaison et avant l'épiaison, on assiste à une diminution, du nombre d'épis (diminution très nette avec souvent 20 à 25 % d'épis en moins), de leur fertilité et du poids potentiel de 1000 grains. La seule solution est donc de semer tôt.

Les apports tardifs d'azote chimique accroissent, eux aussi, les risques d'échaudage: d'abord à cause du pouvoir osmotique de ce sel et ensuite parce que les racines des plantes sont attirées en surface, d'où une diminution de leur résistance à la sécheresse. Quant aux risques de maladies du pied et d'échaudage parasitaire, ils sont également augmentés par de tels apports.

Même chose pour les peuplements trop élevés, ils augmentent les risques d'échaudage. *On* effet, dans les situations échaudant, l'eau est le principal facteur limitant, or les épis doivent se partager entre eux les ressources hydriques du sol et évaporer le moins possible d'eau. Quelque soit la date du semis, il faut savoir qu'on élèvera pas le rendement en passant de 450 à 550 épis par m<sup>2</sup>, mais qu'en fait, en augmentant le peuplement épis, on accroît les risques d'échaudage en année sèche. Il y a donc intérêt, comme nous le verrons en détail par la suite, à espacer suffisamment les plants de blé et à assurer la couverture permanente du sol (par un tapis ou mulch vivant de trèfle blanc ou de minette) pour diminuer l'évaporation des couches superficielles du sol.

## E. LE RENDEMENT

Le rendement du blé correspond au nombre de grains par m<sup>2</sup> multiplié par le poids unitaire du grain. Or ces deux composantes du rendement dépendent essentiellement des conditions climatiques et de l'état sanitaire du plant, donc de la date du semis, des conditions d'implantation et du mode de fertilisation.

### 1) LES PARTICULARITÉS CLIMATIQUES

Les chutes de rendement observées dans les semis tardifs, notamment en agriculture biologique, sont essentiellement dues aux mauvaises conditions d'implantation, avec une mauvaise levée, un enracinement trop faible et un tallage réduit. Ces conditions se traduisent finalement par une diminution du peuplement épis et une réduction de la grosseur des épis ayant réussi à monter, notamment dans les zones à hiver rigoureux où l'arrêt de la végétation active est beaucoup plus long. A la sortie de l'hiver, les talles sont peu nombreuses et insuffisamment développées, de sorte qu'elles auront peu de chances de former un épi et cela d'autant plus que le semis a été effectué trop tardivement.

C'est pourquoi, lorsque le climat est de type océanique et maritime, avec des hivers relativement doux, l'effet dépressif de la date trop tardive du semis est beaucoup moins marqué. Ainsi par exemple, le nombre de talles épis est pénalisé par le froid dès le début du mois de novembre dans l<sup>^st</sup> et le Nord-Est de la France, à cause de l'arrivée des grands froids, et seulement un mois plus tard (début décembre) en Normandie.

Cela signifie qu'il faut semer d'autant plus tôt dans les régions où le sol se réchauffe lentement au printemps (Champagne crayeuse, Plateau lorrain) et que l'on peut semer plus tardivement dans celles qui favorisent un fort tallage et où le blé est moins sensible à la fin d'azote printanière. En effet, dans les régions bénéficiant d'un climat océanique de type maritime, dans le Nord-Ouest (Normandie, dans le Nord de Pas de Calais et dans l'Ouest, Bretagne) de la France, bien qu'un risque accru de maladies, soit présent les hivers doux et les fins de printemps pas trop chaudes constituent un atout appréciable en agriculture biologique, dans la mesure où les céréales peuvent y disposer d'une longue période de végétation active ; le gel et l'échaudage y étant très rares. La récolte décevante de 1981 en a d'ailleurs apporté une démonstration par l'inverse: l'automne pourri de 1980 et le coup de chaleur de juin 1<sup>^81</sup> ont provoqué une baisse de 10 quintaux par hectare dans la moyenne des rendements bretons. Ceci ne serait pas arrivé si on avait semé plus tôt, avant le 15 septembre, au lieu de semer courant novembre comme on le fait habituellement.

En climat plus continental, l'azote demeure le point d'écueil principal et le premier facteur limitant de l'agriculture biologique, en particulier dans les cultures céréalières pour lesquelles la pierre d'achoppement est la fin d'azote printanière. Or, force est de reconnaître que dans les conditions de culture actuelles, l'azote organique n'est pas disponible au moment voulu par la plante.

Dans l'Ouest de la France, le problème n'est pas très sensible car les conditions climatiques: automne très tardif, hiver très doux et printemps précoce, sont favorables à la vie microbienne et donc à la décomposition de la matière organique. Par contre, dans les climats les plus continentaux, il n'en est pas de même: lorsque le blé d'hiver est semé trop tardivement, l'azote apporté sous forme organique n'est pas encore disponible sous forme assimilable (nitrates) au moment du tallage. En effet, dans les régions de l'Est et du Nord-Est de la France, il fait froid longtemps et, au printemps, le sol se réchauffe très lentement; de sorte que l'azote apporté sous forme organique est libéré trop tardivement. Quant aux climats montagnards, avec des gels précoces en automne, un long hiver rigoureux et un printemps très tardif, contrairement aux climats de type océanique, ils limitent la durée de végétation active. En montagne, le blé d'hiver est donc davantage exposé aux problèmes causés par la faim d'azote printanière. De plus, l'humidité peut rendre la récolte difficile en arrière saison et la neige peut même faire perdre une récolte sur pied dès octobre. Plus on grimpe en altitude, plus il faut semer tôt; ne serait-ce que pour récolter plus tôt. Il en est de même dans les régions situées en haute latitude (Scandinavie et URSS). En haute montagne, les semailles de blé devraient être effectuées dès la Saint Jean (21 juin) afin qu'il ait le temps d'accomplir pleinement son tallage avant l'hiver et d'accumuler suffisamment de réserves pour ne pas souffrir de la faim d'azote printanière.

Remarque: Certaines régions sont limitées à la fois par le froid hivernal et par la sécheresse estivale, avec des risques accrus d'échaudage en été (région lyonnaise, vallée du Rhône, département des Hautes Alpes, Alpes de Haute Provence, "petites terres" du Plateau lorrain, etc...). Cela ne suffit pas de choisir des variétés précoces, la seule solution est de semer le plus tôt possible.

Retenons donc que les semis trop tardifs font coïncider toute la période-dû tallage avec la faim d'azote printanière.

## 2 LES COMPOSANTES DU RENDEMENT

Le rendement du blé correspond au nombre de grains par m<sup>2</sup> multiplié par le poids unitaire du grain:

- Le nombre de grains par m<sup>2</sup>; il dépend à la fois du nombre d'épis par m<sup>2</sup> et de la fertilité des épis. Expliquant 75% des variations de rendement, c'est évidemment l'élément clef de la production. Or, dans les conditions actuelles de culture (semis trop tardifs), seul le contrôle du nombre d'épis par m<sup>2</sup> permet de maîtriser le nombre de grains par m<sup>2</sup>, dans la mesure où la fertilité de l'épi dépend essentiellement d'une longue période de tallage, obtenue avec un semis précoce.

Cette fertilité de l'épi, c'est à dire le nombre de grains par épi, est certes un caractère génétique lié à la variété, mais il ne faut pas perdre de vue que les facteurs culturaux ont une influence décisive, notamment:

- une longue période de tallage. Obtenue avec un semis très précoce, elle favorise non seulement le nombre de talles par épi mais également le nombre de grains par épi. Cela s'explique aisément: en semant tôt, on allonge la durée de la phase végétative et celle de la phase reproductive, donc la durée de la période de végétation de la culture pendant laquelle elle fabrique de la matière sèche qui viendra ensuite s'accumuler dans les grains.

- un développement des racines. Il est obtenu par un semis précoce de fin d'été en terre relativement sèche et surtout bien drainés.

- une bonne nutrition en azote et en acide phosphorique (P205). Elle est obtenue par un semis précoce, grâce au meilleur développement des racines et, surtout, parce qu'en semant tôt, on fait coïncider la période de tallage avec le moment où le sol est le mieux pourvu en azote et en acide phosphorique assimilables. Il ne faut pas perdre de vue que l'azote est le moteur de la production céréalière (toutes les graminées sont en général très gourmandes en azote) et que les semis trop tardifs font coïncider la période du tallage avec la pleine faim d'azote printanier, comme nous l'avons vu précédemment. Le phosphore et également un facteur limitant dont la carence peut facilement faire chuter les rendements de 10 à 20 quintaux par hectare.

Ce qu'il faut donc retenir, c'est que compte tenu des conditions de culture actuelles, notamment à cause des semis trop tardifs, les agriculteurs sont incapables de contrôler le nombre de grains par épi et que seul le contrôle du nombre d'épis par m<sup>2</sup> permet de maîtriser le nombre de grains par m<sup>2</sup>. Cela les conduit inévitablement à exagérer les densités de peuplement-épi et ils finissent par tomber ainsi dans un engrenage fatal. En effet, un nombre trop élevé d'épis entraîne à son tour une diminution de la fertilité de ces épis, tout en faisant également baisser le poids unitaire du grain et avec des risques accrus d'échaudage. C'est le cercle vicieux et la seule solution pour s'en sortir est d'effectuer des semis plus précoces.

— Le poids unitaire du grain: Le nombre de grains par mg n'est pas à lui seul déterminant, dans la mesure où, notamment dans certaines régions, les conditions climatiques entraînent une très forte variabilité du poids unitaire du grain. Or, on a déjà vu que les conditions climatiques qui surviennent pendant la phase reproductive du blé d'Hiver sont en fait essentiellement liées à la date du semis. De plus, il faudrait comprendre la nécessité de raisonner par type de milieu, c'est à dire avancer d'autant plus les dates du semis dans les situations échaudant, tout en diminuant le nombre d'épis (qui doivent se partager entre eux les réserves en eau du sol).

## IV CONCLUSION SUR LES SEMIS PRECOCES

Pour conclure, retenons que si le poids de 1000 grains est satisfaisant et que la fertilité des épis est suffisante, on peut obtenir de bons rendements (supérieurs à 70 quintaux par hectare) et même parfois très bons avec un peuplement de 300 épis par

m2. (Voir deuxième partie "Semis Clairs")

Or actuellement, compte tenu des conditions de culture et des semis trop tardifs, les agriculteurs ne sont capables de contrôler ni la fertilité de leurs épis ni le poids unitaire du grain, notamment dans les situations échaudant où il leur est particulièrement difficile d'agir au niveau du poids unitaire du grain. Alors, ils estiment plus sûr de viser les 500 à 550 épis par m<sup>2</sup>, mais c'est une grossière erreur. De toutes façons, les palliatifs ne servent à rien; souvent ils ne font qu'accroître les problèmes. Il est plus sûr d'agir à la cause profonde, à la racine du mal, qui dans le cas présent, est la date trop tardive des semis.

Les agriculteurs, à la fois par ignorance mais aussi à cause des conditions actuelles de culture et des semis trop tardifs, sont cône incités à semer très serré qu'ils sont incapables de contrôler leur peuplement épis par m<sup>2</sup> autrement que par ce moyen barbare. Four obtenir une population de 500 a 550 épis par m<sup>2</sup>, le nombre de grains séries varie en effet de 290 à 420 grains par m<sup>2</sup>, selon que l'on semé le 25 octobre ou le 15 décembre; les semis plus tardifs étant semés très denses pour compenser à la fois les pertes à la levée (souvent supérieures à 35%) et la réduction du tallage. Mais ce faisant, ils accroissent la concurrence des plants en eau et cela d'autant plus que les peuplements serrés freinent le développement dos racines, de sorte que la sensibilité à l'échnaudage est alors accrue. Autrement dit, les trop fortes densités de peuplement ne font que multiplier les inconvénients des semis trop tardifs et on aboutit au cercle vicieux décrit précédemment.

La seule solution est de semer plus tôt, car ainsi:

- on évite d'exposer de trop jeunes plantules aux froids de l'hiver.
- on assure de bonnes condition d'implantation à la culture.
- on permet à la céréale d'exprimer le maximum de son potentiel de rendement.

## **DEUXIEME PARTIE: SEMIS CLAIRS**

Le problème de la détermination .le la densité des semis n'est pas des moins délicats car la densité de peuplement devra être un compromis entre l'ensoleillement optimal de la plante et l'occupation maximale du sol.

### 1 DENSITE DE SEMIS : HISTORIQUES ET RESULTATS

#### A. LA CONCURRENCE DES ADVENTICES

"Bien des laboureurs donnent dans un excès ridicule au point de vue des quantités de semences et ils se plaignent ensuite que leurs bleds ne tallent point: comment pourraient-ils le faire, alors que les pieds se touchent presque?"

On peut dire qu'en général les laboureurs surchargent la terre d'une trop grande quantité de semences.

Et nombreux sont ceux qui pensent devoir semer plus dru en terres pauvres, et c'est une erreur: plus les plants seront serrés, moins ils auront d nourriture pour subsister.

Et si on sème trop épais dans les bon fonds, pour peu que les saisons aient favorisé le tallage des bleds, s'il survient des pluies lorsque l'épi sera formé et qu'il approchera de sa maturité et si à cette époque il survient de grands coups de vent, les bleds seront versés,

Moins les tiges seront serrées, plus elles seront fortes et dures, capables de soutenir les épis, mais si les pieds sont trop rapprochés , elles fileront, seront grêles et surtout plus élevées que les tiges des blés semés clairs, à cause de la concurrence en lumière, et le poids de l'épi avec un centre de gravité plus éloigné de la base et porté sur une tige fluette l'obligera à céder au moindre effort.

Par contre, en semant clair, même s'il reste seulement 5 plants de blé à 6 plants par pied carre" (30 à 60 plants par m<sup>2</sup>), à la sortie de l'hiver, leurs racines s'étendent à l'aise, sont mieux nourries et la plante tallera, produisant de nombreuses tiges dont les épis seront plus longs bien quarrés et les grains plus gros et chargés d'embonpoint.

En fait, on sème d'autant plus serré, notamment dans les terres riches, lorsque l'on craint la concurrence des mauvaises herbes qui profitent également des éléments fertilisants pour proliférer.



Les blés semés trop drus se défendent mieux contre les mauvaises herbes, lorsqu'il est laissé à lui-même et notamment pour diminuer la trop grande invasion des coquelicots, et les années pluvieuses, la croissance de l'herbe étant particulièrement à craindre, notamment dans les terres les plus lourdes."

L'Abbé Rozier (1835).

"Le grain qui reçoit différents binages exige moins de semences." Olivier de Serres.

Par conséquent, autrefois, on semait très dru, essentiellement pour étouffer les adventices sous un excédent de végétation (et aussi par ignorance) parce que les paysans de cette époque étaient incapables de contrôler la prolifération des mauvaises herbes (à moins d'avoir recours à l'écobuage).

C'est ainsi qu'on en arrivait à semer des doses monstrueuses de semences, jusqu'à 500 Kg de graines par hectare et même parfois davantage, au détriment du rendement, bien sûr, et avec des risques de verse accrus. Voilà pourquoi on avait souvent recours aux semis d'espèces mélangées (méteils et autres) pour pallier aux inconvénients des semis trop serres.

Les méteils donnaient des rendements supérieurs à ceux au du blé au seigle en peuplement pur, en raison de la moindre concurrence entre espèces différentes de céréales. De plus, dans le méteil ou «bled ramé » le seigle, avec sa paille longue et dure, servait de point d'appui au froment et l'empêchait de verser. On récoltait ensemble seigle et froment, (le blé supportant d'être récolté à demi maturité) et de même pour le mélange orge d'hiver - froment, qui pouvait être récolté tardivement (l'orge ne s'égrenant pas).

Quant à semer le blé très dur pour concurrencer les adventices: c'est une hérésie. En effet, pour le blé, il n'y a pas de pire ennemi que le blé lui-même, dans la mesure où les plantes de la même espèce se concurrencent bien davantage car elles ont précisément les mêmes besoins.

En semant très tôt, et en associant le blé d'hiver à une couverture permanente de trèfle blanc, les adventices sont contrôlées et on peut alors semer la céréale à grand écartement sans risquer la prolifération des mauvaises herbes.

Au 18<sup>ème</sup> siècle, des agronomes avaient déjà tenté des expériences de semis effectués à grand écartement, avec un certain succès. Mais elles furent rapidement abandonnées en raison des frais de sarclage et surtout parce qu'à cette époque, le bétail était essentiellement nourri avec de la paille en hiver (à l'étable}. Or, la paille des blés semés à grand écartement (20 cm), étant beaucoup plus forte et plus dure, était refusée par les animaux, notamment la plupart des chevaux de trait, Au 18<sup>ème</sup> siècle, en particulier dans les régions les plus pauvres, la paille était une des premières ressources fourragères.

Mais si la grosseur et la dureté de la paille des blés cultivés à grand écartement la font être dédaignée du bétail, c'est simplement parce qu'elle ne convient pas à l'alimentation des animaux. Elle devrait être réservée uniquement à la nourriture carbonée de la vie microbienne du sol. D'ailleurs la vocation agronomique du blé est de produire du grain et non de la paille.

Au 20<sup>ème</sup> siècle (jusqu'en 1950), la plupart des agriculteurs semaient encore très serré, en moyenne 180 Kg de semences par hectare, toujours pour étouffer les adventices sous un excédent de végétation. Mais ce moyen de lutte revient à fort cher et favorise le parasitisme. Il vaudrait mieux supprimer les causes de l'extension de ces adventices, à savoir:

- le labour à la charrue.
- les semis trop tardifs.
- le manque d'association végétale et d'occupation du sol.

Actuellement, les agriculteurs biologiques, qui n'utilisent pas d'herbicides, ont eux aussi tendance à semer trop dru, avec des densités de l'ordre de 150 à 200 Kg de semences par hectare, ils retardent également leurs semailles pour échapper aux adventices d'automne (n'ayant ainsi à effectuer qu'un seul binage en mars), ce qui les amène à semer très tard en arrière saison. Ils auront alors tendance à semer d'autant plus dru pour compenser les pertes (jusqu'à 50 et même 70%) dues aux froids de l'hiver.

Remarque; D'autres agriculteurs biologiques diffèrent aussi leurs semailles pour échapper aux attaques parasitaires, notamment aux pucerons (vecteurs de jaunisse nanisante) et au piétins (maladie du pied pouvant occasionner la verse ou l'échaudage). Or nous allons voir que les attaques parasitaires sont essentiellement dues à des peuplements trop serrés et à un déséquilibre C/N (carbone/azote).

#### E. CONSEQUENCES D'UN SEMIS TROP DENSE

Le problème de la détermination de la densité des semis n'est pas des noms délicats: la densité de peuplement devra être un compromis entre l'ensoleillement optimal de la plante et l'occupation maximale du sol.

Dans les conditions de culture actuelles, à cause des semis tardifs, la majeure partie de la phase végétative du blé d'hiver est escamotée. Ceci incite les agriculteurs à semer beaucoup plus serré que nécessaire, pour essayer de compenser dans l'espace ce qu'ils ont perdu dans le temps. En fait, ils ont bien tort car un peuplement trop entraîné un développement des

feuilles trop important, avec un élancement de l'appareil foliaire vers le haut et un début d'élongation des tiges avant l'hiver; tout cela bien entendu au détriment de l'enracinement (déséquilibre C/N).

Cette élongation exagérée des parties aériennes, provoqués par la faim de carbone, entraîne alors un certain étiolement de la plante; l'accroissement de la surface foliaire vers le haut s'étant fait au détriment de la solidité des tissus de soutien et surtout de l'enracinement. Ceci aura pour effet ce sensibiliser la plante au froid, aux déchaussements, au parasitisme et à la sécheresse, avec pour conséquence évidente de faire baisser le rendement. En effet, à cause de cette élongation exécrée des tissus clé soutien et des canaux de circulation de la sève, l'efficacité du métabolisme est diminuée et la croissance en hauteur des parties aériennes dépense tant de sève, d'énergie en vain, qu'il en restera fort peu pour développer les racines et remplir les graines.

Seuls les peuplements clairsemés permettent une photosynthèse optimale, ce qui aura pour effet de favoriser l'implantation de plantes robustes et trapues, avec un enracinement très bien développe. C'est pourquoi il faut chercher à obtenir des plants dont les parties aériennes soient aussi compactes que possible, sans élongation foliaire et avec des racines profondes et denses. Or pour cela, il faut semer clair.

Les peuplements trop denses, en raison du déficit d'Insolation et de la faim de carbone qu'ils occasionnent, provoquent un déséquilibre C/N, avec un appareil aérien ayant trop poussé en hauteur au. détriment de l'enracinement, ils aboutissent donc à une disproportion entre les parties aériennes, excessivement développées, et l'enracinement, trop faible pour les nourrir. Celles-ci étant devenues trop importantes pour l'activité du système racinaire, qui n'a pas suivi leur développement, cela aboutira à un élagage important des talles—épis en cours de montaison, avec une diminution de la fertilité des épis ainsi qu'une baisse du poids unitaire et de la qualité du grain. En effet, la plante est contrainte à avorter la majeure partie de ses graines; les consommateurs (c'est à dire les grains potentiels) étant devenus trop nombreux pour l'activité d'un système racinaire insuffisamment développé. Le blé doit sacrifier la plupart de ses graines afin de conserver le reste en bon état, plutôt que de tout garder au risque d'essuyer des pertes encore plus lourdes. Mais cet avortement n'est qu'une solution de crise et une opération négative, dans le mesure où elle a retranché une partie du travail du végétal.

Et c'est ainsi qu'un semis trop dense aboutit à un gaspillage monstrueux d'énergie.

## II TENIR COMPTE DE LA DATE DU SEMIS

Actuellement, les densités de semis de blé d'hiver varient généralement de 290 à 420 grains par m<sup>2</sup>, selon que l'on sème le 25 octobre ou le 15 décembre.

Les agriculteurs qui pratiquent les méthodes les plus intensives de la céréaliculture moderne réalisent leurs semis pendant la première quinzaine d'octobre avec des densités de semis de l'ordre de:

- 200 à 250 grains par m<sup>2</sup> s'ils observent le protocole technique de l'I.T.C.F.\*

- 450 à 500 .....des multinationales de l'Allemagne du Nord-Ouest (Schleswig Holstein) ou de l'Angleterre.

En fait, ces densités sont très fortement exagérées. On ferait beaucoup mieux en semant dix fois moins dense, même dans le cas des semis les plus tardifs (avec des densités de l'ordre de 25 à 45 plants par m<sup>2</sup> pour des semis réalisées entre le 25 août et le 15 septembre dans le bassin parisien), en ne dépassant toutefois pas la date limite de résistance minimum au froid (stade 7/8 feuilles à l'entrée de l'hiver), comme nous l'avons vu précédemment.

En agriculture naturelle et dans le bassin parisien, les semis de blé d'hiver devraient s'échelonner entre le 25 juin et le 15 août (date limite) avec des densités de peuplement de l'ordre de 5 à 6 plants par m<sup>2</sup> à 15 à 16 plants par m<sup>2</sup> selon que l'on sème début juillet ou début août.

Densités de peuplement à respecter selon la date de semis, avec l'écartement correspondant:

DATE DE SEMIS	ECARTEMENT(en cm)	DENSITE DE PEUPEMENT (en plants par m <sup>2</sup> )
fin juin - début juillet	40-à 45	5 à 6
mi-juillet	35	9 à 10
début août	30	12
15 août (date limite)	25	15 à 16
-----		
25 août	20	25
15 septembre (date limite)	15	43 (densité limite)

Ce sont des densités qui, notamment dans le cadre des serais les plus précoces, assurent les meilleures implantations racinaire. Or, en a déjà vu l'extrême importance du système racinaire sur le potentiel de rendement. Par contre, un peuplement trop

dense entraîne un déficit d'insolation et par conséquent une faim de carbone ; la base des feuilles étant privée d'éclaircissement. Pour compenser ce déficit, la plante est obligée d'augmenter la surface verte de ses feuilles et de s'allonger vers le haut, donc de se dresser en hauteur pour recevoir davantage de soleil et échapper à l'ombrage porté par les autres plants trop rapprochés. C'est ainsi qu'un peuplement trop dense entraîne un développement foliaire beaucoup trop important, au détriment d'un bon enracinement.

Remarque: En forêt et dans les vergers, les arbres agissent de la même façon; lorsqu' ils sont trop serrés, ils ont tendance à s'allonger démesurément en hauteur avec un port beaucoup plus élancé.

Il faut donc savoir que plus on sème tôt, plus il faut sèmer à grand écartement, dans la mesure où les semis précoces favorisent l'élaboration d'une plus grande masse de végétation. Il existe une règle simple à se souvenir: chaque fois que l'on avance la date des semis d'un mois, il faut réduire de moitié la dose des semences.

Par exemple: -le, dans le Pas-de-Calais, la densité de peuplement sera de:

- 5 à 6 plants par m<sup>2</sup> pour un semis effectué le 25 juin.
- 10 à 12 .....le 25 Juillet.
- 20 à 25 ..... le 25 août.
- 40 à 50 ..... le 25 septembre.

### III ECARTEMENT ET NUTRITION

#### A. L'EQUILIBRIUM CARBONE/AZOTE (C/N)

C (carbone): activité aérienne, travail des feuilles sève élaborée riche en C (sucre) volume et qualité de la fructification.

N (Azote) : activité souterraine, travail des racines sève brute riche en N, minéraux et eau vigueur de la végétation.

Un certain équilibre doit exister entre ces deux modes de nutrition végétale. La nécessité d'assurer une bonne alimentation à la fois aérienne et souterraine (C et N) constitue clé loin l'élément le plus important.

Au début de sa croissance, le blé développe son feuillage pour construire son "usine" chlorophyllienne et la nutrition par les racines l'emporte sur l'activité des feuilles, dont l'énergie sert essentiellement à fabriquer des racines; mais à condition qu'il n'y ait pas d'élongation foliaire due à des peuplements trop denses. Durant cette période, les jours très longs du début de l'été (en cas évidemment de semis précoce) favorisent l'enracinement.

Lorsque le blé parvient au stade de sa flambée de croissance (stade plein tallage), si l'on sème tôt et en peuplement clair, la nutrition C/N est optimale et fort bien équilibrée. C'est le cas au mois d'août et de septembre, à une époque où le sol est très riche en N (bonnes conditions de décomposition de la matière organique et nitrification intense). La plante travaille à plein rendement, la "fabrique" recevant en abondance matières premières (N) et force motrice (énergie C), et met en réserve un maximum de matière vivante qui servira ensuite à démarrer sa phase reproductive dans les meilleures conditions.

Au mois d'août, quand le sol est très riche en N, il faut veiller à l'équilibre C/N : à une alimentation souterraine abondante doit correspondre une grande activité des feuilles, activité que seuls des écartements suffisants peu venir assurer. En effet, la lumière du soleil est indispensable à l'assimilation et à la synthèse chlorophyllienne des hydrates de carbone. Remarquons qu'avec de grands écartements, on accroît également le « garde manger » souterraine de chaque plante, d'où une double action, à la fois sur l'insolation et sur la quantité de sève disponible. Voilà pourquoi les plants trop serrés se gênent mutuellement à deux niveaux : celui des racines (elles s'entremêlent largement et d'autant plus que leur faible développement les empêche d'aller chercher en profondeur les éléments dont elles ont besoin) et celui des parties aériennes.

#### B L'IMPORTANCE DE LA LUMIERE

Lorsque les semis sont trop serrés, la base des feuilles est privée de lumière et ne peut plus travailler. Ceci retranche déjà une partie du travail du végétal et constitue un gaspillage d'énergie. La plante se voit alors contrainte de s'allonger en hauteur (élongation foliaire), gaspillant en vain beaucoup d'énergie (C) et de matériaux de construction (N) pour élaborer davantage de surface foliaire au détriment de l'enracinement. Ce dernier s'affaiblit et n'arrive plus à se développer normalement, si bien qu'au printemps, la matière première N fait défaut et "l'usine" chlorophyllienne tourne alors à vide: c'est la faim d'azote printanière qui succède à la faim de carbone de l'automne. Et c'est ainsi que les semis trop serrés provoquent à la fois une faim de carbone (en automne) et d'azote (au printemps).

La lumière influence également la vitesse du tallage puisqu'un niveau d'éclaircissement élevé, notamment vers la base des-feuilles, accélère l'apparition des talles et des feuilles. Un peuplement trop dense, en réduisant la lumière reçue par la base des

feuilles, s'accompagne toujours d'une diminution de la vitesse de tallage, à cause d'une inhibition de croissance des bourgeons situés sur les nœuds inférieurs. En outre, la rapidité du tallage est également conditionnée par l'importance du développement des racines (un dicton paysan dit que "le blé au tallage aime bie, changer de racines"), importance qui dépend, elle aussi, de la photosynthèse. En effet, une forte intensité lumineuse accroît la vitesse de formation des racines. Or, c'est la densité de l'enracinement et sa profondeur qui commandent l'intensité de l'exploitation du sol et du sous-sol en eau et en éléments fertilisants.

Une photosynthèse optimale est donc indispensable à un bon enracinement; c'est pourquoi, il faut:

- semer tôt, pour que la jeune plantule puisse profiter des jours très longs du mois de juillet.
- semer très clair, pour qu'un ensoleillement maximum parvienne jusqu'à chaque plant.

### C. LA VALORISATION DU PHOSPHORE

"L'efficacité de l'engrais phosphate se manifeste beaucoup plus nettement lorsque la densité des semis est réduite. Le phosphore augmente la précocité qui se manifeste par une avance de végétation: le tallage, l'épiaison et la maturité ont lieu un peu plus tôt et les tiges de tallage (talles-épis) portent, bien qu'elles soient alors plus nombreuses grâce à l'espacement et sous l'influence de l'engrais phosphate, des panicules bien remplies et bien constituées; et inversement, l'accroissement de la densité limitera celui du rendement provoqué par l'engrais phosphaté."

Jeanne Garola (1934)

En notera ici l'influence décisive des phosphates sur l'accroissement du rendement. Or, un bon enracinement, obtenu avec un semis clair, permet une meilleure valorisation de la fumure, de même qu'une meilleure utilisation des reliquats de fumure laissés par les racines de la récolte précédente (à haut niveau de rendement, le blé exige une fumure azotée importante: environ 150 à 200Kg d'N pur par hectare).

On a vu que le carbone et l'azote étaient les deux moteurs de rendement mais le blé est également très gourmand en phosphore, élément minéral qui peut être lui aussi un facteur limitant important du rendement. En cas de carence, les chutes de production peuvent atteindre plus de 10 à 20 quintaux par hectare et par an, voire même davantage selon la déficience en phosphore.

En principe, le phosphore n'est assimilable pas par la plante qu sous forme de phosphate (phosphates de calcium etc...) qui seront libérés en grandes quantités par la matière organique du sol et les reliquats de fumure laissés par les racines de la récolte précédente (comme pour l'azote), en août et en septembre. Il importe donc qu'à cette période le blé ait déjà développé un système racinaire suffisamment important pour réorganiser sous forme végétale les phosphates libérés et pour les stocker en réserve, sinon ce phosphore libéré sous forme soluble sera enlevé par le lessivage hivernal en profondeur et donc perdu pour la culture. Au printemps, il ne libérera que fort peu, à cause de la faim d'azote printanier, la décomposition des matières du sol étant très ralentie. Il faut savoir que le cycle du phosphore est identique à celui de l'azote.

Conclusion : un peuplement trop élevé provoque un déséquilibre C/N avec un développement foliaire par élongation trop important et au détriment de l'enracinement. Ceci entraîne une plus grande sensibilité de la plante au froid, et un développement moindre de chaque plant, avec un tallage réduit ainsi qu'un enracinement plus faible, et, par voie de conséquence, une moins bonne valorisation des éléments fertilisants libérés par le sol, notamment de l'azote et du phosphore.

C'est ainsi que, lorsque les semis sont trop denses, la croissance du blé d'hiver est considérablement ralentie dès le stade 5/6 feuilles.

### IV LA RESISTANCE DES PLANTS:

Ses accidents de végétation (verse, piétins...) sont trop souvent dus à des peuplements excessivement denses qui créent une atmosphère confinée, où la lumière parvient difficilement à la base des plants. Ceci favorise le développement des maladies cryptogamiques: piétins, rouilles, oïdium, etc... Et la lutte pour la vie entre les plants trop serrés les épuisent mutuellement au détriment de leur résistance au parasitisme à du rendement.

#### A. AU PARASITISME

Pour ce qui est du parasitisme, il ne faut pas oublier que tout processus vital se trouve sous l'étroite dépendance de la satisfaction des besoins nutritionnels de l'organisme vivant.

Autrement dit, le développement des parasites, des maladies et des insectes dépend avant tout du substrat nutritionnel qui leur est offert. Or, lorsque la croissance de la plante est ralentie par une insuffisance d'ensoleillement, notamment dans le cas d'un développement par élongation excessive en hauteur, l'efficacité du métabolisme est diminuée par l'allongement trop important des canaux conducteurs de sève. Ceci est très défavorable à la formation rapide de nouvelle quantité de cytoplasme, tendant ainsi à provoquer l'accumulation, dans la solution vacuolaire de ces cellules, de composés solubles inutilisés: sucres, acides aminés, nitrates, etc... E't cette accumulation de produits solubles dans les tissus des plantes favorise la nutrition des parasites, donc diminue la résistance de la plante au parasitisme.

De même, lorsqu'un système racinaire trop peu développé est incapable de pourvoir la plante en eau, alors qu'elle est concurrencée par un peuplement trop élevé, le déficit hydrique va provoquer une protéolyse des protéines des feuilles avec libération de fortes quantités d'acides aminés et d'azote soluble, qui vont attirer les parasites.

C'est ainsi que tout retard dans la protéosynthèse, de même que la protéolyse, attirent les parasites (accumulation de substances solubles dans les tissus). Par conséquent, la stimulation de la résistance de la plante implique la mise en discordance de son état biochimique avec les besoins nutritionnels (substances solubles) des ravageurs et notamment des virus qui dépendent, pour leur multiplication, des formes simples de l'azote.

Pour éviter les attaques de piétins et les autres maladies du pied, il faut donc semer clair et se souvenir que plus on sème tôt, plus il faut agrandir l'écartement, dans la mesure où les semis précoces favorisent l'élaboration d'une plus grande masse de végétation, en particulier sous les climats océaniques puisqu'ils permettent une durée de végétation active beaucoup plus longue et sont donc propices au développement des cryptogames.

## B. A LA VERSE

La verse est un accident qui provoque toujours une chute de rendement et résulte de la pliure plus ou moins accentuée des entre-nœuds de la base des tiges ne pouvant plus supporter le poids de l'appareil aérien. La cause mécanique immédiate en est la pluie ou le vent qui aggrave la charge de la tige. Elle peut aussi avoir une origine parasitaire; piétin verse et maladie du pied par exemple.

La verse cause un ralentissement plus ou moins profond de la circulation de la sève et de la photosynthèse puisqu'une partie du feuillage est caché et recouverte. Les conséquences seront d'autant plus graves qu'elle intervient plus tôt, avant l'épiaison par exemple, et qu'elle est plus marquée (blés roulés et plaqués sur le sol). En effet, il s'ensuit alors une mauvaise alimentation de l'inflorescence, avec diminution du nombre de grains et de leur poids. Si la verse n'est pas trop forte, le blé peut se redresser.

Lorsqu'elle se produit tôt, le grain échaude et le rendement en est considérablement diminué.

La principale cause de la verse physiologique est la fragilité de la base des tiges consécutive à un défaut d'éclaircissement. On assiste alors à un étiolement de la base des tiges, les conditions étant défavorables à leur lignification. C'est ainsi que les trop fortes densités de peuplement provoquent la verse, en limitant la pénétration de la lumière et en favorisant un allongement excessif des entre-nœuds de la base.

L'état du sol joue également un rôle important: le blé redoute les sols qui ne portent pas le pied, c'est à dire les terres soulevées, trop creuses et mal rassises, bref les sols versants. Se soulevant et s'affaissant, ces derniers peuvent occasionner des risques de verse accrus, non plus seulement par pliure de la tige, mais par déchaussement des racines insuffisamment ancrées.

Or, la puissance du système racinaire est très importante pour lutter contre la verse, de même que la diminution de la hauteur des pailles.

En peuplement clair, une forte intensité lumineuse et un niveau d'éclaircissement important jusqu'à la base des tiges, grâce à la lumière solaire qui pénètre en abondance dans le couvert végétal, ont pour effet de diminuer l'élongation en hauteur des tiges, donc d'accroître la vitesse de formation des racines. C'est ainsi qu'après un traitement au CCC (chlorure de chlorocholine, c'est à dire raccourcisseurs de paille) qui a pour effet de freiner l'élongation des tiges, on observe toujours une augmentation du poids et du diamètre moyens des racines. Après un tel traitement, au stade début montaison - apex à 1 cm, on trouvera à l'épiaison du blé 1900 Kg de racines par hectare au lieu de 1200 sans traitement.

Si l'on sème clair, les plants de blé ne croissent pas aussi haut qu'en peuplement serré, ce qui fait que la lumière du soleil est alors reçue uniformément et atteint la base des pieds ainsi que les feuilles basses. Les pieds ont dans ce cas la possibilité de développer des racines beaucoup plus puissantes; ils deviennent très résistants aux attaques de maladies et d'insectes et sont alors pratiquement inversibles. Ce qu'il faut retenir, c'est que la verse sera favorisée par toutes les conditions de culture qui entraînent un certain étiolement dû à une croissance par élongation exagérée des tiges, au détriment de solidité des tissus de soutien et surtout à celui de l'enracinement.

Cette situation est provoquée par un déséquilibre C/N, déséquilibre dû à des peuplements trop denses: l'azote favorise l'élongation excessive des tissus en hauteur et l'insuffisance des glucides freine la solidification des parois.

La vocation naturelle d'une céréale est de faire du grain et non de la paille, sinon la croissance en élongation de feuilles et des pailles dispensera tant d'énergie qu'il en restera fort peu pour nourrir les graines et avec des risques accrus de verse.

## V DENSITE DE PEUPELEMENT ET PRODUCTIVITE

De la façon dont on cultive actuellement les céréales (semis beaucoup trop tardifs et trop denses), leurs capacités réelles de productivité, c'est à dire le tallage-épi, la fertilité des épis et le poids unitaire du grain sont totalement masquées.

## A. CAPACITE DE PRODUCTIVITE

Sans la concurrence due à la très forte densité de peuplement, le nombre de talles-épïs pourrait être considérable: chaque pied de blé doit pouvoir donner au moins 12 feuilles, dont chacune peut porter une talle, qui elle-même peut avoir une nouvelle talle, et un certain nombre de ces feuilles (les premières .sortie); portent également des talles tertiaires, avec en plus les trois talles de coléoptile.

Cela signifié que si on a respecte la trilogie: semis précoce, semis clairs, semis superficielle, le blé d'hiver aura une potentialité de rendement au moins égale à 25 à 35 épïs par plant (selon la capacité de tallage de chaque variété et les conditions pedo-climatiques locales). Or, dans les conditions de culture actuelles, il arrive fréquemment que le tallage soit complètement bloqué au stade 6/7 feuilles et cela d'autant plus que le semis a été plus tardif et plus serré. C'est ainsi que la plupart des agriculteurs n'arrivent à obtenir que 1 à 3 épïs par pied viable (compté à la sortie de l'hiver) alors qu'on pourrait en avoir beaucoup plus, jusqu'à 200 dans les meilleures conditions de culture, sur les sols les plus riches et avec des variétés à très fort tallage.

NB: Il faut distinguer deux sortes de tallage:

- le tallage herbacé, constaté au moment de la montaison.
- le tallage-épi, qui s'observe à l'épiaison.

Lorsque le blé parvient au stade plein tallage (7 feuilles), il ne fait que commencer sa phase de flambée de croissance végétative, à l'issue de laquelle il aura pleinement développé sa surface verte à la lumière. Donc si on a semé assez tôt et avec un espacement suffisant, chaque pied donnera facilement 20 à 25 feuilles, dont chacune peut porter une talle, qui elle-même peut avoir une nouvelle talle (talles primaires et secondaires); un certain nombre de ces feuilles portera même des talles tertiaires. C'est ainsi qu'en semis précoce et sans une excessive densité de peuplement, le nombre de talles-épïs peut être considérable, de sorte que chaque plant peut donner en moyenne 40 à 50 talles-épïs et même bien davantage lorsqu'il s'agit de variétés à très fort tallage.

Ce qu'il faut donc retenir, c'est que les semis trop denses diminuent à la fois le tallage herbacé et le tallage-épi: la croissance est considérablement ralentie à partir du stade 5 - 6 feuilles et il arrive fréquemment que le tallage soit complètement bloqué dès le stade 6-7 feuilles.

De plus, une mauvaise nutrition carbonée due à une insuffisance d'ensoleillement à la montaison va provoquer un élagage important des talles herbacées qui avaient réussi a monter, ce qui diminuera d'autant le nombre d'épïs, il s'agit de l'un avortement massif au cours duquel plus de 60% des épïs en train de monter peuvent être détruits (ou bien réduit à l'état de tardillons).

Par ailleurs, les semis trop denses diminuent également la fertilité de chaque épi ayant réussi a monter. En effet, le nombre d'épillets et réduits à cause de l'insuffisance d'ensoleillement à la base des feuilles pendant la phase AB (initiation florale) de formation des ébauches d'épillets et dans chaque épillet beaucoup de fleurs vont avorter en raison de la concurrence portée sur les épïs en cours de montaison.

Le poids unitaire du grain sera lui aussi diminué, les consommateurs (grains potentiels) étant encore trop nombreux pour l'activité d'un système racinaire insuffisamment développé suite au gaspillage d'énergie dans l'élongation en hauteur des feuilles et des tiges.

## B. L'OBTENTION DU RENDEMENT

Dans les conditions de culture actuelles, on est aliéné à semer très dru essentiellement à cause des semilles trop tardives, qui font que les agriculteurs sont incapables de maîtriser la fertilité de leurs épïs et ont également perdu tout contrôle sur le poids unitaire du grain. Ils ne peuvent donc contrôler leur rendement que par le nombre d'épïs. Or, à cause de la forte réduction du tallage due aux semis très tardifs, seule une densité au semis très importante permet actuellement de maîtriser le peuplement-épi. Mais il ne faut pas perdre de vue qu'un nombre trop élevé d'épïs entraîne une diminution de leur fertilité, de même qu'une baisse du poids de 1000 grains.

En fait, le rendement peut s'obtenir de deux façons différentes. On cherche généralement à l'avoir par un plus grand nombre d'épïs en semis trop tardif ou en terres "sales". Mais on peut également l'obtenir par la grosseur des épïs et des grains en cas de serais précoces et dans les milieux "propres" (non envahis d'adventices) et bien fertilisés.

Tel qu'on cultive actuellement et compte tenu des semis trop tardifs, on cherche donc a obtenir le rendement en multipliant a l'excès le nombre d'épïs par m<sup>2</sup> : comme le montre les normes de peuplement-épi présentées par l'ITCF le nombre d'épïs par m<sup>2</sup> à rechercher selon les variétés et la densité de peuplement correspondante, pour un semis effectué le 20 octobre.

Nombre de plants et d'épïs par m<sup>2</sup> selon la variété:

Variété	Type	Nombre d'epis/m <sup>2</sup>	Nombre de plants/m <sup>2</sup>	Taux de tallage moyen
---------	------	------------------------------	---------------------------------	-----------------------

			(sortie d'hiver)	
Hobbit	-	450	-	-
Castan	Alternatif	450-500	-	-
Fidel	Alternatif	550	250	2,2
Capitole	Très hiver	500-550	240	2,3
Arminda	Hiver	600	240	2,5
Hardi	Semi hiver	550-600	-	-
Top	Hiver	630 – 650	235	2,7
Festival	-	630-650	-	-
Talent	Semi hiver	700-750	250	2,8

Compte tenu des aptitudes différentes de tallage, qui sont généralement inversement proportionnelles à la grosseur des épis (très variable en fonction des aptitudes génétiques des différentes variétés), on recherche finalement un nombre de plants par m<sup>2</sup> très voisin à la sortie de l'hiver.

Ces normes de densité de peuplement-épi sont largement exagérées et ne font qu'accroître les risques de parasitisme ; même chose pour les nombres de plants par m<sup>2</sup>.

De plus, il ne faut pas perdre de vue qu'à partir d'un certain nombre d'épis, une augmentation de celui-ci est très rapidement compensée par une diminution de leur fertilité et au poids unitaire du grain. En effet, au cours de la phase montaison, et même dès le début de la phase reproductive, en cas de peuplement trop serré, les phénomènes de concurrence jouent un rôle prépondérant à cause du déficit d'insolation ; les tiges allongent trop hauteur et il y a alors :

- concurrence entre la croissance des chaumes en hauteur et celle de l'épi.
- concurrence" entre les épis trop nombreux-, ceci diminue leur fertilité.

La croissance de l'épi étant gênée, le nombre d'épillets est alors réduit et seront stériles ou peu fertiles. Voilà pourquoi un nombre exagéré de tiges en voie de montaison diminue la fertilité des épis, avec en plus des risques de verse accrus à cause des chaumes très longs et trop étroits.

En outre, comme l'ovaire se différencie et croît au cours de la phase de montaison, la durée de celle-ci et la concurrence exercée sur l'épi vont déterminer le poids de l'ovaire; sachant que, si le semis n'est trop serrés vont favoriser une montée à graines trop rapide et que les consommateurs seront trop nombreux compte tenu du système racinaire sous-développé. Or, le poids du grain à la récolte sera directement fonction de celui de l'ovaire fécondé qui est le principal facteur limitant du poids potentiel de l'ICCC crains.

C'est ainsi qu'une densité anormale du peuplement—épi se traduit non seulement par une diminution de la fertilité des épis mais aussi par celle du poids unitaire du grain; et cela d'autant plus que la phase montaison sera abrégée par une montée à graines trop rapide, due à un semis trop tardif et trop serré. Finalement, les trop fortes densités de peuplement ne font qu'aggraver les inconvénients des semis trop tardifs. Et ajouté à cela, s'il survient un coup de chaleur pendant le stade du palier hydrique, les épis excessivement nombreux doivent se partager les ressources du sol en eau, avec une concurrence et donc des risques d'échaudage accrus; sans même parler de l'augmentation des risques de parasitisme (fusarioses, piétins) et des maladies du pied qui diminuent la longévité des racines et provoquent des accidents de maturation pendant la phase du palier hydrique.

Pour clore ce chapitre concernant l'influence des densités de peuplement sur la productivité du blé d'hiver, observons ces quelques résultats obtenus sur le terrain:

Technique Date de Semis	Semis Conventionnel Fin d'Octobre	Essai Pépinière INRA Début d'Octobre	Semi Précoces Fin Juin	
			Variété Moderne	Variété Ancienne
Semences en Kg/Ha	160-180	40-50	1,5-2	0,7 – 1,5
Nombre de plants/m <sup>2</sup>	350	80-100	3-4	1,5-2
Nombre d'épis/m <sup>2</sup>	0-3	5-7	100-150	200-300
Nombre d'épillets/m <sup>2</sup>	12-15	18-20	35	35
Nombre grains/épillet	1-3	2-5	Jusqu'à 7	
Nombre de grains/épi	20-30	40-60	100-150	

Poids de 1000 grains	Peu élevé	Assez élevé	élevé
----------------------	-----------	-------------	-------

Ce tableau montre que dans le système de culture avec semis précoces, on obtient un bon rendement, on par le nombre d'épis mais par leur fertilité (nombre de grains par épis et poids unitaire du grain). C'est à dire que contrairement à la technique classique, avec laquelle on cherche à obtenir 500 à 600 épis par m.2 (avec des variantes selon les variétés), en agriculture naturelle, avec 250 à 500 épis par m<sup>2</sup>, on peut déjà dépasser les 100 quintaux par hectare. On a donc deux fois moins d'épis mais cela est préférable, d'abord pour que le trèfle blanc cultivé en association avec le blé d'hiver ne soit pas étouffé et ensuite pour éviter la concurrence des épis entre eux.

Avec la méthode de culture présentée ici et selon la vigueur de végétation de la variété, on peut obtenir plus de 10.000 fois la dose semée.

## VI PEUPELEMENT EPI SELON LA VARIETE

### A. MAXIMUM

Tous les inconvénients dus à des peuplements trop denses conduisent à déterminer un peuplement maximum qu'il ne faudrait jamais dépasser.

Peuplement maximum selon la variété:

Variété	Peuplement-épi maximum (en épi par m2)
Hobbit	350
Capitole	400-450
Arminda	450-500
Hardi	450-500
Top	500-550
Talent	550-600

Remarque: Pour les blés tendres, les agriculteurs qui pratiquent les méthodes les plus intensives de l'agriculture industrielle recherchant habituellement des peuplements-épis de l'ordre de;

- 500 à 550 épis par m<sup>2</sup> pour la variété Capitole.
- 600 à 650 ..... .. Arminda (variété a grains de taille moyenne)

En fait, dans les différentes méthodes de l'agriculture industrielle, on est en présence de deux thèses distinctes:

- la thèse préconisée par l'INRA en France (qui est la plus répandue) recommande des densités de semis de l'ordre de 250 à 350 grains par m<sup>2</sup> suivant la date des semis. Elle est conciliable avec un tallage de 2 à 3 épis par pied viable à la sortie de l'hiver et des peuplements-épis de 500 à 700 épis par m<sup>2</sup>.

- la thèse inspirée des méthodes pratiquées dans le Nord-Ouest de l'Europe recommande des semis extrêmement denses, allant de 400 à 500 grains par m<sup>2</sup>, pour "bloquer le tallage" et "favoriser les maîtres-brins don l'épi est le plus prolifique". Cela conduit à des populations très importantes de petits épis, compte tenu de la date de semis qui a lieu fin septembre - début octobre. Dans cette méthode, on recherche donc une population de 550 à 600 épis par m<sup>2</sup> pour les variétés a gros grains (type Hobbit ou Maris Runstern) et de 750 à 800 épis par m<sup>2</sup> pour les variétés à petits grains (type Talent).

Les coûts de production sont évidemment monstrueux.

### B. OPTIMUM:

Il nous reste maintenant à déterminer le peuplement-épi optimum

Peuplement optimum selon la variété:

Variété	Nombre Optimal d'épis/m2 (dans le cadre de semis précoces)
Pour les très gros grains (type Hobbit, Maris Hunstern)	250-275
Capitole	300
Arminda et Hardi	325-350
Top	350-400
Talent (variété a petits grains)	400-450

Lorsque l'on sème suffisamment tôt, on garde le contrôle de la fertilité des épis et du poids unitaire du grain. C'est



d'ailleurs ainsi qu'en agriculture naturelle, on arrivera à obtenir de bons rendements (plus de 70 quintaux par hectare) et même de très bons (plus de 90 quintaux par hectare) avec des peuplements-épis de l'ordre de 300 épis par m<sup>2</sup> pour la variété Capitole.

En agriculture naturelle, et avec des semis précoces, le rendement s'obtient essentiellement par la grosseur des épis et des grains. Ceci permet des coûts de production beaucoup moins élevés et une diminution des attaques parasitaires. Tandis qu'en agriculture industrielle, avec des semis tardifs, le rendement s'obtient principalement avec le nombre des épis, c'est à dire que l'on cherche des populations très importantes de petits épis, ce qui occasionne des coûts de production monstrueux.

Remarque; L'orge d'hiver devrait être semée encore plus clair que le blé pour éviter les risques de verse qui lui sont inhérents (ses pailles sont plus fines que celles du blé) et en raison de la date plus précoce des semences. De plus, cette céréale présente de très fortes capacités de tallage, donc, si on la sème très tôt, elle peut facilement porter plusieurs centaines d'épis et donner jusqu'à plus de 10 000 fois la semence, notamment dans les terres profondes.

## VII CONCLUSION SUR LES SEMIS CLAIRS

Les semis clairs favorisent une meilleure distribution des ressources du sol et de la lumière aux jeunes plantules, ce qui permet un bien meilleur enracinement. Les touffes, plus fortement implantées en terre, seront beaucoup plus résistantes aux déchaussements et elles ne seront pas déracinées pendant l'hiver.

Les plantules suffisamment espacées ne se gênent pas mutuellement et présentent toutes les conditions requises pour un gros tallage. Le tallage herbacé sera plus précoce grâce à un bon éclairage au niveau de la base des feuilles, le tallage—épi bien meilleur, les épis récoltés beaucoup plus fertiles et les grains plus volumineux.

Pendant la montée et la phase de maturation, un ensoleillement optimum, avec un niveau suffisant à la base des plants, favoriseront un enracinement très puissant, avec des pailles très compactes, sans élongation, ayant des entre-nœuds très courts et -un fort diamètre des tiges. Ces pailles bien lignifiées seront alors très dures, notamment à leur base, et, grâce à l'abaissement du centre de gravité des plants, l'effet bras de levier exercé sur les épis par le vent ne fera pas céder la base des tiges. Donc, le blé ne versera pas.

Il sera également beaucoup plus résistant au parasitisme (notamment aux maladies du pied) et à l'échaudage. En effet l'écartement suffisant entre les plants permettra une bien meilleure distribution des ressources du sol en eau, grâce à l'enracinement profond, un meilleur profit en sera tiré. Et pour finir un ancien dicton paysan: " Qui sème dru, récolte menu."

## **TROISIEME PARTIE : SEMIS SUPERFICIELS**

Un semis trop profond, retarde et réduit la levée, allonge le rhizome et sensibilise la plante aux effets du froid et des parasites (taupins, limaces,...), ainsi qu'aux maladies du pied (piétins, rhizoctones,...) et aux fusarioses. La levée étant lente et mauvaise, le tallage sera retardé et, par conséquent, les risques de voir les plants touchés par des maladies comme le piétin-verse et le piétin-échaudage seront augmentés.

La profondeur du semis influence donc fortement le tallage, de même que la longueur du rhizome. Or, plus celui-ci sera long et grêle, plus il risquera d'être - atteint par les différents accidents pouvant se produire au cours de l'hiver, comme par exemple le décollement gangreneux.

Lorsque le semis est superficiel, c'est à dire lorsque le grain est répandu à la surface même du sol ou enfoui à une profondeur maximum de 1 à 2 cm, le rhizome (ou tigelle) émis par le grain en germination a beaucoup moins de chemin à parcourir pour arriver à la surface du sol, là où il forme le plateau de tallage. Et moins il sera long, moins risquera d'être détérioré par le froid.

Si l'on sème de façon superficielle, la levée sera rapide et régulière, avec par la suite un meilleur tallage herbacé et une meilleure résistance au gel.

### I. CARACTERISTIQUES ET RESERVES DES GRAINS SEMES

En laboratoire, la germination ne diffère pas avec la grosseur du grain, en raison du semis très superficiel (effectuée dans des pots). Il y a seulement un écart dans la durée de l'apparition du phénomène puisque les grains plus petits, s'imbibant plus rapidement, germent les premiers. Ceux qui sont échaudés se comportent de la même façon.

Pendant un certain temps, la jeune plantule vivra aux dépens des réserves amylacées du grain, qui avaient été accumulés par la plante-mère. Dès que les racines sont suffisamment développées, la plante absorbe les éléments nutritifs contenus dans le sol et son alimentation devient alors plus indépendante des réserves du grain. Cependant, il est préférable de semer les graines les plus grosses, après un triage préalable (très sommaire), afin d'assurer un sevrage plus tardif -à la jeune plantule.

En plein champ, pour des semis peu profonds (1cm), en terre saine (pas trop mouillée) et dans le cadre des semis précoces de fin d'été, semis qui fournissent à la graine suffisamment de chaleur pour une germination rapide, on

observera aucune différence de levée entre les grains gros, petits ou échaudés.

Par contre, dans le cadre d'un semis trop profond, effectué dans un sol mouilleux, en constatera un déchet énorme à la levée pour les grains échaudés ou/et trop petits, surtout lorsque de faibles températures, dues aux semis tardifs, retardent la levée. Cela, est imputable à la faiblesse des réserves du grain qui sont alors souvent réservées avant que les racines aient eu le temps de se développer suffisamment pour remplir pleinement leur rôle, surtout lorsque les températures sont trop basses et la germination par conséquent très lente (notamment dans le cas des semis trop tardifs de novembre et décembre).

C'est ainsi que les semis qui sont à la fois précoces et superficiels permettront une levée rapide dans les meilleures conditions, même lorsqu'on a répandu des semences ayant des réserves insuffisantes (grains petits ou échaudés), et avec très peu de pertes à la levée.

Or, le blé doit pouvoir lever promptement et pousser rapidement ; d'où la nécessité de semer en surface, afin que la jeune plantule ne soit pas amenée à épuiser les réserves du grain pour atteindre l'air libre et déposer son plateau de tallage à la surface du sol. Toutes les réserves d'énergie contenues dans le grain devraient être mobilisées pour le développement maximum de la plante, au lieu d'être gaspillées vainement dans l'élongation du rhizome.

Lorsque la semence est enterrée trop profondément (un coup de herse intempestif, donné sur un labour mal rassis, a vite fait d'entraîner les semences à une profondeur de 6-7cm), la levée sera lente et mauvaise. Les grains les plus petits auront déjà épuisé leurs réserves avant que les jeunes plantules arrivent en surface et mourront avant d'avoir atteint l'air libre ; le sevrage ayant eu lieu avant que les jeunes plantules soient capables de subvenir elles-mêmes à leurs besoins.

De plus, si une pluie violente survient, les graines enterrées trop en profondeur seront complètement privées d'oxygène et de lumière, et, si la terre ne se ressuis pas rapidement, les semences pourriront, avec des pertes à la levée pouvant atteindre près de 100%.

Remarque : Les grains d'orge et de seigle sont particulièrement sensibles à la pourriture (c'est d'ailleurs pourquoi on les sème avant le blé), notamment la semence de seigle qui, comme le dit le dicton paysan, "aime être semée en terre peu dense et pouvoir regarder le ciel. »

## II. LES QUATRE CONDITIONS NECESSAIRES A LA GERMINATION

Le germination se produit lorsque quatre conditions essentielles sont remplies :

- L'Eau ;

Pour que le grain de blé puisse germer, il faut que son humidité ait atteint 35% de son poids, c'est à dire qu'en plus de son humidité normale (12%), il doit avoir absorbé 20 à 25 % de son poids en eau.

Pour que le grain puisse facilement germer en surface, il faut donc:

- d'une part, que le sol soit couvert en permanence (couverture permanente de trèfle blanc associé au blé d'hiver et mulching d'adventices fauchées recouvrant les semences) pour diminuer l'évaporation et protéger le grain de l'ensoleillement direct.

- d'autre part, que le sol soit suffisamment ferme en dessous de la semence, donc jamais labouré, afin que l'humidité du sous-sol puisse remonter par capillarité jusqu'aux grains de blé répandus directement à la surface (ou enfouis à très faible profondeur par une herse d'épines).

Les agriculteurs qui sèment leur blé sur un labour attendront la pluie avec anxiété, la terre labourée étant soumise à une évaporation intense sur toute l'épaisseur du labour, tandis que l'eau du sous-sol ne peut plus remonter par capillarité dans les couches superficielles du sol, la capillarité ayant été détruite par la charrue.

- L'aération:

Elle sera assurée par un semis très superficiel: 1 cm maximum et 0,5cm maximum dans les terres lourdes et mal ressuyées. La germination est bien meilleure en surface, lorsque la semence est exposée à l'oxygène et à la lumière.

- La température:

La température optimale pour la germination se situe environ entre 20 et 22° C. Ceci implique des semis très précoces, effectués en été, et réalisées sous le couvert végétal d'un tapis permanent de trèfle blanc et d'adventices fauchées puis mulchées sur place après les semences. Cette couverture aura pour effet de régulariser la germination et protéger le grain à la fois contre les excès de chaleur et ce froid, notamment sur les versants montagneux où

l'amplitude thermique diurne peut être très importante.

On, a trop souvent tendance à semer excessivement tard, abusant de la rusticité du grain du blé, capable de germer à des températures supérieures ou égale à 1-4°C. Mais la levée est alors très lente avec des risques accrus de perte, notamment en montagne, et le blé n'aura plus le temps de taller avant les grands froids, à cause de la lenteur de la levée.

- La lumière:

Elle est essentielle à une bonne germination. D'où l'intérêt de semer directement en surface, afin que les graines soient mieux exposées à la lumière.

L'agriculteur a également fortement intérêt à semer en août d'été, dès le mois de juillet, afin que la germination puisse bénéficier d'une très longue durée, ainsi que d'une forte intensité lumineuse.

Dans le même ordre d'idées, si on a la possibilité de semer en lune montante, idéalement 2 à 3 jours avant la pleine lune afin que la germination coïncide avec celle-ci, ce sera parfait. On évitera surtout que les graines germent au moment de la nouvelle lune.

### III INFLUENCE DE LA PROFONDEUR DU SEMIS SUR LE TALLAGE.

Les talles sont issues de bourgeons situés à l'aisselle des feuilles. On distingue les talles de coléoptile, qui prennent naissance à la base de celui-ci, et les talles de feuilles.

La première talle de feuille apparaît généralement à l'aisselle de la première feuille, lorsque la plante parvient au stade 4 feuilles. Elle est entourée d'une pré-feuille située autour de la première feuille. C'est donc lorsque la quatrième commence à se développer (stade ¾ feuilles) qu'on constate, en général, l'apparition de cette talle de première feuille. Quant aux talles deuxième, troisième et quatrième feuille, elles apparaissent par la suite et sont fermées à partir de bourgeons ayant pris naissance à l'aisselle des feuilles correspondantes. Les talles des quatre premières feuilles (feuilles qui préexistaient déjà dans l'embryon du grain) sont dites talles primaires.

Chacune d'elles va émettre des talles secondaires, elles-mêmes susceptibles d'émettre des talles tertiaires. Ces 12 talles déjà émises sont constituées de pré-feuilles qui vont devenir à leur tour des feuilles: on en arrive donc à 16 feuilles. Ensuite chaque feuille va encore donner naissance à une talle et ces talles donnent à leur tour des talles de talles et ainsi de suite... 12 talles + 32 talles, on en est déjà à 45 épis potentiels, sans parler des autres talles qui vont surgir par la suite.

Cependant, bien avant que surgisse la talle de la première feuille, 3 ou 4 semaines, un bourgeon peut se différencier sur le rhizome à la base du coléoptile et donner naissance à une talle de coléoptile, qui elle-même peut engendrer des talles secondaires et tertiaires, notamment chez le blé et l'avoine.

La première talle à apparaître est donc celle de coléoptile, mais sa présence dépendra essentiellement de la profondeur du semis (et aussi de la variété utilisée). Ainsi, en semis trop profonds (graines enfouies à 6 à 7 cm), quelle que soit la variété, les talles de coléoptile n'émergeront jamais.

Par contre, avec un semis superficiel effectué à 1 à 2 cm de profondeur maximum, toutes les variétés de blé vont émettre des talles de coléoptile et a fortiori lorsqu'il s'agit d'un semis à la surface du sol. Et il faut retenir que du fait de son apparition précoce, la talle de coléoptile a pratiquement la même valeur et la même fertilité que la tige principale porteuse du maître-brin.

### IV LONGUEUR ET FRAGILITE DU RHIZOME.

Entre le grain et le plateau de tallage un lien subsiste: c'est le seul entre-nœud qui s'est allongé et forme le rhizome (tige souterraine) de la jeune plantule. Sur ce rhizome, on distingue deux entre-nœuds:

- le mésocotyle, très court, sous le point d'attache du coléoptile.
- l'épicotyle, au dessous, de longueur très variable, en fonction de la profondeur du semis.

En semis profonds, le développement du rhizome a pour effet de placer le plateau de tallage au niveau du sol. Or, cette tige souterraine est la partie la plus sensible de la plante et sa croissance par élongation exagérée, dans le cas de semis trop profonds, coûte très cher en énergie à la jeune plantule. De plus, cet élancement est un élément de faiblesse. En effet, plus le rhizome est long et grêle, sa longueur augmentant avec la profondeur du semis, plus il risquera d'être atteint par différents accidents au cours de l'hiver.

La base du rhizome est la zone la plus vulnérable. Lorsqu'on raison de son élongation excessive, elle est atteinte par les gelées, il se produit alors un décollement gangreneux qui fait mourir les jeunes plantules à plus ou

moins brève échéance.

Lorsque l'automne est trop froid et trop humide, et aussi à cause des alternances de gel et de dégel qui soulèvent le sol puis, par suite de l'affaissement de celui-ci, déchaussent les jeunes plants, le rhizome atteint par les gelées est ensuite attaqué par des champignons du type fusarium qui provoquent sa pourriture. Par la suite, au printemps, son élongation exposera les plants aux maladies du pied (rhizoctone, piétin-verse, piétin-échaudage...) avec des risques accrus de verse et d'échaudage parasites.

Par conséquent, il faut chercher à obtenir un rhizome qui soit le plus court possible et, pour cela, une seule solution: installer la semence très superficiellement, le plus près possible du plateau de tallage, plateau qui s'étend à la surface du sol (sous couvert de trèfle blanc et de mulch d'adventices fauchées).

En retardant la levée et de par la longueur excessive du rhizome, un semis profond est également beaucoup plus sensible aux limaces, en particulier pendant le stade germination-levée à 1-2 feuilles. En semant le blé début Juillet, par temps sec, les jeunes plantules ne seront jamais exposées aux attaques de ces animaux. De plus, en allongeant inutilement la longueur du rhizome, un semis profond accroît la longueur d canaux conducteur de sève, ce qui diminue l'efficacité du métabolisme de la plante, aux dépens de sa croissance utile (feuilles et racines) et avec des accumulations en dépôt d'éléments solubles (la protéosynthèse est retardée), favorisant les attaques des parasites.

#### V CONCLUSION SUR LES SEMIS SUPERFICIELS

Lorsque l'en sème en surface, la semence, exposée à l'oxygène et à la lumière, germera dans les meilleures conditions; les réserves de la jeune plantule en sucres (énergie) seront alors uniquement mobilisées pour produire de la végétation utile et des talles, au lieu d'être gaspillées vainement dans l'élongation du rhizome. C'est ainsi qu'un semis très superficiel favorise une levée rapide et sans déchet, de même que la précocité du tallage.

En supprimant le rhizome, on supprimera la partie de la plante la plus fragile et la plus sensible au froid comme au parasitisme. De plus, toutes les réserves d'énergie épargnées donneront autant de feuilles et de talles nouvelles, avec un meilleur enracinement.

Donc, un semis en surface favorise la croissance utile du blé, avec un tallage plus abondant et une meilleure résistance au froid ainsi qu'au parasitisme, tout en permettant la prompte sortie des talles de coléoptile dent la première, il ne faut pas l'oublier, équivaut en fertilité au maître-brin porté par la tige principale.

### **QUATRIEME PARTIE : MARCHE A SUIVRE**

#### 1 OBJECTIFS DE DEVELOPPEMENT ET DE RENDEMENT

##### A. DATE ET DENSITE DE SEMIS.

La précocité de la date du semis est le facteur décisif du rendement. Par conséquent, cette date doit être raisonnée et déterminée en fonction de l'objectif de production. Quant à la densité de peuplement, elle est définie à partir de la date retenue et en tenant compte des conditions du milieu. C'est à dire que plus on sème tôt et moins l'hiver est rigoureux ou long, plus le développement végétatif, sera important et donc moins le peuplement devra être dense.

Sachant que la date et de la densité du semis sont par conséquent à moduler en fonction de l'objectif de rendement, on obtiendra, par exemple du Bassin parisien, les données suivantes:

- pour un objectif de rendement de 60 – 70 quintaux par hectare (qx/ha), les dates de semis s'échelonnent entre le 25 août et le 5 septembre. Les dernières levées doivent avoir lieu avant le 15 Septembre sinon la réussite des semis devient très aléatoire et il faut se rappeler que 8 jours gagnés en septembre, ceux sont 3 semaines de précocité gagnées au printemps. Quant à la densité de peuplement, elle sera de 25 plants par m<sup>2</sup>, avec un écartement de 20 cm en tous sens.
- pour un objectif de rendement de 80 à 90 qx/ha, les dates de semis s'échelonnent entre le 15 et le 25 août, avec une densité de peuplement de 15 plants par m<sup>2</sup>, soit des écartements de 25cm en tous sens.
- pour un objectif de 100 à 110 qx/ha, les dates devront s'échelonner du 25 Juillet au 15 août. Il est toutefois préférable que la levée est lieu avant le 15 août

À ce niveau de rendement, la précocité de la date du semis revêt une importance capitale: à partir de 100 qx/ha, le carbone devient le principal facteur limitant de la production. C'est ainsi qu'à partir d'un haut niveau de rendement, la chaleur et la lumière deviennent progressivement limitant. On sait par exemple que les conditions climatiques du Nord de la France ne permettent guère de dépasser 22 tonnes de matière sèche par hectare et par an, donc 22 tonnes en 12 mois y compris les racines. À ce niveau de production, on a donc intérêt à prolonger la durée de végétation sur 12 mois. Or, pour cela, il faut semer le blé d'hiver immédiatement après l'avoir récolté; par conséquent, les semences

devront être effectuées fin juillet - début août.

De plus, si on vise 100 à 110 qx/ha, on ne peut pas se permettre de gaspiller de l'énergie et de la matière sèche en élongation foliaire ou de tiges. C'est, la raison pour la quel on sèmera très clair: on recherchera une densité de peuplement de l'ordre de 10 plants par m<sup>2</sup> avec 50 cm d'écartement en tous sens. A ce niveau de rendement, on cherche à obtenir de gros rendement et non de la paille.

- On peut également consacrer une petite surface, de l'ordre de 1000m<sup>2</sup> (10 ares), aux pépinières de porte-graines et aux parcelles d'essai, zone où effectuera un travail de sélection génétique, avec des objectifs de rendement de 120 – 130 qx/ha, et où les blés seront semés dès la Saint-Jean, entre le 21 Juin et le 7 juillet.

A un tel niveau de production, tous les facteurs limitant du rendement doivent être supprimés : 13 mois de végétation seront nécessaires pour fabriquer les 25 tonnes de matière sèche indispensables et on recherchera alors des densités de peuplement de l'ordre de 4 – 6 plants par m<sup>2</sup>, avec un écartement en tous sens de 40 – 50 cm sur des parcelles qui seront surfumées.

Evidemment, les objectifs de rendement ne sont pas seulement déterminés en fonction de la date du semis. Il faut également tenir compte du contexte climatique (notamment dans les régions qui sont à la fois limitées par le froid et l'échaudage) et du contexte pédologique. Un objectif de production de 80 à 100 quintaux par hectare et par an recherché sur les meilleures terres de France devra être ramené à 50 ou 60 quintaux sur les terres à seigle les plus pauvres.

Les variétés du blé qui sont actuellement les plus productives ont un potentiel de rendement théorique de 150 à 160 quintaux par hectare (calculé en fonction de leur aptitudes génétiques). Cependant, il convient de garder la tête froide: à partir d'un certain niveau de rendement, les augmentations deviennent de plus en plus difficiles, notamment à cause de la loi du minimum qui indique que le plafond du rendement sera déterminé par le facteur limitant qui est disponible en plus faible quantité. C'est pourquoi il faut tenir compte des facteurs pedo-climatiques pour déterminer l'objectif de rendement à atteindre.

On retiendra donc qu'en agriculture sans engrais chimiques solubles, des objectifs de rendement de l'ordre de 90 à 100 quintaux par hectare et par an ne pourront être atteints que si la durée de végétation est, prolongée par un semis plus précoce, car, à partir d'un certain niveau de rendement, des cycles de végétation de 11 à 12 mois deviennent nécessaires en plaine, comme par exemple dans le Nord-ouest de la France et le Bassin parisien. En montagne, on sèmera dès la Saint Jean, afin de pallier l'hiver rigoureux (qui raccourcit sérieusement la durée de végétation active) par un cycle de végétation s'allongeant sur une durée de 14 - 15 mois.

## B. LA FLAMME DE CROISSANCE

Les graminées (et les végétaux d'une manière générale) ont une croissance exponentielle, dans la mesure où la matière végétale, qui se fabrique chaque jour dans un champ de blé, est étroitement liée à celle qui est déjà fabriquée; plus il y a de

Feuilles exposées à la lumière, plus l'énergie captée est importante et donc plus il y a matière végétale produite. C'est ce qui explique, pour un jeune plantule, les premières semaines de végétation ne produisant pas beaucoup de végétation, alors qu'à partir d'un certain stade de développement (stade de pleine tallage), l'usine chlorophyllienne fonctionne à plein rendement et la production de matière végétale devient alors très importante : c'est la flambée de croissance.

Or, c'est également pendant cette période que la plante commence à emmagasiner le maximum de réserves organiques de matière sèche, d'énergie et de protéines à la base de ses tiges et de ses feuilles, ainsi que dans ses racines. Ce sont ces réserves qui lui permettront de redémarrer rapidement au printemps et d'initier son inflorescence dans les meilleures conditions, malgré la faim d'azote printanière qui sévit à cette époque.

Donc, si on sème trop tard, les températures trop fraîches de l'automne et le déficit d'insolation bloquent la croissance du blé dès les premières semaines; si bien qu'on ne bénéficiera pas de cette flambée de croissance et que la plante n'aura plus la possibilité d'accumuler des réserves de matière vivante. Elle repoussera donc beaucoup moins vite au printemps, étant très fortement pénalisée par la faim d'azote printanière.

Lorsque l'on sème tôt, on ne se contente pas d'allonger le cycle de végétation, bien plus, on fait profiter à la jeune plantule de températures élevées et de jours beaucoup plus longs, avec une intensité lumineuse beaucoup plus forte. C'est ainsi qu'un blé d'hiver semé début août aura eu le temps d'effectuer sa flambée de croissance en septembre et début octobre, à une époque où les températures et l'ensoleillement sont encore suffisants.

L'énergie emmagasinée sous forme de matière végétale produite devient de plus en plus importante au fur et à mesure que se développe le feuillage de la plante, avec des réserves de matière sèche qui s'accumulent à la base des feuilles et dans les racines. Au printemps, le jeune apex en formation y puisera.

Si on veut le maximum de production, il est donc essentiel que le blé puisse profiter au maximum de sa flambée de croissance.

C'est ainsi que si on triple le temps de croissance en automne en semant le 1<sup>er</sup> août au lieu de le faire le 20

octobre, en multipliera par cinq le potentiel de rendement; non seulement par la plus grande quantité de talles formées, mais également du fait de l'accumulation des réserves qui permettront un excellent démarrage de la phase reproductive au printemps.

Il faut donc semer suffisamment tôt pour que la flambée de croissance puisse se réaliser pendant au moins un mois à un mois et demi (4 – 6 semaines). Un blé semé début août commencera à la réaliser à partir du stade plein tallage (7/8 feuilles), de début septembre jusqu'à fin octobre, soit pendant plus de deux mois et à une période où la vie microbienne du sol libère beaucoup d'éléments fertilisants à l'état assimilable (nitrates) et où la température ainsi que l'ensoleillement permettent encore une croissance rapide.

### C. STADE OPTIMUM A L'ENTREE DE L'HIVER

Il faut semer tôt coûte que coûte. Et c'est pourquoi on peut dire qu'au semis les jeux sont faits: un blé bien ancré et suffisamment développé avant l'hiver c'est gagné ou presque; d'où l'intérêt des semis précoces.

Il faut essayer d'obtenir une belle touffe avant l'arrivée des froids de l'hiver; le stade optimum du blé à l'entrée de l'hiver étant caractérisé par:

- des plants bien développés en surface mais compacts et trapus, c'est à dire présentant des formes bien ramassées avec un fort diamètre au collet et sans élancements, avec une absence d'élongation des feuilles. Ces plants doivent, présenter en surface une belle touffe ayant au moins 20 à 25 feuilles vraies et bien développées, donc ne pas oublier de semer clair.
- un enracinement également bien développé en profondeur, mais avec un rhizome très court, obtenu avec un semis très superficiel ou en surface.

Pour que le blé soit parvenu à ce stade de développement, il faut une somme de températures (température moyenne journaliers multipliée par le nombre de jours) d'environ 1200 à 1500° C, calculée sur la base de 80 à 100° C par feuille émise après la levée.

Dans chaque région agricole, la détermination de la période de semis la plus favorable va dépendre:

- de la température moyenne de l'automne
- de la date probable des premières gelées et des premiers froids importants
- de la régularité et de l'importance de la pluviométrie
- des travaux de préparation du sol qui en particulier soumettant plus ou moins la levée à des risques de sécheresse.

Maintenant, il s'agit de trouver les meilleurs moyens pour atteindre l'objectif de développement du blé qu'on s'est fixé, mais, dans les conditions de culture actuelles, il sera souvent contrarié par des conditions trop sèches dues au travail du sol, donc pour l'atteindre il n'existe qu'une seule solution: supprimer le labour.

## II LE TRAVAIL DE SOL

### A. LE PROBLEME DE LA SECHERESSE.

En plaine, le principe de base consiste à ressemer aussitôt après la récolte, même si la sécheresse persiste: aux premières pluies les graines germèrent.

Tandis que si on attend, on risque de perdre de précieux jours; soit parce que la pluie qui aurait suffi à faire germer les graines sur la terre n'est pas suffisante pour celles semées après elle, soit parce que la pluie trop abondante d'un orage violent retarde ensuite le semis, le travail de préparation du sol étant impossible sur une terre mouillée.

Après la levée, la jeune plantule n'a pas de gros besoins en eau et, si la sécheresse persiste de trop, ses racines se développent en profondeur, ce qui est une bonne chose, un effet, la plante sera alors rustique et, à ce stade de végétation, elle supportera des périodes de sécheresse pendant lesquelles en croissance sera ralentie, voire stoppée. Mais à la première pluie, elle redémarrera en force.

Plus la levée sera précoce et plus tôt s'établira un couvert végétal capable de photosynthèse efficace. A une avance de deux ou trois semaines au semis correspond seulement une différence de quelques jours (doux à trois) à la maturité, de sorte que la plante la première levée disposera d'une durée de végétation bien plus longue, avec un potentiel de rendement supérieur.

Par ailleurs, il arrive que la sécheresse se prolonge fort tard en arrière saison, jusqu'à mi—novembre ou fin novembre. C'est ce qui est arrivé pendant l'automne de l'année 1983 on a pu observer qu'à l'entrée de l'hiver:

- pour les semis effectués le 1<sup>er</sup> octobre, les blés présentaient une végétation drue, poussante et fort bien enracinée,
- tandis que pour les semis plus tardifs, effectués après le 25 octobre, les cultures accusaient un retard de 15 jours par rapport à une année normale,

Autrement dit, les années où la sécheresse se prolonge tard en automne, il est bon de semer le blé plus tôt afin qu'il profite des pluies d'été, se développe rapidement et s'enracine profondément pour mieux faire face à la sécheresse prolongée. Pour ces années à l'automne très sec, il est donc préférable de semer avant que les réserves hydriques du sol ne soient épuisées.

Pourtant, beaucoup d'agriculteurs de l'Ouest de la France et de la Bretagne auront tendance à raisonner la date du semis avec le retour des pluies en automne (plus en s'avance vers l'Ouest) et à craindre que les blés se mettent à monter avant l'hiver, à cause de l'automne doux. Mais cette crainte n'est pas fondée, si on prend soin de choisir des variétés "d'hiver" (les variétés

alternatives étant à proscrire) et surtout si on sème clair (il est bien connu que les peuplements trop serrés accélèrent les montées à graines, à cause de la faim de carbone qu'ils provoquent),

Dans les conditions actuelles de culture, une très forte proportion de céréales d'hiver est implantée après labour. Cela ne va pas sans poser de problèmes notamment dans les terres les plus lourdes, car, pour réduire les mottes durcies par la sécheresse, les agriculteurs sont amenés à faire plusieurs passages de herse, travaux qui finissent par assécher le sol, conduisant ensuite à un déficit hydrique.

Dans les terres lourdes et très lourdes, comme en Lorraine, la préoccupation principale sera d'ailleurs la sécheresse, sachant qu'elle se prolonge en général de la mi-août à la mi-septembre. Là comme ailleurs, il faudra semer suffisamment tôt, avant le 15 août, pour profiter de quelques pluies d'été (les orages) et éviter que les réserves hydriques du sol soient complètement épuisées.

Il faut donc retenir que les labours et les autres travaux du sol soumettent -la levée à des risques accrus de sécheresse:

- d'une part parce qu'ils diffèrent les semailles,
- et surtout parce qu'ils provoquent une évaporation intense des couches superficielles du sol. Il faut donc faire très attention à ne pas différer les semailles avec les travaux du sol (déchaumage, labour, hersages, etc...) car le créneau est très court et il faut savoir le saisir sinon on sème trop tard après avoir en plus asséché le sol.

De plus, il faut savoir qu'un blé d'hiver semé tôt n'a nul besoin de labour dans la mesure où il aura le temps de développer un système racinaire suffisamment puissant pour ameublir le sol par lui-même. En effet, un blé qui est assez ensoleillé est capable de développer un appareil racinaire dense, puissant et en profondeur avant l'hiver.

## B. LE TASSEMENT DU SOL

Pour que les graines puissent germer à la surface du sol, il faut que l'humidité puisse remonter jusqu'à elles par capillarité, donc que le sol soit tassé. Une terre bien préparée doit permettre d'y rouler à bicyclette, et sans fatigue!

Si on laboure, un tassement artificiel (obtenu avec des hersages puis des roulages) avant le semis sera indispensable, ne serait-ce que pour pouvoir déposer les graines à une profondeur régulière; le temps manquera et on ne pourra y jamais semer à la date optimale.

Une terre tassée, c'est à dire un sol bien rassis, permet :

- à l'eau de remonter jusqu'à la semence par capillarité
- de régulariser la profondeur du semis
- d'augmenter la portance du sol; on s'y déplace très facilement, sans s'enfoncer, ce qui facilite les semailles.

Il est donc préférable de maintenir en dessous des semences une zone de terre tassée, qui laisse remonter l'eau par capillarité, et de semer suffisamment tôt, notamment dans les régions où la fin de l'été est fréquemment sèche, comme par exemple dans les Pays de la Loire et le Poitou Charentes.

Si l'on sème le blé sur un labour, le sol aura subi une évaporation très intense et les semailles seront reportées en fin d'été, période où les conditions trop sèches ne faciliteront pas la levée.

Par ailleurs, un sol suffisamment tassé avant le semis est nécessaire pour semer à une profondeur régulière. Il faudrait na jamais placer les grains de blé à plus de 1 ou 2 cm de profondeur, mais des semis à 5 à 8 cm, à cause d'un passage de herse après un serais effectué sur un sol mal rassis, sont fréquemment observés. Cela donnera, pour les plants qui auront réussi à lever (une science enfouie trop profondément dans le sol risquant de pourrir), des plantes chétives, plus sensibles au froid et avec un tallage réduit ainsi que plus tardif. On a vu qu'un semis trop profond retarde et réduit la levée, allonge démesurément le rhizome (plus il sera long et grele, plus il risquera d'être atteint par différents accidents au cours de l'hiver) et sensibilise la plante aux effets du froid et des parasites.(taupins, limaces, fusarioses, piétins et autres maladies du pied).

De plus, un sol bien portant et une profondeur régulière du semis sont indispensables à l'agriculteur qui souhaitera effectuer un sarclage ou binage de pré-levée.

## C. LES INCONVENIENTS DU LABOUR

Les labours présentent de nombreux inconvénients, parmi lesquels :

### 1 ) UN SOL DESSECHE

Comme nous l'avons dit précédemment, les labours dessèchent violemment les couches de terre travaillées par une évaporation intense.

En effet, le contact entre la terre divisée en mottes et l'air est alors beaucoup plus grand que dans le cas de la surface libre d'un sol naturel. Il se produit ainsi une évaporation intense à la surface de la couche tassée qui se trouve immédiatement sous celle ameublée par le labour. L'eau monte par capillarité à travers cette zone tassée et s'évapore au contact de l'air qui remplit les vides de la couche ameublée. En s'évaporant, elle dépose les sels minéraux chimiques, qu'elle contenait en dissolution, en une croûte dure, imperméable à l'air et difficilement perméable à l'eau.

Appelée semelle de labour, cette croûte agit comme une cloison étanche, s'éparant la couche arable de la couche profonde et empêchant son enrichissement naturel par l'ascension des eaux profondes et des sels qu'elles contiennent. D'autre part, elle constitue un obstacle à la pénétration des racines dans le sol.

Dans le cas où il ne pleut pas après le labour et le semis, la couche retournée se dessèche violemment avec pour conséquence que les graines ne trouvent plus l'humidité nécessaire à leur germination et développement normale. On assiste alors à la fonte des semis et il s'en perd une grande quantité.

Voilà pourquoi les agriculteurs qui auront semé sur labour attendront avec anxiété que la pluie restitue à la terre

l'eau que cette façon, culturale lui a enlevée; la destruction des canaux capillaires empêchant l'ascension de l'eau du sous-sol jusqu'à la semence.

## 2) UN SEMIS TROP PROFOND

D'une manière générale, on a tendance à semer trop profond; or, cette habitude ne se justifie que dans les terres qui viennent juste d'être labourées, dans la mesure où elles sont desséchées sur presque toute la profondeur du labour et où la destruction des canaux capillaires empêche l'ascension des eaux du sous-sol jusqu'à la semence. En effet, les graines semées en surface sur un labour manqueraient d'eau pour germer, alors qu'elles trouvent en profondeur l'air nécessaire à leur germination car le labour aéré intensément le sol. Cependant, lorsque l'on sème trop profond, beaucoup de jeunes plantules meurent avant même d'avoir atteint la surface du sol trop éloignée.

La semis superficiel, plus conforme aux exigences biologiques des plantes, suppose que la couche arable soit suffisamment rassise pour attirer l'humidité du sous-sol. Autrement dit, les graines semées en surface doivent se trouver au-dessus d'une couche de terre humide, c'est à dire légèrement tassée afin de permettra l'ascension de l'eau du sol par capillarité.

Mais il faut éviter que l'eau puisse s'échapper dans l'atmosphère après être montée à la surface du sol, sinon l'évaporation superficielle épuiserait rapidement les réserves d'humidité en surface, réserves qu'il faut garder pour la semence. C'est en effet sous les semis, et non au-dessus, que la terre doit être tassée. Et c'est pourquoi, après avoir semé les graines en les ayant répandues directement à la surface du sol, il faut les recouvrir par un tapis (isolant thermique empêchant l'évaporation) constitué par du compost et des matières organiques diverses (mulch, d'adventices fauchées, etc...).

## 5) UNE TERRE SOUFFLEE

Les labours, notamment ceux qui n'ont pas eu le temps de se rasseoir, laissent en dessous du lit de semence une zone comportant des creux très préjudiciables à l'enracinement du blé, avec des risques accrus de déchaussement en hiver et de verse précoce ces la floraison. Le blé d'hiver, comme d'ailleurs l'orge et le seigle, redoute ce type de terres que l'on qualifie de soufflées et qui ne portent pas le pied.

Lorsque la, matière organique fraîche a été enfouie en profondeur et notamment dans les sols froids et acides qui retardent sa décomposition, les labours laissent une terre soulevée avec en dessous des cavités qui se remplissent d'eau en hiver. Ceci favorise la congélation, soulève la masse et déracine la céréale.

De plus, la matière organique fraîche enfouie en profondeur et n'ayant pas encore eu le temps de se décomposer abrite alors des parasites et favorisent la multiplication des vers blancs, rouges et jaunes, vers qui vont pulluler et dévorer les céréales au printemps.

## 4) DES SEMAILLES DIFFEREEES

On sait maintenant que la première condition de la réussite d'une culture de blé d'hiver est d'en soigner l'implantation puisque le potentiel de production dépend pour une large part de la qualité de son implantation, sachant qu'elle doit se concrétiser par l'obtention d'un bon stade de développement à l'entrée de l'hiver. Le blé sera bien implanté si on sème tôt, peu serré et à faible profondeur; les semences répandues directement à la surface du sol étant protégées par un mulching de compost et d'adventices fauchées.

D'autre part, on vient de voir que les blés redoutent les sols creux, sujets à s'affaisser, et les terres qui ont une densité trop faible: les terres creuses, comme disent les agriculteurs. Lorsqu'on laboure, la terre doit être ameublie de manière égale dans toutes ses parties, sans motte compacte qui empêche., à la fois le développement racinaire, la sortie des coléoptiles et la circulation de l'eau. D'ailleurs cela n'ira pas sans poser des problèmes dans les sols les plus argileux où, pour réduire les grosses mottes durcies par la sécheresse, de nombreux passages de herse seront nécessaires.

De plus, si on laboure, il faut faire en sorte que la terre autour des graines soit finement pulvérisée, faute de quoi il s'y formerait des cavités susceptibles de gêner la germination et l'enracinement. Toutefois, dans les terres à structure instable, il ne faut pas oublier de laisser des petites mottes en surface pour ne pas accroître les risques de battance.

Lorsque l'on sème du blé sur un labour, il faut s'arranger pour que l'eau de pluie soit absorbée peu à peu par la terre-, sans circulation trop rapide, sinon cela risquerait d'entraîner les semences en profondeur et provoquerait leur pourriture. Ceci suppose un tassement du sol suffisant, excluant les fissures se produisant dans les terres creuses, et signifie donc que la terre labourée doit être hersee et plombée au rouleau à plusieurs reprises, avant d'être ensemencée, pour que le sol ait le temps de se rasseoir avant le semis.

Mais toutes ces préparations coûteuses ne servent en fait qu'à différer les semailles. De plus, la terre ne peut et ne doit être labourée que lorsque le sol n'est ni trop sec, ni trop humide, ce qui rend l'agriculteur particulièrement dépendant des aléas climatiques. Trop de fois on constat" que des terres pourtant bien labourées sont gâchées ensuite par un abat d'eau important ou au contraire par une sécheresse.

## D. LES ADVENTICES

### 1) UN HANDICAP POUR LE CULTURE

En agriculture biologique, on laboure essentiellement pour lutter contre les adventices. Certes, il est nécessaire de les contrôler dans la mesure où elles peuvent occasionner des chutes de rendement très importantes (de 50 à 75 %) et portent même parfois préjudice à la qualité du produit, comme par exemple les graines toxiques de la nielle qui pousse souvent dans le blé, le seigle et l'avoine, mais il faut savoir que les adventices nuisent à la culture dès les premiers jours de leur apparition car elles sécrètent des substances phytotoxiques. En cas d'invasion précoce, il suffit de 8 jours de présence de mauvaises herbes dans une culture d'orge et 15 jours dans un champ de maïs pour provoquer une chute de rendement. Par contre, il a été démontré que, si une invasion précoce est très préjudiciable, une invasion après la troisième semaine d'installation de la culture est comparativement peu



nuisible. En tout cas, il est bien connu qu'un envahissement tardif de bien moindres conséquences.

Il faut donc retenir qu'une culture sera handicapée dès son départ par les sécrétions toxiques (ou inhibitrices) des mauvaises herbes en germination les premières.

Les adventices qui sécrètent des toxiques racinaires, comme les geraniums, les coquelicots, les sanves et les ravenelles, sont les plus gênantes. Le coquelicot sécrète des antibiotiques capables, pour un seul pied, de supprimer tout plant de blé dans un rayon de 25 à 50 cm; l'avoine étant moins sensible. Les sanves nuisible à toutes les graminées et surtout au maïs, céréale qui d'ailleurs sécrète des toxines nuisibles à sa propre espèce. Il a donc tendance à éliminer tout plant naissant en retard et cette inhibition se fait parfois ressentir à plus de 4 mètres de rayon. Les menthes, coquelicots, sauves, ravenelles et autres adventices ont la faculté de tuer les mycorhizes des plantes cultivées et notamment des céréales. Il faut également se méfier des crucifères qui nuisent parfois aux graminées: il semble que les navets sont très préjudiciables à l'orge et que les choux nuisent au seigle. Le sarrasin lui reste propre grâce à ses sécrétions inhibitrices de germination.

Le manque d'occupation végétale, laissant une partie de la surface inoccupée tout en perturbant les équilibres vitaux du sol, favorise l'invasion des adventices, dans la mesure où la culture ne présente aucune défense par étouffement ou par concurrence simultanée. De même, une culture qui manque de vigueur et qui n'a pas encore atteint un stade de développement suffisant favorise la progression des adventices.

Voilà pourquoi le sol doit être occupé en permanence par la culture elle-même et par des engrais verts associés.

## 2) L'OCCUPATION PERMANENTE DU SOL

### A. PAR ENGRAIS VERTS ASSOCIES AU BLE

Le trèfle blanc ou la minette (lupuline) sont très efficaces pour étouffer et donc concurrencer les adventices, dans la mesure où ils réalisent une couverture permanente. Ce sont des plantes nettoyantes:

- elles poussent dru avec un port rampant très efficace pour priver de lumière les adventices entrain de germer et de pousser, plantes dont les graines sont généralement très petites, avec peu de réserves, et ont besoin de lumière très rapidement.
- de plus, les légumineuses associées sécrètent des toxines dés herbantes que les chercheurs américains voudraient bien pouvoir fabriquer synthétiquement tant elles sont efficaces. C'est ainsi que le trèfle blanc arrive même à étouffer des mauvaises herbes aussi coriaces que le chiendent et l'armoise.

Les céréales, avec leur port dressé qui laisse arriver la lumière sur le sol, favorisant de cette façon la progression des adventices, doivent donc être associées avec des légumineuses à port étalé ou rampant. Ces dernières agissent comme un véritable mulch vivant, enrichissant le sol et gardant la terre bien humide et bien aérée (structure grumeleuse). Ce sont des plantes complémentaires.

De plus, les engrais verts associés sont des plantes pérennes, comme le trèfle blanc, et/ou qui se ressèment très facilement, comme la minette (annuelle ou bisannuelle). Par conséquent, non seulement ils occupent le sol en permanence, mais en plus, et surtout, ils donnent le maximum de végétation en été, au moment où les céréales d'hiver sont encore trop jeunes et trop peu développées pour pouvoir concurrencer les adventices et se défendre contre elles.

### B. PAR LE BLE LUI-MÊME

Il faut semer aussi tôt qu'on le peut, immédiatement après la moisson, afin que le blé puisse à nouveau occuper le terrain et acquérir un développement suffisant le plus tôt possible. Il pourra ainsi surpasser les adventices.

Vers la fin de l'été, le sol, réchauffé pendant toute la saison chaude, a une activité microbienne optimale, avec une décomposition très rapide de la matière organique et une minéralisation intense; de sorte qu'au mois d'août, une forte quantité d'éléments fertilisants est libérée sous forme assimilable. Donc, si la culture de blé n'est, pas encore capable d'en tirer parti, les mauvaises herbes gourmandes, elles, ne manqueront pas d'en profiter et domineront alors la culture.

Dans le cas contraire, c'est à dire si le blé a atteint un stade de développement suffisant, avec un réseau racinaire assez puissant et dense pour pouvoir absorber les éléments minéraux libérés par le sol, c'est la culture qui dominera, les mauvaises herbes. Dans de telles conditions, on verra le blé d'hiver se rendre maître du vulpin et de l'ivraie.

Sachant que c'est le manque d'occupation du sol par la culture qui gère la cause principale de la prolifération des adventices et qu'il est donc essentiel que le sol soit occupé en permanence, le problème de la densité de peuplement devra être un compromis entre l'ensoleillement optimal de la plante et l'occupation maximale du sol (voir Deuxième partie: Semis clairs).

On a déjà vu que ce sont les invasions précoces d'adventices qui sont les plus préjudiciables à la culture en raison des produits phytotoxiques émis par certaines de ces plantes. A ce sujet, les vieilles méthodes de hersage effectuées immédiatement après la levée étaient très efficaces, mais à condition que le sol soit suffisamment portant, c'est à dire qu'il n'ait pas été labouré avant le semis. De plus, l'élimination des adventices dans l'interligne est insuffisante, il faut également les éliminer sur le rang et ne pas perdre de vue qu'un hersage intempestif peut abîmer les jeunes plants tout en provoquant une levée accidentelle de nouvelles adventices, notamment en sols sableux où la herse s'enfonce profondément.

Le point important est en fait de connaître le bon moment pour semer. Par exemple, en Beauce et dans la Bassin parisien, cette période se situe juste quand les adventices de printemps commencent à faner suite à la sécheresse et aux coups de chaleur de fin juin - début juillet, et avant que celles d'été aient commencé à germer et à lever suite aux orales et aux averses de fin

juillet - début août. On sèmera donc l'orge et le blé d'hiver avant ces orages, puisqu'il est essentiel qu'ils puissent germer et lever avant les adventices.

C'est ainsi par exemple que si l'on sème l'orge d'hiver dans le blé d'hiver en train de mûrir, les semences germeront avant les adventices. Les mauvaises herbes d'été ne lèveront qu'après la moisson du blé, à la suite des orages de fin juillet -début août, mais, à cette époque, l'orge semé 15 jours à 5 semaines (dès sa maturité) avant la moisson du blé, aura déjà pris une tête d'avance. En calculant les semailles de sorte qu'il n'y ait pas d'intervalle entre la succession des cultures, on donne ainsi aux graines semées un sérieux avantage sur les adventices.

Par exemple, si l'on sème les céréales d'hiver, orges et blé, vers la Saint Jean, fin juin - début juillet, sur défriche de jachère ou de luzerne, alors que la moisson précédente de céréales d'hiver est encore en train de mûrir, les jeunes plantules lèveront avant les adventices. Celles-ci n'apparaîtront qu'après la moisson du blé et suite aux premiers orages de fin juillet - début août et seront surpassées par les jeunes céréales déjà bien implantées et croissant avec vigueur.

NB: Si on semait toutes les mauvaises herbes aussi tard que l'on sème le blé actuellement, aucune d'entre elles ne pourrait sortir, qu'il s'agisse du chiendent ou d'une autre.

L'idéal est donc de faire en sorte que le blé puisse germer, lever et croître avant les adventices. Or, lorsque l'on sème trop tard, celles-ci prospèrent dans la culture, handicapée dès son départ par les sécrétions toxiques des mauvaises herbes en germination les premières.

Par conséquent, l'essentiel consiste à semer les céréales d'hiver suffisamment tôt et au bon moment, afin qu'elles aient le temps de germer et de lever avant les adventices d'été, et d'atteindre leur flambée de croissance avant que ne lèvent celles d'automne. En plus, si l'on recouvre le champ avec un mulch de compost et d'adventices fauchées juste après le semis (sur défriche de jachères) ou après la levée (lorsqu'on a semé la céréale dans la récolte précédente en train de mûrir), on coupera court momentanément à la germination des adventices. Et, comme nous l'avons vu précédemment, la trèfle blanc associé à la céréale d'hiver également très utile pour concurrencer les mauvaises herbes, puisque c'est un engrais vert étouffant et donc une plante nettoyante.

### 3) LES GRAINES D'ADVENTICES ET LEUR EVEIL

La méthode habituelle de lutte contre les adventices est le travail du sol» notamment en agriculture biologique puisque les herbicides ne sont pas utilisés. Mais, lorsqu'on travaille le sol mécaniquement, les minuscules graines des mauvaises herbes, qui étaient profondément enfouies et qui n'auraient jamais germé autrement, sont alors remontées à la surface ayant ainsi une chance de germer.

De plus, dans ces conditions, on donne avantage aux variétés d'adventices qui, pour la plupart, ont une germination et une croissance très rapides, en raison de la petitesse de leurs graines.

C'est ainsi que le travail mécanique du sol, notamment lorsqu'il s'agit de façons culturelles précipitées (labour, hersage, puis semis) ou même simplement de hersages (qui, intempestifs, provoquent des levées accidentelles de mauvaises herbes), ne fait qu'éveiller les graines d'adventices. Ces dernières vont alors prospérer dans la culture, qui sera handicapée, comme nous l'avons vu, dès son départ par les sécrétions toxiques des mauvaises herbes en germination les premières.

On peut donc dire que l'agriculteur qui essaie de contrôler les adventices par le travail du sol sème littéralement les graines de sa propre infortune ; sans même parler du fait que les semailles sont alors trop différées par le travail du sol.

.Dès qu'on cesse de labourer le sol, la quantité de mauvaises herbes décroît nettement et les variétés les plus gênantes finissent par disparaître.

Remarque: En agriculture naturelle, lorsqu'on désherbe un terrain, les faux ou la barre de coupe sont utilisées. En effet, il s'agit là de faucher les adventices à certaines périodes et de les laisser sur place. Mais en aucun cas on ne les arrache, on ne sarcle ou on ne répand de l'herbicide.

### E. CONCLUSION ; SUPPRIMER LE TRAVAIL MECANIQUE DU SOL

Les labours doivent être supprimés, dans la mesure où:

- ils ne font que bouleverser et étouffer la vie microbienne et détruire les vers de terre.
- ils ne servent finalement qu'à diluer l'humus dans un horizon minéral stérile et à provoquer d'autant plus la

prolifération des adventices.

Si on supprime le travail mécanique du sol, cela permet de semer beaucoup plus tôt et ainsi de mieux profiter des reliquats de fumure laissés par les racines de la récolte précédente. Si on ne laboure ni ces racines, ni celles de l'engrais vert associé ou bien encore des adventices (nées et ayant grandi dans la culture précédente, puis fauchées après qu'on les ait laissées se développer suffisamment), elles ne seront aérées fortement que dans la partie supérieure du sol qu'elles occupent. C'est à dire que le dessous .n'étant ni aéré, ni bouleversé par la charrue, sera plus long à se décomposer.

En agissant ainsi, on pourra semer le blé très tôt et l'implantation de la jeune culture sera meilleure car le sol sera moins creux. Puis, la décomposition progressive de la matière organique, non touchée par le labour, assurera:

- une fertilisation progressive, avec une libération d'éléments fertilisants assimilables étalée dans le temps, éléments qui seront ainsi absorbés par la jeune culture au fur et à mesure de son développement (au lieu d'être lessivés ou de servir à nourrir les mauvaises herbes).

- un approfondissement progressif de l'ameublissement du sol, grâce aux vides laissés par la décomposition de la matière organique des racines, au fur et à mesure que la culture se développe.

Aucun travail mécanique ne peut assurer cela. Quant aux coûts et aux problèmes posés par l'enfouissement de la matière organique fraîche (adventices retournées en cours de végétation), mieux vaut ne pas en parler.

Le résultat du travail mécanique du sol est éphémère et désastreux à long et même court terme, dans la mesure où il diffère les semences et empêche la jeune culture implantée trop tardivement de profiter des reliquats de fumure laissés par les racines de la récolte précédente. De plus, le labour a détruit l'ameublissement du sol opéré par les racines, en démolissant les canaux conducteurs qu'aurait laissés derrière elle la décomposition de la matière organique des racines. Et enfin, en ayant remonté à la surface du sol la matière organique des racines laissées par la récolte précédente, il provoque leur décomposition intense et immédiate, avec libération assidue d'éléments assimilables. Ceci ne fera que provoquer la prolifération des adventices qui s'en nourriront, dans la mesure où la jeune culture, implantée trop tardivement, n'aura pas encore atteint un stade suffisamment développé pour les utiliser.

Quant aux "façons inversées", prônées en agriculture biologique (le labour étant précédé de plusieurs façons superficielles très espacées dans le temps pour lutter contre les adventices), elles ne servent qu'à faire reculer davantage la date du semis.

Pour ce qui est du sous-solage, lui aussi très souvent fort prisé dans les milieux de l'agriculture biologique, c'est une pratique très dangereuse. En effet, le chisel ou la sous-soleuse, en accélérant l'écoulement de l'eau provoquent un épuisement lent mais pernicieux du sol: ils favorisent à l'excès le lessivage des éléments fins et des bases (Ca, Mg), de même que la descente en grande profondeur des composés humiques solubles les plus précieux (précurseurs humiques, noyaux phénoliques, etc...).

Ce qu'il faut retenir, c'est que les racines de la culture précédente laissent à la disposition de la nouvelle plante des reliquats du fumier très importants, de même qu'un sol très bien ameubli en profondeur. Leur décomposition dans le sol s'effectue sans poser de problèmes, dans la mesure où les canaux creusés par ces racines contiennent une quantité suffisante d'air. Il faut éviter de trop les aérer par un labour qui les remonte en surface, sinon leur décomposition prématurée conduit à une minéralisation accélérée qui, non seulement fait courir des risques de lessivage, mais en plus, favorise la prolifération des adventices. Celles-ci se multiplient alors rapidement pour recycler tous les éléments nutritifs brusquement libérés en quantité massive puisque la jeune culture, trop tardivement implantée, n'est pas encore suffisamment développée pour pouvoir s'en nourrir.

A condition de ne pas être remuées par les travaux au sol, ces racines laissées par les cultures précédente et mortes en place continuent encore longtemps à jouer de grands rôles physiques sur la structure du sol, donc sur sa capacité en eau et son drainage, jusqu'à ce que celles de la nouvelle culture soient suffisamment développées pour prendre à leur tour le relais dans le travail d'ameublissement du sol.

De plus, en cas de non travail du sol et de semis très précoces, l'évolution très progressive et retardée de la décomposition des vieilles racines mortes permettra de satisfaire la fringale des cultures en place lors de leur flambée de croissance. Celle-ci aura lieu au moment même où le sol est le mieux réchauffé et aéré, vers la fin du mois d'août, époque à laquelle la matière organique subit justement une décomposition accélérée.

Le labour d'automne déclenche une nitrification intensive et la céréale, trop tardivement implantée sur celui-ci, n'aura jamais la possibilité de prendre un développement suffisant pour absorber les nitrates brusquement libérés<sup>0</sup> en quantités massives. Les adventices d'automne vont alors proliférer pour en recycler une partie, tandis que le reste sera lessivé en pure perte (notons que les façons superficielles, comme les hersages, sont également à éviter du fait qu'elles aussi accélèrent la minéralisation de la matière organique). Et les nitrates lessivés vont alors polluer les nappes phréatiques (voir page ?? "Le lessivage en Beauce"). C'est du sabotage!

Avec les façons inversées, prônées par l'agriculture biologique, la multiplication des façons culturales aboutit à une aération intense du sol, avec minéralisation accrue de l'humus, et donc encore davantage de gaspillage et de nitrates perdus par lessivage hivernal,

Autrement dit, l'Homme ne doit pas prétendre travailler le sol directement par lui-même, il doit seulement se contenter d'aider les vers de terre, les micro-organismes et les racines à assumer ce rôle si important. Ainsi les effets du travail de l'Homme s'ajoutent à ceux de la nature, au lieu de les contrecarrer.

### III LE QUESTION DE L'ASSOLEMENT

#### A. L'ASSOLEMENT N'EST PAS TOUJOURS INDISPENSABLE

Quand les conditions de culture sont convenables (occupation permanente du sol réalisés par la couverture de trèfle blanc associé, fumure équilibrée, semis précoces, clairs et superficiels), une même espèce de céréale peut très bien se succéder à elle-même sur une parcelle identique, sans problème particulier de parasitisme et sans prolifération des adventices.

Près des marais salants de l'île de Ré, l'escourgeon, très résistant au sel, s'est succédé à lui-même pendant des millénaires sans arrêt. Sur la vase mal dessalée des polders du tarais Poitevin, il était également cultivé sans rotation avec de très

bons rendements. Et on faisait de même avec le seigle dans les landes sablonneuses acides du Morbihan, Quant au millet, Olivier de Serre préconisait de le faire se succéder à lui-même dans une milleraie.

Le fait d'utiliser de la semence récoltée l'année précédente oblige à prévoir son stockage mais cèle, permet parfois d'éviter les problèmes de dormance. Or, il arrive que les semences de céréales aient de grands besoins en dormance, notamment celles de nombreuses variétés d'escourgeons (orges d'hiver à 6 rangs). La dormance est l'incapacité provisoire des graines à germer. Elle varie selon les variétés et selon les conditions climatiques pendant la maturation. Un temps chaud et sec à l'approche de la récolte diminue ce phénomène, qui, par contre, est accentué par un temps froid et humide avant la moisson, temps qui empêche le grain de sécher convenablement et impose parfois le séchage pour lever la dormance. Ce phénomène fut par exemple inexistant en 1976 mais très marqué en 1980. En Ecosse, les malteurs doivent systématiquement recourir au séchage car les orges récoltées aux alentours de 18 % d'humidité (la récolte ayant lieu en septembre) présentent presque toujours une très forte dormance.

Dans un système agricole assez complet, associant plusieurs plantes avec des arbres, l'assolement n'est plus indispensable. On n'a pas besoin d'une plante sarclée comme culture nettoyante, ni comme tête de rotation capable de supporter un apport massif de fumier enfoui. Il n'est pas non plus nécessaire d'introduire dans la rotation des plantes à enracinement profond, comme la luzerne, dont les racines remontent les éléments nutritifs des couches profondes; ce travail est réalisé par les arbres et le blé lui-même. Quant aux maladies, conséquence pour l'essentiel des conditions de culture ordinaires, elles ne sont pas à craindre.

D'ailleurs, les premières années, le rendement augmente tous les ans et cela pour plusieurs raisons;

- meilleur "coup de main."
- couverture de légumineuses plus âgée et mieux implantée
- amélioration de la variété par sélection masale
- arrière effets de la culture précédente
- etc...

Chaque culture bénéficie des reliquats des racines de la céréale cultivée l'année d'avant, soit une fumure abondante, parfaitement équilibrée et produits gratuitement sur place. Ces racines se décomposent progressivement selon les besoins, après avoir ameubli le sol.

Mais, comme nous allons le voir maintenant, la suppression de l'assolement n'est nullement obligatoire, pas plus que le semis ne doit nécessairement précéder la moisson. Bien des assolements sont possibles en fonction des conditions locales, du temps dont l'agriculteur dispose, etc...

Sachant que la date optimale des semis est, si on prend, l'exemple de la Beauce et du Bassin parisien:

- fin juin - début juillet pour l'orge d'hiver
- courant juillet, pour le blé d'hiver

plusieurs précédents culturels peuvent convenir:

- luzerne
- jachère améliorée - engrais vert
- fourrage en dérobé: Ray Grass Italienne plus trèfle incarnat plus vesce d'hiver
- vesce — avoine — fourrage (fauche à la première fleur)
- à la rigueur colza d'hiver (bien que les crucifères soient un mauvais précédent)
- prairies temporaires

Ces semis très précoces permettront, en plus de ce qui a été présenté dans la première partie "Semi précoces", une meilleure organisation du travail. En effet lorsque l'on sème l'orge et le blé d'hiver vers la Saint Jean, alors que la récolte précédente est encore en train de mûrir sur pied, on sera ensuite moins bousculé au moment des moissons.

De plus, il n'est pas mauvais d'utiliser des semences de l'année précédente car, comme on vient de le voir, il arrive qu'elles aient besoin d'une certaine période de dormance.

Mais il est peu probable que les agriculteurs actuels souhaitent revenir à l'ancien assolement triennal qui faisait succéder à la jachère des céréales d'hiver, puis de printemps (avoine) ou d'été (millet commun), en raison de l'immobilisation importante du capital terre sur un tiers des surfaces.

On aboutira donc à un système d'opportunité raisonnée dans lequel les semailles s'échelonnent de fin juin jusqu'à fin juillet et même début août, c'est à dire que les semis seront effectués en partie avant, pendant et après la moisson, selon le précédent culturel et en fonction du temps dont l'agriculteur dispose. De toutes façons, avec ce système de semis précoces, les moissons seront également un peu plus précoces, ce qui permettra de ressemer encore plus tôt.

## B. L'ASSOLEMENT TRIENNAL ANTIQUE

- jachère (rompue à la Saint Jean)
- céréales d'hiver (blé ou orge)
- céréales de printemps (avoine) et d'été (millet commun)

Il est peu probable que les agriculteurs actuels souhaitent revenir à l'ancien assolement triennal qui faisait succéder à

la jachère des céréales d'hiver puis de printemps, en raison de l'immobilisation importante du capital terre sur un tiers des surfaces. Et pourtant, il présente le grand avantage de permettra facilement un semis très précoce:

- entre le 21 juin et le 1<sup>er</sup> juillet pour l'orge d'hiver.
- entre le 2 et le 15 juillet pour le blé d'hiver

et avec un objectif de rendement de 110 à 120 quintaux par hectare et par an.

Dans cet assolement, tout l'effort technologique est porté sur les céréales d'hiver.

## REMARQUE SUR LE JACHERE

La Jachère n'est pas seulement le "repos" du sol, elle est au contraire un concept opérationnel.

En effet, pendant celle-ci, on donne libre cours aux adventices et à la flore spontanée, plantes que l'on fauche à plusieurs reprises, dès qu'elles ont atteint un certain stade de développement, Et à chaque fois, l'herbe fauchée est laissée sur place, sous forme de mulch protégeant et nourrissant la vie microbienne du sol. Il faut savoir que la nasse propre de la population microbienne peut atteindre au moins un tiers de ce que des matières organiques mulchées.

C'est ainsi que la jachère fournit un engrais vert gratuit et auto-équilibre (flore spontanée) très efficace pour régénérer les sols.

### 1) NOURRIR LES MICRO-ORGANISMES DU SOL

Les micro-organismes du sol se multiplient très rapidement en fonction de la nourriture qui leur est offerte.

Les espèces microbiennes ont une vitesse de reproduction qui dépasse celle de tous les autres êtres vivant, et c'est ainsi que, d'une des conditions favorables, certaines bactéries se dédoublent toutes les 20 minutes, de sorte qu'en 12 heures, l'une d'entre elles peut donner 268 229 000 de descendants.

Mais tous ces êtres vivants ont un cycle de vie très court; certains ne vivent que quelques heures. Si l'on prend un cycle de vie moyen de 30 jours, ce qui est très large, on constatera que les 6500kg (jusqu'à 10 000 et même parfois 20 000Kg) de matière microbienne vivante par hectare, quantité que l'on obtient très facilement dans le cas d'une jachère rationnellement conduite, vont se reproduire 12 fois par an. On aboutit ainsi à une masse considérable d'êtres qui vivent et qui meurent; 6500 Kg/ha multipliés par 12 = 78 tonnes de matière vivante produite par hectare et par an. Ces chiffres s'expliquent par le fait que les espèces microbiennes, qui se reproduisant en fonction de la nourriture disponible, ont un immense pouvoir d'expansion.

Les matières organiques mulchées constituent la nourriture des micro-organismes et deviennent, dans ce cas, le siège de nombreuses transformations en chaîne, fournissant ce que la recherche agronomique s. appelé les produits transitoires; transitoires parce qu'ils sont générés durant une période de transit d'un état à un autre, parmi eux, on note:

- les nitrates élaborés par les azotobactères et pouvant être très abondants
- des vitamines B
- des hormones diverses dont les rhizogènes
- du chlorure de choline antiverse
- des polysaccharides de décomposition et de néo-formation microbienne
- etc...

Les micro-organismes s'activent dans ces matières organiques mulchées, travaillent le sol, améliorent sa structure par un encollage fugace, alimentent la culture, détruisant les germes de maladies, engendrent des épidémies ou des inhibitions de reproduction chez les insectes nuisibles, etc...

C'est ainsi que les matières organiques mulchées fournissent l'humus microbien trop rare et trop éphémère en agriculture mal conduite, pour qu'il est pu être considéré à sa juste valeur et à sa véritable importance, il est pourtant le secret de la réussite et de la rapidité dans les reconversions, ainsi que celui de la rentabilité par la suite.

### 2) AUGMENTER LA FERTILITE DE LA TERRE

Un sol soumis aux travaux mécaniques et aux labours ne produira que 5 à 6 tonnes d'humus microbien par hectare et par an, tandis qu'un sol toujours occupé par des cultures en succession intense bien ordonnée (ou pendant une jachère bien conduite) pourra fournir jusqu'à 70 tonnes d'humus microbien par hectare et par an. L'agriculteur biologique devrait faire de l'humus microbien le pivot de sa fumure.

Lorsque l'on garde le sol toujours occupé et couvert, les corps microbiens vont pulluler et se renouveler sans cesse. Non seulement leur vie va mobiliser beaucoup plus de l'insoluble du sol et du sous-sol et accroître l'épaisseur du sol arable, mais en plus leur mort laissera dans le sol des tonnes de cadavres microbiens, fertilisants de premier choix.

Pour arriver à ce résultat, il suffit de nourrir convenablement les micro-organismes .

Et voilà pourquoi un sol laissé nu, inoccupé, est une véritable catastrophe; non seulement la production de matière organique est arrêtée, faute de végétation, ce qui prive de nourriture la vie microbienne, mais en plus, il active, par les façons culturales qu'il reçoit, la minéralisation de l'humus, ainsi consommé par le fer et l'oxygène. De plus, les minéraux libérés massivement par le sol sont inutilisés puisque le sol est nu, et sont alors perdus par lessivage.

Bien au contraire, lorsqu'elle est bien conduite, la jachère constitue un engrais vert de haute qualité, gratuit et auto-équilibre. En cas de sol trop maigre, elle permettra de doubler, voire tripler, la quantité d'éléments fertilisants disponibles,

D'autre part, si on prend soin d'améliorer la jachère par un semis de légumineuses, qui vont ensuite pousser parmi la végétation spontanée, et par un petit apport de fumier, la production biomassique de la jachère, production qui déterminera la quantité de nourriture disponible à la vie microbienne, sera considérablement augmentée. C'est ainsi que dans une jachère bien conduite, c'est à dire fauchée et mulchée sur place, les rhizobiums des légumineuses d'une part et les azotobacters\* (qui vont pulluler grâce à l'abondance de la nourriture carbonée disponible) d'autre part pourront synthétiser jusqu'à 300 Kg d'azote pur par hectare, fertilisation dont pourra profiter la culture installée, le plus tôt possible, sur la défriche de jachère. Par conséquent, la faim d'azote printanière sera évitée et on aura plus besoin de rentrer dans les terres en saison où le sol est incapable de porter le matériel lourd sans se dégrader pour apporter de l'azote chimique.

\*NB : La jachère favorise également la prolifération des algues microscopiques auxquelles les azotobacters s'associent en symbiose pour synthétiser de l'azote.

De plus, la Jachère est une alternative économique au sarclage: les mauvaises herbes auxquelles on a donné libre cours sont fauchées à plusieurs reprises et ensuite le sol se rééquilibre (notamment en oligo-éléments) ne sera, plus envahi par les adventices lorsque la culture sera installée. On peut donc dire que la Jachère a un pouvoir nettoyant extrêmement efficace.

### 3) AMELIORER LA STRUCTURE DU SOL

En ayant favorisé l'explosion de la vie microbienne, la jachère a non seulement augmenté l'importance relative de la population microbienne, dont la teneur propre en azote est beaucoup plus élevée que celle des résidus, mais en plus, avec une augmentation très importante des produits de l'activité microbienne (produits transitoires), les cultures vont également bénéficier d'une structure de sol très améliorée en surface. Bien que temporaire, celle-ci sera très favorable aux cultures, à un moment où elles en auront le plus besoin, c'est à dire durant la germination et en début de végétation.

La structure d'un sol résulte d'un arrangement des constituants physiques en agrégats et cela grâce à des liants. La valeur de cet arrangement dépend de la répartition des constituants (granulométrie) et varie en fonction de la composition granulométrique du sol, ainsi que de la nature du liant.

Ce dernier peut être constitué par;

- un ciment (matières humiques)
- ou une colle (polysaccharides de décomposition et de néo-formation microbienne) eg.

Or, pour réaliser le même effet, il faut plus de ciment que de colle; mais le ciment sera plus persistant que la colle. En effet, les polysaccharides de décomposition et de néo-formation microbienne, de même que les cadavres microbien, ne réalisent qu'un encollage fugace, donnant de gros agrégats.

A ce sujet, la paille apportée par le compost et les végétaux spontanés de la jachère (fauchés plus jeunes) auront un effet complémentaire puisque la paille, riche en lignine et en cellulose, donnera surtout du ciment, tandis que les végétaux fauchés encore verts donneront surtout de la colle.

Cependant, il convient de ne pas faucher la flore spontanée trop jeune afin de permettre aux racines de faire leur travail et donner une nourriture suffisante, ainsi qu'équilibrée, aux micro-organismes.

NB: Au moment où l'on défriche la jachère, le coup de chaleur de fin juin — début juillet est très bénéfique pour consolider les agrégats; la colle n'adhère vraiment bien qu'après séchage.

### 4) ASSOCIER DES ENGRAIS VERTS A LA JACHERE

On peut associer des engrais verts à la jachère, mais pour cela, on choisira de préférence des plantes à enracinement puissant et à croissance rapide, comme le RGI (ray-grass d'Italie) alternatif (30 à 60 tonnes de matière verte en 2 à 3 mois) ou un mélange pois - vesce - féverole (35 tonnes de matière verte).

La vesce de Cerdagne (qui ne gèle pas, se contente de peu et produit, même très jeune, de puissantes nodosités, sources d'azote gratuit), le seigle (résistant au froid et bon tuteur) et le RGI (un des plus puissants et rapides moyens de fournir au sol une excellente structure, tout en étant capable de digérer maintes toxines sécrétées par les racines d'adventices) sont très recommandables en mélange pour suppléer à la flore spontanée. Ces trois plantes fournissent rapidement une forte quantité de matière sèche et leur système racinaire, très développé et ramifié, exerce une action puissante sur la structure du sol. Ce sont des plantes pionnières, très travailleuses pour explorer le sol et le sous-sol. Elles sont à semer immédiatement après la moisson.

La jachère - engrais vert est irremplaçable pour hâter la reconversion biologique d'un sol et également pour améliorer une terre très pauvre.

### 5) JACHERE : TECHNIQUE DE DRY-FARMING

Une jachère bien conduite est une véritable technique de dry-farming: sous la couverture permanente du sol, réalisée par la végétation (parapluie) spontanée de la jachère et du mulch d'herbes fauchées, la structure du sol est très rapidement améliorée en surface avec la formation de gros agrégats, phénomène possible grâce à l'encollage fugace réalisé par les produits transitoires de la vie microbienne.

Ceci facilite l'infiltration de l'eau de pluie dans le sol, eau qui sera mise en réserve pour la culture suivante, puisqu'il ne s'en évapore alors que fort peu. Il est bien connu que le mulch (écran thermique isolant) freine l'évaporation des couches superficielles du sol.

Quelques chiffres donnent une idée de ce que cela peut représenter:

- des essais ont montré qu'une évaporation superficielle de 40 mm d'eau en terrain nu pouvait être ramenée à 8 mm après couverture du sol par un mulch.
- dans les sols à structure instable (limon;: battants pauvres en argile) de la région du Pas-de-Calais, sols qui sont d'ailleurs ravagés par l'érosion hydraulique provenant du ruissellement (voir page ?? "Actions préventives à prendre dans les sols battante »), un sol nu, classé ou tassé (sachant qu'un sol nu à structure instable se tasse très facilement sous l'action de la pluie) n'absorbe que 1 à 2 mm de pluie) n'absorbe que 1 – 2 mm de pluie. Tandis qu'au même moment et au même endroit, un sol couvert de végétation et non travaillé en absorbera 15 à 20 mm.

Remarque: Dans cette région, l'hiver est la période critique car érodant, notamment lorsque les sols, labourés en autonome, restent nus, sans protection, jusqu'au printemps suivant. Résultats : les sels minéraux (bases) sont lessives en surface et entraînés au loin par ruissellement, avec pour conséquences l'acidification superficielle des écarts de pH considérables entre automne et la sortie d'hiver. Dans certaines parcelles, le pH de 8,2 en octobre s'effondre à 4, 6 en avril, et cela en dépit des apports importantes d'amendements calcaire (écume de défécation). Voilà comment, dans ces limons naturellement battante, le milieu souterrain devient très vite asphyxiant et le cycle de formation de l'humus est perturbé .

Sur ces terres , on ferait bien de supprimer les têtes de rotation épuisantes (betteraves sucrières, pomme de terre, salsifis) car elles sont exigeantes en éléments fertilisants, leur culture remue beaucoup la terre et surtout elles ne restituent au sol que fort peu de biomasse déchetuaire.

Ce sont donc des cultures dégradantes et c'est bien à tort qu'on les substitues à la jachère traditionnelle, D'autre part, elles pour effet de diffuser les semailles et de laisser au blé qui va suivre un sol trop creux, « une terre creusée » par la récolte des tubercules.

### C. L'ASSOLEMENT SEXENNAL :

- trèfle violet (plus RGI)
- blé d'hiver (semé dès la Saint Jean)
- avoine de printemps\* (ou avoine d'hiver semée dans le blé)
- blé d'hiver (semé dans l'avoine en train de mûrir)
- orge d'hiver (semée dans le blé en train de mûrir)
- avoine de printemps (sous-ensemencée en trèfle violet)

Lorsqu'on a acquis une bonne technique de contrôle des adventices, les céréales peuvent se succéder sans les inconvénients (salissement) que l'on rencontre habituellement en agriculture classique.

Cet assolement est en quelque sorte un modèle de culture par opportunité raisonné dans lequel certaines soles seront semés à la date optimum, tandis que pour d'autres les dates de semis seront un peu différées en fonction des contraintes dues à l'assolement.

Sur défriche de prairie artificielle (tête de rotation) trèfle violet, sainfoin ou luzerne, il est essentiel de semer les céréales d'hiver le plus tôt possible, dès la Saint Jean (c'est à dire le solstice d'été), afin que la céréale puisse se développer rapidement et atteindre le plus vite possible un stade suffisamment développé pour pouvoir profiter au maximum des reliquats de fumure importants laissés par les racines de la prairie artificielle que l'on vient de défricher.

\* NB : Une partie de l'avoine grain peut être remplacée par un fourrage annuel : vesce-pois fourrager avoine (fauche à la première fleur).

Il faut savoir qu'une luzerne de trois ans laissera près de 20 tonnes de racines par hectare dans les 35 premiers centimètres du sol, racines qui libéreront au moins 140 Kg d'azote pur; sans même parler des autres résidus (collets, feuilles séchées tombées sur le sol, etc...), ainsi que de la matière organique apportée par le mulching de la dernière coupe (de défriche).

Au total, les reliquats de fumure laissés par une luzerne de trois ans peuvent atteindre l'équivalent de 40 à 60 tonnes de fumier de ferme (frais) et une luzerne plus âgée (4 ou 5 ans) peut apporter jusqu'à 80 tonnes d'équivalent fumier. Ce serait vraiment trop bête de perdre cette richesse et c'est donc pourquoi on sèmera le blé qui succède à la prairie artificielle le plus tôt qu'on le peut, soit dès la Saint Jean, et très clair, afin d'éviter les risques de verse (inhérents au fort développement végétatif dû à la précocité du semis et à l'important reliquat de fumure laissé par les racines de la prairie).

Ajoutons à cela que l'énorme appareil racinaire de la luzerne lui permet, non seulement une résistance efficace à la sécheresse, mais en plus de remonter en surface des éléments minéraux et des oligo-éléments puisés en profondeur.

La prairie artificielle est donc un excellent précédent cultural pour le blé d'hiver, bien qu'elle soit toutefois très inférieure en efficacité à une jachère bien conduite, an effet, cette dernière, qui est, mulchées au lieu d'être donnée en pâture aux animaux, fournit au sol un engrais vert très équilibré.

Quant au blé d'hiver qui est implanté dans l'avoine en train de mûrir, il sera semé plus tardivement, c'est à dire vers le 15 juillet, et les peuplements clairs faciliteront ce genre d'opération. En tous cas, il ne faut pas oublier que, pour le bassin parisien, la date limite du semis est le 5 août et qu'elle a été fixée par l'objectif; stade minimum 12 à 15 feuilles à l'entrée de l'hiver, afin que le blé puisse profiter de sa flambée de croissance végétative avant que ne survienne sa phase reproductive.

#### D. L'ASSOLEMENT EN MONTAGNE

Si on cultive en haute altitude, il n'est pas question de faire se succéder tous les ans des céréales d'hiver sur la même parcelle. L'assolement biennal, avec jachère un an sur deux est obligatoire, dans la mesure où la moisson aura souvent lieu en septembre,

De plus, compte tenu de la tardiveté des stations montagnardes, il y a intérêt à semer très tôt, dès le mois de juin; ne serait-ce que pour récolter plus tôt et ne pas exposer la moisson aux intempéries. On devrait d'ailleurs agir de même dans les régions nordiques et continentales: Ecosse, Russie, Norvège, etc...

De toute façon, dans les régions à vocation pastorale, on aura souvent l'occasion de semer les céréales d'hiver sur défriche de prairie temporaire ou artificielle. Sinon, l'assolement quinquennal ci-dessous paraît bien adapté aux conditions locales, par exemple sur les hauts plateaux du Massif Central.

##### ASSOLEMENT QUINQUENNAL :

- jachère
- seigle - orge d'hiver (semés dès le 15 juin)
- jachère
- blé d'hiver (semé dès la Saint Jean)
- millet commun — avoine de printemps

#### IV. LE PARC ARBOREE

##### A. DE L'INTERET D'ASSOCIER L'ABRE AUX CULTURES

Le parc arboré est un paysage relativement commun en Afrique, en Inde, en Chine et sous les climats tropicaux. L'effet bénéfique de l'arbre est spectaculaire, le rendement en grain pouvant être multiplié par trois.

En Afrique, les arbres sont fréquemment élagués pour les obliger à pousser en hauteur. Dans notre cas, on peut se contenter de les laisser pousser librement en fauchant toutefois les drageons qui étouffent le blé.

Dans le Nord de l'Italie, en Emilie-Romagne, le système de la "cultura promiscua" associe les arbres fourragers (ormes, frênes, érable, etc...) à la vigne et aux cultures annuelles, placées entre les rangées d'arbres. Au Portugal, est planifiée dans les haies et grimpe aux arbres sans aucun soutien. Dans ces deux régions un seul pied de vigne peut donner jusqu'à 1000 à 1500 Kg de raisin par année.

En agriculture naturelle, on fait en sorte que la plupart des surfaces soient occupées par des plantes améliorantes et, en premier lieu, par des cultures pérennes (vergers, prairies, etc...) bien conduites. Ceci signifie que, pour les vergers par exemple, le sol n'est ni labouré, ni travaillé. On laisse pousser la végétation spontanée pour pouvoir la faucher et la mulcher une ou plusieurs fois par an selon le climat. Comme nous l'avons vu, c'est la meilleure façon pour éviter l'érosion sur les pentes et pour favoriser l'infiltration des pluies. En saison sèche, il s'agit d'une sorte de technique d'aridoculture: on laisse pousser la flore spontanée en saison humide et on la fauche pour la mulcher en saison sèche.

Remarque: Les outils qui conviennent pour les vergers sont la faux et la barre de coupe; le girobroyeur n'est pas utile. Il ne faut pas craindre de semer des trèfles, de la luzerne ou d'autres légumineuses. On les accuse parfois de favoriser la croissance végétative des arbres et de provoquer la coulure, mais ceci n'est à craindre que si les arbres sont trop serrés et manquent par conséquent de carbone par rapport à l'azote disponible. Si l'écartement est optimal, les légumineuses ne peuvent être que bénéfiques.

La densité de plantation des arbres est essentielle car elle conditionne l'équilibre entre leurs parties aériennes et souterraines. Plantes trop serrées, ils se disputent la lumière et ont tendance à pousser en hauteur (comme les plants de blé) au détriment de l'efficacité de leur métabolisme, de la solidité de leurs tissus et surtout de leur enracinement. Cela aura pour conséquence: une sensibilité plus grande aux maladies et aux parasites, une faim d'azote au printemps et la nécessité de tailler.

A l'écartement optimum, la nutrition carbonée est en équilibre avec la nutrition azotée et il n'y a plus besoin de tailler.

Mais une faim d'azote immédiate peut également être provoquée par la rupture de ces racines. A ce sujet, l'enfouissement des engrais verts ou de toute autre matière organique est à éviter car il ne fait que mutiler un grand nombre de racines traçantes, étant les plus nombreuses dans la couche superficielle du sol, couche la plus riche en humus, ainsi qu'en éléments fertilisants; la mieux aérée.

De plus, le rôle des racines des arbres dans le drainage et le stockage profond de l'eau est capital, particulièrement



dans les milieux sensibles à ces contraintes, comme par exemple les garrigues méditerranéennes eu, a l'opposé, l'Irlande et le Scandinavie (là où certains sols, à peine déboisés, se transforment en marécages). Le drainage artificiel est bien loin de pouvoir jouer se rôle puisque l'eau qu'il évacue est définitivement perdues et, avec elle, de grandes quantités d'éléments fertilisants..

Les problèmes de concurrence entre arbres et végétation herbacée se posent pour les vergers comme pour les prairies complantées d'arbres. Sauf conditions très favorables (climat humide), on ne peut concilier les arbres exigeants, en particulier les arbres fruitiers, avec une végétation elle aussi exigeante, comme les graminées prairiales. La floraison des arbres fruitiers coïncidant avec celles des graminées, les besoins sont importantes pour les deux types de culture au même moment. Dans les près-vergers normands, on peut d'ailleurs observer que loin des arbres, là flore est dominée par le ray-grass anglais et le trèfle blanc, mélange optimal du point de vue de la qualité de la pâture, alors que, sous les arbres, le dactyle domine et il est de moins bonne qualité fourragère.

## B. QUEL ARBRE CHOISIR ?

Suite à ce que l'on vient de voir, on évitera d'engazonner les vergers et on préférera planter des arbres améliorants et fourragera dans les prairies. Pour ce qui est des céréales, robiniers faux acacias, féviers d'Amérique, cytises arborées (encore appelées aubours ou faux ébéniers), aulnes, etc... mélange ou pas, peuvent convenir pour constituer le parc arboré dans lequel elles seront cultivées.

La cytise est un arbre de terrain calcaire, le robinier prospère dans les terres sablonneuses acides et le févier d'Amérique s'accommode de à peu près tous les sols. D'une manière générale, on choisira l'aulne dans les terrains humides, mais il convient de bien choisir la variété en fonction des conditions de sol et de climat, l'aulne glutineux dans les conditions très humides, l'aulne blanc en conditions intermédiaires, plus calcaires, et l'aulne d'Italie ou à feuille en cœur en conditions calcaires, plutôt sèches et en altitude.

Se sont des arbres fertilisants, dont les racines sont associées à des microorganismes fixateurs d'azote. On peut en mettre de 30 à 40 et même pour certaines jusqu'à 50 à l'hectare, soit un écartement en tous sens d'environ 15 à 20 mètres.

Du fait que ces espèces sont vigoureuses, leur plantation n'est pas obligatoire, on peut se contenter de les semer, puis faucher les mauvaises herbes s'il y en a.

A condition que l'écartement soit suffisant, d'autres espèces peuvent convenir, comme par exemple les chênes. Par contre, on évitera les arbres à feuillage trop épais et à racines traçantes, les arbres asociaux en général, comme le châtaignier ou le peuplier.

Ceux que l'on retiendra auront au préférence un tronc haut avec une touffe (couronne) au sommet car, comme pour la légumineuses associée, ils ne doivent pas nuire à l'ensoleillement de la céréale ; raison pour laquelle, au niveau du col, la végétation choisie sera rampante (trèfle blanc) et les plantes de taille trop proche, du blé, comme la luzerne, les ajoncs ou les genêts, ne seront pas retenues.

L'arbre idéal est de l'ordre des légumineuses et a un feuillage très léger pour ne pas ombrager la culture ainsi que des racines très profondes, ni concurrençant pas la céréale dans les couches superficielles du sol. Au contraire, son système racinaire solubilise la roche mère et remonte en surface quantité d'éléments fertilisant sous forme de biomasse déchetuaire, compensant ainsi les exportations de la culture. De plus, grâce à ses racines, l'arbre sert de pompe à recycler les éléments fertilisants lessivés en hiver et permet le drainage des sols en pompent l'excédent d'eau, travaux que lui seul peut faire.

## V. MARCHE A SUIVRE POUR LES SEMAILLES ET LA PREPARATION DU LIT DE SEMENCES.

### A. SELON LA PERIODE DU SEMIS :

En cas de semences de blé d'hiver effectuées au mois d'août, aussitôt après la moisson de la céréale précédente :

- faire le semis d'engrais vert et de céréales d'hiver
- puis faucher bien ras les adventices, le trèfle- blanc et les chaumes laissés par la récolte précédente
- ensuite épandre le fumier (qui doit être très pailleux).

Et c'est fini, on ne touche plus à rien jusqu'à la récolte.

Au moment du semis, la pratique du mulching de matières organiques végétales (.et animales) équilibrées va fournir au sol les meilleurs produits transitoires, démarreurs de la germination et également très efficaces pour enrichir le sol, tout en le rééquilibrant.

C'est notamment le cas du mulch: d'adventices fauchées puisqu'il fournit au sol un engrais organique gratuit et auto-équilibre, en fonction de ses carences (oligo-éléments, sels minéraux, hormones, etc...). Et par conséquent, le mulch de trèfle blanc et d'adventices fauchés sur place constitue un engrais vert dérobé d'une efficacité réelle pour améliorer les sols.

En cas de semis très tardifs, effectués en automne (en septembre, voire en octobre), il sera d'autant plus nécessaire de semer sur une terre non travaillée que sur un sol fraîchement remué, non retassé, mal rassis, trop creux ou encore mastiqué par le rouleau.

Les seules précautions à prendre seront alors de réaliser un semis un peu plus dru et surtout de protéger les semences des oiseaux au moins par un léger mulch constitué par la fauche sur place des adventices et des chaumes, il convient de

semer d'abord à la volée dans les adventices, puis de les faucher sitôt après.

On agira de même pour semer une avoine de printemps sur un sol encore mal ressuyé.

## B. SELON LE TYPE DE SOL :

Beaucoup de sols réputés trop lourds sont plus difficiles à labourer et très exigeants en moyens de traction. En fait, le travail du sol ne s'effectue facilement qu'en terres légères, dans les lessivables humifères ou les sols sablo-argileux.

Si les sols sont très sableux, les sillons se remplissent très facilement d'un coup de râteau ou avec une herse légère. Par contre, il n'en est pas de même dans les terres argileuses car, si elle est humide et compacte, ce qui est fréquent en automne, elle colle sur les pointes des outils. On perd alors du temps à nettoyer le matériel et finalement on travaille dans des conditions impossibles.

Il est très difficile de trouver le bon moment pour labourer en même temps toutes ces terres fortes, qui nécessitent une puissance de traction considérable. Comme le dit le dicton populaire: "elles sont trop humides et collantes le premier jour, convenables le deuxième et déjà durcies le troisième".

D'ailleurs, en cas de sécheresse, la terre est très durcie et les grosses mottes, devenues très difficiles à réduire, nécessitent de nombreux passages de herses. Or, on sait que la prolongation des semailles fera diminuer le rendement. Et s'il y a trop de cailloux, la herse risque d'en amener de fortes quantités dans les sillons, endroit où ils gêneront la sortie des coléoptiles.

Par ailleurs, les labours diluent la matière organique qu'ils enfouissent en profondeur et ramènent en surface l'argile du sous-sol très compacte et que seuls des apports massifs de fumier peuvent amender.

Quant aux grains semés dans les sillons, ils ne devraient être recouverts que très légèrement à l'aide d'une herse d'épines ; ce qui n'est en fait réalisable que dans les sols sableux. En terrains argileux, la semence risque d'être enterrée trop profondément et des mottes compactes peuvent gêner la sortie des coléoptiles. Par contre, un semis sur terrain brut assurera à ces sols gras et collants une levée étonnamment plus facile qu'on ne l'aurait imaginé. Par conséquent, sur les terrains lourds argileux, plus que partout ailleurs, on devrait semer sans travail du sol et sous couvert de la culture précédente.

## B. SELON LE PRECEDENT CULTURAL :

Ce qu'il faut retenir, c'est qu'aucune sorte de travail du sol n'est nécessaire pour la préparation d'un lit de semences et que les amorces de reconversion biologique peuvent être appliquées immédiatement.

Cela consistera par exemple à semer la légumineuse - engrais vert associé dès le mois de mars dans la culture (céréales) en place et ensuite à répandre les semences à la volée directement sur le sol, sous couvert de la récolte précédente encore en train de mûrir. Puis, à la moisson, les chaumes et les adventices seront fauchés assez ras et mulchés sur place.

Cette pratique permet d'ensemencer les céréales d'hiver dès le mois de juillet, avec un fort potentiel de rendement, et cela quelque soit le type d'agriculture que l'on pratiquait auparavant.

Si on amorce la reconversion biologique alors qu'on est déjà arrivé en été, on effectuera aucune sorte de travail au sol. Juste après la moisson, on sèmera d'abord l'engrais vert, puis les céréales quelques jours après. La semence s'effectuera à la volée dans les adventices et les chaumes de la moisson précédente, qui, pour finir, seront fauchés bien ras.

On agira de la même façon après une prairie, dont l'avant dernière et la dernière repousse auront été fauchées et laissées sur place pour recouvrir les semences d'engrais vert et de céréales d'hiver.

On peut encore semer l'engrais vert sur un vieux pré surpâturé et durci. Si le sol est vraiment trop dur, un léger épandage de fumier bien paillé, en association avec le mulching des refus fauchés, complétera l'opération et rendra le sol très souple par le développement de la vie microbienne, il faut l'avoir vu pour le croire.

Cette technique est également valable pour les sols compacts et réfractaires lourds ou ceux battants à structure instable, sols qui seront très rapidement améliorés par cette pratique après deux ou trois années successives de couverture permanente. En effet, la terre perd très vite sa vitalité et sa richesse quand on la laisse nue car les micro-organismes sont alors privés de nourriture et de travail, faute de végétation présente. Ceci constitue en fait une véritable immobilisation du capital sol, très rapidement dilapidé par les labours qui consomment la matière organique. Conclusion: on gâche la terre en la travaillant.

Il est donc essentiel de respecter la couche arable, désormais occupée en permanence par les racines de la culture ou de l'engrais vert, et de ne pas mobiliser la matière organique des vieilles racines de la récolte précédente avant que la nouvelle culture en ait besoin.

Si on est amené à mettre en culture une vieille friche ou une lande, là non plus, il ne faut pas travailler le sol, mais semer un engrais vert à la volée dans la végétation spontanée et éventuellement une plante pionnière (destinée à permettre la vitalisation du terrain), puis faucher ras les plantes présentes afin qu'elles servent de mulch et recouvrent les semences. S'il s'agit d'une lande acide, on peut compléter par un léger apport de fumier bien paillé et d'amendements calcaires pour aider la végétation spontanée à se décomposer. On peut également procéder au parcage (kraalage) du bétail sur ces plantes fauchées afin de favoriser leur décomposition. Ensuite, on laisse lever ensemble flore spontanée, engrais vert et plantes pionnières, puis, arrivé au mois de juillet, on sème le blé d'hiver à la volée dans la végétation, qui elle sera fauchée bien ras et laissée sur place pour servir de couvert aux semences des céréales.

Ce qu'il faut surtout retenir, c'est qu'aux semis les jeux sont faits. En effet, de bonnes conditions d'implantation sont essentielles à la réussite de la culture, réussite qui est conditionnée par l'obtention du stade minimum 15 feuilles à l'entrée de l'hiver.

Or ce stade ne sera obtenu que par le respect de la trilogie:

- semis précoces
- semis clairs
- semis superficiels

Et ces objectifs ne pourront être atteints que si la couverture du sol est réalisée en permanence par un engrais "vert associé à la culture de céréales, ce qui implique la suppression de tous les travaux du sol.

En gros, il y a deux manières d'envisager la culture des céréales d'hiver:

- soit la voir par le gros bout de la lorgnette, c'est à dire à courte vue,
- soit la considérer par le vrai bout, c'est à dire de manière globale.

#### D. EN METHODE INTENSIVE DANS LE BASSIN PARISIEN :

Tout d'abord, pour ce qui est de l'assolement, on sortira de la routine; une même espèce de céréale peut très bien se succéder à elle-même sur une parcelle identique, sans aucun problème de parasitisme et sans prolifération des adventices, notamment lorsque les conditions de culture sont convenables, c'est à dire, occupation permanente du sol réalisée par une couverture de trèfle blanc (associé), semis précoces, clairs et superficiels, et fumure équilibrée.

Sur défriche de terrains laissés en jachère ou de prairie (artificielle ou naturelle), il convient d'agir ainsi;

- au printemps, dès que le sol est bien ressuyé (fin mars - début avril), semer l'engrais vert (trèfle blanc et/ou minette) à la volée dans la végétation déjà en place, puis l'avant-dernière repousse pour recouvrir la semence.

- en début d'été (en fonction de la céréale qu'on aura choisie de cultiver),
- dans la deuxième quinzaine de Juin, semer l'orge d'hiver à la volée dans la végétation en place, puis faucher la dernière repousse pour recouvrir la semence.
- dans la première quinzaine de juillet, semer le blé d'hiver à la volée dans la végétation en place, puis faucher la dernière repousse pour recouvrir la semence et ensuite épandre du fumier très pailleux. Et c'est fini, on touche plus à rien jusqu'aux prochaines semailles.

Qu'il s'agisse du blé ou de l'orge d'hiver, la céréale se succédera à elle-même sans arrêt sur la même parcelle; l'assolement est supprimé sans aucun problème de parasitisme sans prolifération des adventices.

L'orge sera moissonnée dans la première quinzaine de Juillet et le blé dans la deuxième. L'orge sera donc ressemée elle-même alors que la moisson précédente est encore sur pied, en train de mûrir, soit dans la deuxième quinzaine de juin, vers la Saint Jean. Quant au blé, il sera ressemé sur lui-même dans la première quinzaine de juillet, alors que la moisson précédente est là aussi encore sur pied, en train de mûrir. Il va lever et les jeunes plantules vont pousser de 2,5 à 5 cm, de haut, pendant le temps qu'il faut à la récolte pour être prêts.

Durant la moisson, les semences levées et les jeunes plantules seront foulées par les pieds des moissonneurs, mais elles récupéreront très rapidement.

Après la récolte, on fauche les adventices et l'entraîné vert, que l'on laisse sur place et en surface (mulch). Et enfin, on effectue l'apport de fumier bien pailleux, que l'on répand en surface à même le sol (mulch). La réalisation d'un mulching suffisamment épais coupera court momentanément à la germination des adventices. Ensuite, celles-ci repousseront, mais sans excès et au-dessous du blé, qui les aura alors surpassées grâce à l'occupation permanente du sol réalisée par le semis très précoce et l'entraîné vert.

En calculant les semailles de sorte qu'il n'y ait pas d'intervalle entre la succession des cultures, on donne aux semences de céréales un sérieux avantage sur les mauvaises herbes. Et, si l'on sème pendant que la moisson précédente est encore en train de mûrir, durant les coups de chaleur de fin juin - début juillet, alors que les adventices de printemps fanent et avant que celles d'été ne lèvent, les semences germeront avant les mauvaises herbes. Celles d'été ne lèveront d'ailleurs qu'après la moisson du blé, à la suite des orages de fin juillet - début août; mais, à cette date là, les céréales ont déjà pris une tête d'avance. Elles sont alors en train de croître avec vigueur et surpassent facilement les adventices, concurrencées dès le départ et devant ce contenter des espaces résiduels ainsi que des éléments fertilisants que celles-ci veulent bien leur laisser.

En semant, les céréales d'hiver fin juin - début juillet, on allonge leur cycle de végétation sur une durée de plus de 12 mois (environ 12 mois et 2 semaines) et, en plus, on leur fait ainsi bénéficier des avantages climatiques du début de l'été; c'est à dire: des températures élevées, des jours de très longue durée et une très forte intensité lumineuse.

Dans de telles conditions, le développement à caractère exponentiel de la céréale est parfaitement respecté. La flambée de croissance aura lieu pendant le mois d'août et au début de septembre, au moment où le sol libère le maximum d'éléments fertilisants. En cultivant ainsi, on peut espérer obtenir une production d'environ 22 tonnes de matière sèche totale par hectare et par an, y compris les racines, et donc se fixer un objectif de rendement supérieur à 100 quintaux par hectare et par an.

Avec des semis réalisés fin juin - début juillet, on peut viser les 110 à 120 quintaux de grain dans les meilleures conditions de culture, là où le contexte pédo-climatique n'est pas un facteur limitant et avec des sols suffisamment profonds. Il s'agit là d'un objectif de rendement raisonnable.

Dans le contexte pédo-climatique du Bassin parisien et du Pas-de-Calais, les agriculteurs d'élite pourront atteindre, dans les meilleures conditions de culture, des objectifs de l'ordre de 120 à 130 quintaux de grains par hectare et par an, mais pas au-delà car, à partir d'un certain niveau de rendement, la nourriture carbonée (ensoleillement) devient un facteur limitant.

Pour avoir les meilleurs résultats, le stade développement à rechercher devra être de 25 feuilles à l'initiation florale. Quant à la densité du peuplement, et cela dans le cadre de semis très précoces, il faudra compter 4 à 5 plants par m<sup>2</sup> pour que le potentiel de rendement puisse s'exprimer normalement. A la levée, on cherchera donc à avoir des peuplements de 5 à 6 plants par m<sup>2</sup>, avec des écartement de 40 - 50 centimètres entre chaque plant» correspondant à une dose de semence en céréales d'hiver de 3 – Kg par hectare et une dose de trèfle blanc de 5Kg par hectare (il doit y en avoir plein la terre).

Vers la fin de la moisson, dès que le sol sera découvert par la récolte des céréales d'hiver, on vérifiera la levée des semences et on bouchera les trous par un complément de semences, si nécessaire.

En tous cas, on ne perdra pas de vue qu'une trop forte densité de peuplement n'aboutirait qu'à faire baisser le potentiel de rendement (déterminé par la précocité du semis) et à accroître les risques de parasitisme.

Remarque : Certains agriculteurs hésiteront à semer trop tôt, de peur de voir monter leurs céréales avant l'hiver. Mais, il n'en est rien, à condition, bien entendu, de semer des variétés type hiver. En effet, celles-ci doivent traverser une thermophase vernalisante au cours de leur cycle, phase pendant laquelle elles doivent être soumises à température basses (de +2 - + 10 C) pendant 40 – 60 jours, avant de pouvoir initier leur inflorescence. Toutefois, il a été démontré que la photopériode courte de l'hiver peut, dans certains cas, remplacer partiellement l'effet verbalisant du froid.

Les céréales d'hiver ont également besoin d'un certain nombre de jours courts et décroissants pour pouvoir vernaliser dans de bonnes conditions ; elles ne monteront pas en photopériode décroissante. Même lorsqu'il s'agit d'espèces, comme l'avoine d'hiver, ayant des besoins très modérés en vernalisation (corrélatif d'une aptitude assez médiocre à l'endurcissement au froid plus faible que chez le blé ou l'orge d'hiver), au-delà d'une certaine date de semis (15 Juin) correspondant à un développement en jours décroissants, les variétés de céréales d'hiver restent à l'état végétatif l'année du semis. Et, après le solstice, elles ne monteront pas, tant que la durée du jour (photopériode) n'aura pas atteint au moins 11 à 12 heures et même si l'hiver a été très doux.

Une variété d'hiver peut donc être semée très tôt sans risque de gel sur la tige ou sur l'épi en début de montaison. Ainsi une variété type Arminda et a fortiori Aquila ou Capitole n'atteindront pas le stade épi 1 cm avant la fin du mois du mars dans le Nord de France.

## VI. LES VARIETES DE BLE

### LA SELECTION GENETIQUE DU BLE EN FRANCE

#### 1) LES ANCIENNES VARIETES DE PAYS :

Jusqu'au milieu du 19<sup>e</sup> siècle les seules variétés de blés cultivées en France étaient des variétés de pays, très nombreuses, mais chacune répartie sur une aire géographique limitée. Elles étaient parfaitement adaptées aux sols et aux conditions climatiques de l'endroit.

Le blé (comme d'ailleurs le seigle, l'orge et l'avoine, mais à la différence du maïs) est une plante autogame; chaque fleur est fécondée par le pollen de ses propres étamines, avant que la fleur ne s'ouvre. Quand les étamines apparaissent à l'extérieur (stade floraison), la fécondation a déjà eu lieu.

Fécondation croisée naturelle et hybridation spontanée sont donc en principe impossibles. Une fois fixée, chaque variété ne peut évoluer que par mutation et, moyennant une sélection massale conservatrice effectuée par les agriculteurs leurs, elle conserve indéfiniment ses caractères.

Les anciennes variétés de pays possèdent certains caractères communs dans tout le Nord-Ouest de l'Europe:

- besoins élevés et températures: au moins 2400° C jour pour accomplir la totalité de leur cycle (contre 2200 pour les variétés alternatives précoces) et de 500 à 700° C jour pour réaliser leur phase levée - initiation florale (jusqu'à 800 dans le cas des blés poulards).

- tardiveté: épiaison dans la deuxième moitié de juin dans le Bassin parisien et maturité dans la première quinzaine d'août.
- pailles hautes: de l'ordre de 1,50 mètre, feuilles larges (adaptation aux climats humides) et plateau de tallage également large.
- forte vigueur de végétation.
- tallage abondant.
- enracinement puissant.

Ces variétés, conjuguant forte vigueur de végétation et tardiveté, ont un grand potentiel de production. Cependant, du fait de leurs besoins élevés en températures, il faut les semer assez tôt, sous peine de les voir parvenir encore immatures à l'initiation florale. C'est la raison pour laquelle, dans le Bassin parisien, passé le 25 octobre, il est impératif de semer des variétés alternatives, qui, du fait de leurs faibles besoins thermiques (400 à 500° C jour avant l'initiation florale), se comportent mieux en semis tardifs. D'autre part, en raison de la hauteur de leurs pailles, les anciennes variétés de pays ne résistent à la verse que si elles sont semées clair. Enfin, étant tardives, elles sont sensibles à l'échaudage si elles sont mal enracinées. Au 18<sup>e</sup> siècle, elles étaient sèbes certes beaucoup trop dense, mais tout de même précocement, en général sitôt après la moisson.

Au 19<sup>e</sup> siècle, l'introduction de plantes sarclées en tête de rotation; betteraves sucrières dans le Nord de la France,

maïs ou pommes de terre ailleurs, amena les agriculteurs à semer beaucoup plus tard, au-delà des dates limites des variétés ancienne ; d'où un mauvais comportement de celles-ci et une faim d'azote printanière accentuée, ou l'on s'avise d'appliquer une future azotée minérale sur ces cultures, les tiges montent à plus 1,90 mètre et on obtient 5 fois plus de paille que de grain, la verse étant à peu près inévitable.

On comprend que dans ces conditions, une variété précoce et à pailles courtes ait présent un grand intérêt.

## 2) LES BLE ALTERNATIF DITS AQUITAINE

Le 1896, un meunier de Nérac (Lot et Garonne) découvrit dans un lot provenant de la région d'Odessa (située sur les rives de la Mer Noire en Russie) un blé alternatif très précoce à pailles courtes et raides. Ce blé, appelé blé Bleu de Noé vient en fait de Crimée et est lui-même issu d'un croisement, ses géniteurs étant originaires d'Afrique du Nord.

Sous nos climats, il ne talle presque pas, de sorte qu'il faut le semer très dru (on le semait souvent à la volée à raison de 3 hectolitres par hectare, soit 225Kgde semences). Il craint le froid dans la Bassin parisien et est excessivement sensible aux rouilles, ce qui a d'ailleurs rendu sa culture impossible. D'autre part, ses épis sont peu fertiles; 16 épillets par épi, là où, à toutes conditions de culture égales, une variété anglaise en donne 23 (par exemple Victoria D'Automne).

Faible tallage et épis peu fertiles ne favorisent pas le rendement, c'est pourquoi la productivité est relativement médiocre : 30 quintaux de grain par hectare et par an pour 50 quintaux de paille, dans les conditions techniques de la fin du 19<sup>e</sup> siècle.

Le grain est de grosseur moyenne et de couleur rouge. La paille est blanche, courte, raide, grosse et demi pleine. Grâce à ses pailles courtes et à sa précocité (il épis ordinairement entre le 6 et le 12 juin dans le Bassin parisien), il résiste bien à la verse, ne craint que rarement l'échaudage, peut être semé tard et supporte assez bien la fumure azotée.

Sa culture se répandit peu à peu dans toute la France et, par mutations spontanées et sélection massale, on obtint, à partir de ce blé Bleu de Noé, toute une série de variétés : Japhet, Gros bleu, Rouge de Bordeaux, Colmar 115, etc..., un peu mieux adaptées aux conditions locales.

- Japhet: trouvé et sélectionné dans un Noé cultivé dans les polders du Mont Saint Michel, il s'est acclimaté à ceux de l'Ouest de la France. Cette variété a paille courte et à maturité hâtive donne des rendements supérieurs à ceux de Noé, notamment sous les climats de l'Ouest.
- Gros bleu: trouvé et sélectionné dans Noé, il a un grain roux, moyen à gros et souvent vitreux, des épis sont blancs.
- Rouge de Bordeaux: également sélectionné dans Noé, il a un grain roux, moyen et parfois assez gros, ainsi que des pailles de hauteur moyenne. Il résiste mieux aux froids que Noé et est très précoce; son épiaison se situant entre le 6 et le 13 juin dans le bassin parisien.

Il peut être semé en février dans le Nord-Ouest de la France et dans les autres contrées à hiver doux. En raison de son caractère alternatif et de sa précocité de maturation, il ne craint pas l'échaudage. Ayant, un faible tallage et aussi du fait de la grosseur parfois assez importante de ses graines sélectionnée pour la semences, on le sème habituellement à forte densité (5 hectolitre par hectare).

Ce blé a avantageusement remplace le blé Bleu de Noé dans L'Eure et Loire car, bien également sujet à la rouille, il est toutefois moins sensible. Parfois appelé le blé inversable, cela ne l'empêche pas verser quelque fois. Le rendement est de 31 quintaux de grains par hectare pour 54 de paille.

- Colmar 115 : issu d'une sélection massale de Rouge de Bordeaux, il a des grains roux, courte et effilés.

Ces variétés de blé alternatif partageant avec Noé les caractères suivants :

- besoins de températures limitées (environ 400 C jour avant l'initiation florale), ce qui leur permet d'initier leur inflorescence après un semis tardif dans de bien meilleures conditions que les anciennes variétés de pays.
- Faibles besoins en vernalisation (blés alternatif)
- Paille courtes, feuilles étroites (adaptées aux climat secs) et plateau de tallage également étroit.
- Inadaptation aux climats et aux photopériode du Nord-Ouest de L'Europe.

Sensibles au froid, au déchaussement et à la rouille, tout en étant précoces et à faible vigueur de végétation, elles ont un potentiel de rendement réduit. Ayant de faibles besoins en froid vernalisante, elles sont en fait adaptées à l'Afrique du Nord et au proche Orient. Quant aux blés de printemps, n'ayant nullement besoin de froid, ils conviennent parfaitement aux haut plateaux de l'Ethiopie. D'ailleurs tous ces blés, pour échapper aux étés chauds et précoces de leur climat d'origine, ont naturellement une maturité précoces.

Voilà pourquoi, en raison de leur précocité et de leurs pailles courtes, ces variétés serviront de géniteur pour des croisements avec des variétés de pays ; si bien qu'un fait, Noé est l'ancêtre de toutes les variétés françaises actuelles. Mais, à partir des années 1870, les blés issus de Noé, à faible rendement et inadaptés, ont été croisés avec ce qu'on connaissait de plus productif dans les conditions techniques de l'époque : les variétés de pays anglaises (blés d'hiver).

## 3) LES BLES D'HIVER ANGLAISES

Les variétés de pays anglaises sont tardives et à pailles hautes. Parmi elles, celles qui furent retenues pour les croisements sont peu nombreuses; Blé à épi carré, Prince Albert, Victoria d'Automne, Chiddam d'Automne, Victoria Blanc, Blanc à

paille raide, Golden Top ; auxquelles il faut rajouter une variété de pays française: le blé seigle, originaire du Val de Loire.

- Blé à épi carré: appelé Sheriff Square Head en anglais, ce blé a des pailles blanches et courtes, d'où sa résistance à la verse, ainsi qu'un épi compact et bien carré, contenant en moyenne une vingtaine d'épillets. Cet épi est blanc, quant au grain, il est jaune rougeâtre et de taille moyenne.

Il est résistant à l'hiver et talle énormément. Cependant, son potentiel de production très élevé ne peut être exprimé que par un semis très précoce, car sa maturité tardive le sensibilise à l'échaudage. C'est pourquoi il échaude régulièrement en Beauce, mais ne verse pas et rouille peu. Cultivé en 1887-88 sur des parcelles d'essais dans le bassin Parisien, il a donné 32,3 quintaux par hectare, là où le blé de .Bordeaux n'en avait rendus que 21, dans des conditions de culture égales.

- Prince Albert: cette variété d'hiver anglaise, introduite en France en 1851, a un épis et un grain roux, grain qui est ovoïde et assez gros, un large épi et un gros grain tous de rouge.

Elle talle bien et résiste au froid. Ses tiges puissantes et vigoureuses lui donnent une bonne résistance à la verse et cela, malgré la hauteur importante de ses pailles. Elle en produit d'ailleurs beaucoup: 60 quintaux par hectare pour un rendement en grain de 30 quintaux (obtenu dans le .Bassin parisien), mais il faudrait semer ce blé très tôt car son épiaison est trop tardive, vers le 16 - 21 juin en Beauce, là où les coups de chaleur de juillet coïncident trop souvent avec le palier hydrique.

- Chiddam d'automne: jadis cultivé en Normandie, il a un épi roux et demi compact, ainsi qu'un grain blanc, petit et effilé.

- Victoria blanc: son grain est blanc, arrondi, petit à moyen et légèrement effilé.
- Blanc à paille raide son grain est blanc et moyen.
- Golden Top: son grain est roux et moyen.
- Toutes ces variétés anglaises, très productives, étaient un peu trop tardives pour les climats du Nord de la France et échaudaient régulièrement en Beauce. Mais c'est sur ces fondations: 1 variété d'Afrique du Nord et 7 ou 8 variétés anglaises, que s'est édifiée la totalité de la sélection génétique.

#### 4) LES HYBRIDES :

pour compenser les inconvénients des serais trop tardifs, de nouvelles variétés hybrides natives et à paille courte furent alors créées:

\* Blé d'hiver x Blé d'hiver ou Blé d'hiver x Blé anglais;

- Dattel: (1885) Chiddam d'automne à épi rouge X Prince Albert. Le but de l'opération fut d'obtenir un blé moins tardif que Prince Albert qui, en raison de sa tarai vite (épiaison le 9 juin) échaudait presque tous les ans en .Beauce, De plus, sa paille grosse et longue lui donnait une végétation trop touffue qui, en empêchant la pénétration de la lumière dans la masse, favorisait la verse et les maladies cryptogamiques.

Dattel a une paille blanche, un épi rouge et un grain blanc. Il a toutes les qualités de Chiddam, mais tout en donnant plus de paille et un grain plus gros. Dans le Bassin parisien, il épie entre le 15 et le 19 juin, avec un retard de plus de 7 jours sur l'épiaison du blé Rouge de Bordeaux. Hybride ayant été bien fixé (contrairement à Lamed qui varie beaucoup), il pousse avec vigueur et résiste à l'hiver, mais on a quand même intérêt à le semer tôt pour qu'il exprime son potentiel de rendement.

- Champlan: (1894) Victoria blanc X Chiddam d'automne. Ce blé a une paille longue, grosse et assez raide; son épi rouge est très long avec de nombreux épillets peu serrés. Quant à son grain, il est rouge, gros, plein et à sillons bien marqués. Champlan talle bien et résiste au froid. Il donne un fort rendement en grains ainsi qu'en pailles, et, comme il a tendance à s'égrener, on le coupe un peu sur le vert.

- Briquet: (1894) Browick X Chiddam d'automne. Epi et grain jaunes.
- Gros tête; Browick X Chiddam d'automne. Grain jaune.
- Cérès : Victoria d'automne X Briquet.

Son grain est moyen, jaune, très renflé et plein. Sa paille très blanche est assez élevée mais très résistante à la verse. Le tallage est moyen et les grands épis fertiles (31 épillets par épi, chacun d'eux contenant 4 à 5 graines); ce qui permet un rendement élevé en pailles et en grains.

- Hybride Carré géant rouge : Blé épi carré X seigle de Schlanstedt\* X hybride King. Grain roux, moyen à gros.

- Hybride Carré géant blanc: variante, de la variété précédente, commercialisés en 1907. Gros grain roux, épi compact (25 épillets), grains jaunes rougeâtres, gros, renflés, assez allongés mais à pointes obtuses. Ses pailles blanches sont grosses, très hautes et très fortes. Cette variété demi-tardive, extrêmement résistante à la rouille, comme à la verse, et à fort tallage permet un rendement élevé. A semer tôt en automne.

- Parsel: (1894) Blanc à paille raide X blé seigle.

\* Seigle de Schlanstedt; hybride créée par Rimpau. Cette variété de seigle très vigoureux, à pailles très hautes et à épis très longs, est très productive, mais exigeante et tardive.

\* Blé d'hiver A Blé alternatif;

- Lamed; (1885) Prince Albert A x Noé

Cette variété à épi blanc et grain jaune rougeâtre est mal fixée et donc soumise à de nombreuses variations. Son

épiaison ayant lieu du 15 au 16 juin (soit une semaine de retard par rapport à Rouge de Bordeaux dans le Bassin parisien), sa maturation est retardée jusqu'au 15 août.

- Bordier; (1889) variante de la précédente. Epi et grain blancs.
- Hybride du Trésor; (1899) Blé épi carré x Gros bleu.
- Hybride de Massy: (1901) blé épi carré x Rouge de Bordeaux. Grain roux, court, moyen et arrondi.
- Bon Fermier; (1904-1905) Blé seigle x Gros bleu.
- Hâtif inversable: (1905-1908) Chiddam d'automne x Gros bleu.
- Prolifique nain: trouvé et sélectionné dans Hâtif inversable. Grain moyen, roux et ridé.
- Hybride à courte paille: Epi carré x Krelof x Bon Fermier.
- Hybride des Alliés;

-  
-  
-  
-  
-

picture 1

-  
-  
-  
-

Ce blé demi-alternatif et demi hâtif, de même précocité que Bon fermier, donne un rendement supérieur. Il est bien adapté aux terres moyennes mais assez sensible au froid. Son tallage est moyen et il possède une bonne résistance à la verse et à la rouille, bien ses pailles soient assez longues (1,40 mètre) et fortes. Les épis sont allongés et peu serrés (lâches), le grain blanc, assez gros, laiteux et bien plein

- Hybride de la Paix:

-  
-  
-

picture 2

-  
-  
-  
-

L'épi rouge chocolat et assez compact est presque carré, les épillets en éventail et le grain jaune, gros et bien plein. Les pailles courtes sont très résistantes à la verse. Il est assez productif quoique un peu sensible à l'échaudage.

- Alsace 22: variété d'Hiver très résistante au froid, avec port étalé des talles et fort tallage. Epiaison tardive.
- Vilmorin 23 ;

-  
-  
-  
-

picture 3

-  
-  
-

Cette variété est demi-hiver à demi-alternative, mais plutôt demi-alternative et sensible au froid. Elle peut être semée jusqu'à la mi-février. Le tallage étant faible, il convient de semer ce blé assez dru. Les pailles sont de hauteur moyenne (1,25 mètre) et l'épi blanc, sans barbe, long mais demi-compact. Le grain est gros, long, bien plein mais peu riche en gluten, donc de mauvaise qualité boulangère.

Ce blé, un peu passé est partout bien adapté (dans les terres moyennes comme dans celles profondes) et peut valoriser d'assez fortes fumures azotées, en raison de sa résistance à la rouille et à la verse, favorisant ainsi l'obtention de rendements assez élevés.

Il est sensible au froid, d'où le port dresse de ses talles dès le stade tallage. La maturité est relativement précoce et les pailles assez courtes ou de hauteur moyenne. Il présente un faible tallage qui contraint à le semer dru.

Vilmorin 27: (date de croisement: 1910)

-

-  
-  
-  
-  
-  
-

picture 4

Cette variété au grain roux pâle et à pailles plutôt courtes (1,10 à 1,20 mètre) est assez sensible au froid.

- Vilmorin 29: Vilmorin 25 x hybride des Alliés.

- Vilmorin 55: C1959) Hâtif de Wattines X Vilmorin 27

- Institut Agronomique: blé épi carré x Riéti x Hâtif inversable. Riéti est une variété de printemps provenant d'Italie qui donne un grain gros, allongé, roux foncé et vitreux.

- Hybride de Joncquois: Vilmorin 25 X. Institut Agronomique. Variété alternative.

- Providence: Yéomau X Hybride de la Paix.

- Capelle: Vilmorin 27 x Hybride de Joncquois. Variété demi-tardive mais à pailles courtes (1,05 mètres).

- Etoile de Choisy: (Mon Désir X Ardito) à (Mouton épi roux x K3). Cette variété alternative et très précoce est très résistante à la verse, en raison de ses pailles courtes (1,05 mètres).

Toutes les nouvelles variétés vont être ensuite créées à partir des hybrides blé d'hiver x blé alternatif, précédemment décrits.

Parmi les 41 variétés inscrites entre 1947 et 1954, 19 d'entre elles descendaient directement de Vilmorin 27. On trouvait tout un groupe de variétés très caractéristiques, à épi blanc, grain roux et pailles demi-pleines.

On constate également que, dans les années 1950, 8 ancêtres étaient déjà à l'origine des 80 variétés les plus cultivées en France; il s'agissait de :

— Vilmorin 25

— Vilmorin 27

— Hâtif inversable

— Hybride des Alliés

— Bon Fermier

— Institut Agronomique

— Hybride K

— Hybride à courte paille

Quant à celles qui étaient les plus utilisées à la fin des années 1970, la plupart descendaient encore et surtout, plus ou moins directement, de Vilmorin 27, mais aussi de l'hybride de Joncquois, de Providence, de (Capelle et de Etoile de Choisy; qu'il s'agisse de Capitole, Top, Marais Wunstman, Hardi, Joss, Talent ou d'une autre variété.

##### 5) OBJECTIFS DE LA SELECTION GENETIQUE MODERNE :

Arbre généalogique des variétés actuellement cultivées:

-  
-  
-  
-

PICTURE 5

-  
-  
-  
-

L'objectif de cette sélection était toujours de produire des variétés de plus en plus précoces et à pailles de plus en plus courtes. -En effet, la hauteur de paille des blés inscrits au catalogue de 198g varie le plus souvent de 0,80 à 1,05 mètre (sans jamais dépasser 1,05 mètre) ; les hybrides de Vilmorin servant toujours de base à la sélection de ces nouvelles variétés à pailles courtes.

Mais, actuellement, on a tendance à vouloir utiliser de plus en plus des variétés italiennes ou japonaises, très précoces et demi-naines, donc à pailles extrêmement courtes, bien qu'elles aient des épis peu fertiles, ne donnant que fort peu de graines par plant. On utilise également des variétés naines mexicaines (hybrides), en vue de sélectionner des demi-naines en France (par exemple Courtôt, qui ne mesure que 0,68 mètre de hauteur de paille et est issu de croisements avec des variétés naines mexicaines) et dont les pailles très courtes permettent de valoriser de très fortes fumures azotées. On a également fait appel à ces variétés étrangères pour rompre l'uniformité génétique des variétés actuellement cultivées en France (et d'ailleurs dans tout le Nord-Ouest de l'Europe), homogénéité dangereuse au point de vue sanitaire.



En fait, l'état d'esprit dans lequel s'effectuent les recherches n'a guère change depuis la fin du siècle dernier; le but étant toujours de sélectionner des variétés hybrides à pailles de plus en plus courtes et à maturation toujours plus précoce, obtenues par le croisement de variétés d'hiver et de printemps.

NB : Les hybrides F1 ont hérité plus ou moins intégralement des caractéristiques génétiques de leurs parents. Parmi eux, on sélectionne alors les plants que l'on estime être les plus intéressants par leur productivité et leur précocité de maturation, plants dont les graines sont ensuite semées pour obtenir les hybrides F2. Mais ces derniers sont beaucoup moins fidèles de reproduction que les F1 et présentent un grand nombre de variations dans leurs caractéristiques héréditaires.

Par la suite, on ne resème que les plants les plus intéressants, ayant conservés les caractéristiques génétiques des parents et on obtient F3, F4, F5, etc. Ce n'est qu'à partir de F5 que l'on commence à obtenir des plantes aux caractères bien fixés.

Le blé étant à l'abri des Hybridations croisées et bénéficiant de l'auto-fécondation naturelle (il est en principe autogame, contrairement au maïs), la stabilité des variétés semble absolue. Quant aux caractères Héréditaires d'une nouvelle variété d'hybride, une fois bien fixés à la suite d'opérations de sélection massale, ils ne semblent subir ni variation, ni régression vers l'un ou l'autre des parents.

Les croisements doivent donc être provoquée, mais, en cas de forte chaleur pendant la fécondation, les glumelles peuvent s'ouvrir et le vent peut alors faire se croiser des céréales. C'est ainsi que l'on trouvait des triticales naturels en Russie.

## 6) CONCLUSION SUR LE SELECTION

Depuis la création des premiers hybrides, plus d'un siècle s'est maintenant écoulé, période durant laquelle des centaines et des milliers de nouvelles variétés ont été créées, et il en apparaît toujours davantage, de sorte que l'agriculteur n'a même plus le temps de se faire la main avec l'une d'elles avant qu'elle ne soit remplacée par tout une série de nouvelles. Ces dernières sont en fait toujours plus exigeantes en soins culturels et en moyens de production.

Or il est clair que sous les climats du Nord-Ouest de l'Europe, précocité et faible vigueur de végétation sont tout à fait incompatibles avec un potentiel de productivité élevé.

La sélection s'est donc engagée dès le départ dans un cercle vicieux, les nouvelles variétés étant conçues pour tirer profit des semences tardives. On a pas au voir que la cause des mauvais rendements résidait pour l'essentiel dans les semis trop tardifs et trop denses. En cherchant la solution dans des caractères empruntés à des variétés exotiques, on s'est condamné à l'usage de l'azote soluble et des désherbants, ainsi qu'à de multiples problèmes sanitaires. Au bout d'un siècle dans cette voie, l'échaudage, la verse et les maladies cryptogamiques sont toujours des problèmes d'actualité»

Comme aux premiers temps, on recherche isolement les caractères "intéressants"; aujourd'hui c'est comme on l'a dit dans des variétés mexicaines ou japonaises, porteuses de gènes de nanisme, très précoces et à pailles extra courtes, mais à épis très peu fertiles, donc ne donnant que très peu de grains par plant. On recherche également certains caractères, en particulier la résistance aux maladies, dans des espèces sauvages proches du blé.

Cette fuite en avant produit des variétés dont la vigueur, la fertilité, la puissance de tallage et d'enracinement, la capacité de compétition avec les adventices et la résistance aux maladies ne cessent de diminuer. Les agriculteurs sont ainsi condamnés à un usage croissant de machines, d'engrais, de pesticides, etc.

La genèse de l'erreur de cette aberration génétique provient de l'idée de croiser des variétés d'hiver avec des variétés alternatives. Et cela, du fait qu'on n'ait pas su voir:

- qu'il y avait une incompatibilité entre les divers objectifs de la sélection qu'on s'était fixés dès le départ. En effet, sous les climats du Nord-Ouest de l'Europe, précocité et faible vigueur de végétation sont tout à fait incompatibles avec un potentiel de production élevé.

- que les variétés de printemps ou alternatives (blés mexicains, demi-nains italiens ou japonais, blés alternatifs issus de la lignée de Noé, etc ..), servant de base à la sélection génétique actuelle, sont inadaptées à nos conditions climatiques. Cela se traduit par un manque de vigueur de végétation et un enracinement insuffisant,

- que les anciennes variétés à pailles hautes et à grande vigueur de végétation avaient un fort potentiel de rendement en France, mais qu'il ne pouvait s'exprimer que par de bonnes techniques d'implantation; notamment par des semis très précoces et très clairs, qui permettent le développement d'un enracinement profond et très puissant.

- que les nouvelles variétés hybrides ont été essentiellement conçues pour valoriser des semences trop tardives, notamment par le fait qu'elles ont de moindres besoins thermiques pour accomplir leur cycle végétal: 2200° C de somme minimale de températures au lieu de 2400 pour les anciennes variétés d'hiver.

- que l'introduction de plantes sarclées dans l'assolement céréalière (betteraves - blé - orge dans le Nord; maïs - blé dans le Sud; pommes de terre - seigle en Europe Centrale) a été une véritable catastrophe, dans la mesure où la récolte tardive du précédent cultural n'aboutit qu'à différer les semences.

## B. CHOIX DES VARIETES A CULTIVER

Afin d'optimiser les résultats de la méthode de culture du blé d'hiver, qui vous a été présentée dans les pages précédentes, il convient de ne pas choisir n'importe quelle variété. Des caractéristiques bien précises, que possèdent en grande partie les blés poulards, doivent alimenter les critères de choix.

### 1) QUELLES CARACTERISTIQUES ?

- Les variétés à rechercher doivent avoir les caractéristiques suivantes:
- forte vigueur de végétation ; ,
- pailles longues
- plateau de tallage large
- forte résistance au froid ;
- maturité très tardive
- type ni ver à très hiver
- initiation florale à au moins 600 à 700° C de somme de températures (800 pour les blés poulards)
- grande surface foliaire pour une meilleure photosynthèse et donc moins de risques de faim de carbone
- système racinaire très puissant pour éviter les risques d'échaudage

### 2) l'EXEMPLE DES BLES POULARDS

Les blés Poulards d'hiver, qui ont une forte vigueur de végétation, conviennent bien à la France. Ils ont une montaison très tardive, ce qui leur permet d'avoir une phase Ati extrêmement longue par rapport aux blés ordinaires, et mûrissent tard; deux caractéristiques qui expliquent leur grande fertilité potentielle. Quant à leurs pailles, elles sont plus hautes que celles/de la plupart des blés tendres.

Ayant toutes les qualités des blés durs et des blés tendres, notamment une forte résistance à l'échaudage (même si l'été est très chaud, le grain n'échaudera pas) et des pailles très résistantes à la verse, malgré leur grande hauteur, les blés Foulard pourraient remplacer les blés durs actuellement cultivés. Ces derniers, étant de type printemps, n'ont qu'un faible rendement.

Les blés Foulards se distinguent de par la forme demi-dressée de leur plateau de tallage, qui, contrairement aux blés traditionnels, n'est pas étalée. Leur tallage est très puissant et ils résistent parfaitement bien au froid; c'est le cas par exemple de la variété Nonette de Lausanne ou des Rouges d'Auvergne (variété identique).

Une autre caractéristique de ces blés (caractéristique que l'on retrouve chez le seigle) est qu'en bonnes conditions de culture leurs épis ont tendance à ramifier.

Ayant des exigences thermiques supérieures aux blés tendres et aimant bien les étés assez chauds et secs, ils conviendraient bien dans le Massif Central par exemple (car le climat y est un peu continental) ou en Alsace, mais moins bien en Normandie, Bretagne, Angleterre ou Belgique. Ceci dit, ils sont tellement rustiques qu'il est préférable de les semer plutôt que de choisir les variétés actuelles.

Cependant, parmi les blés poulards, il y a des variétés alternatives {comme les blés tendres) et des variétés d'hiver. Le blé Osiris, par exemple, est alternatif, > ce qui fait que, semé à la Saint Jean, il va monter et qu'il est très peu résistant au froid de l'hiver et à son humidité. De plus, il est très exigeant au niveau de la nature du sol, de sateneur en calcaire, en argile et en humus. Venant des limons du MI, il exige une forte fertilité. Comme toutes les variétés appelées alternatives on de printemps (ce qui ne veut pas dire grand chose car, dans leur pays d'origine, elles sont semées en automne), le blé Osiris est exotique et ne doit donc pas être cultivé en France.

### 3) LISTE DES VARIETES DE BLES D'HIVER A UTILISER

Dans le cadre des semis précoces, on rejettera donc les variétés alternatives et déni-alternatives pour n'utiliser que des variétés de type hiver ou très hiver, de préférence les anciennes variétés de pays.

#### BLES POULARDS (triticum turgidum) :

- Poulards d'hiver
- Poulard géant du Milanais
- Poulard d'Australie
- Blé Jaune à barbes Desprez (variation du poulard d'Australie)
- Poulard blanc lisse
- Nonette de Lausanne

#### BLES D'HIVER

- Blé Roseau (Picardie)
- Victoria d'automne
- hybride Champlan d'Hiver
- Blé Bénéfactor
- Cerès
- Prince Albert
- Dattel
- Blé Roux de Champagne
- Rouge d'Alsace

- Alsace 22
- Hybride King
- Chiddam d'automne
- Blé épi carré (Sheriff Square head)
- Blanc à pailles raides
- Hybride carre géant rouge
- Parsel
- Grosse tête
- Briquet
- Golden Top
- Blé-seigle
- Seigle de Schlanstadt
- Blé hybride carre géant blanc

Rappel; Ne pas utiliser des variétés modernes, toutes croisées avec des variétés alternatives.

## CONCLUSION

Dans les conditions de culture actuelles, le maintien de la fertilité des terres vouées aux cultures céréalières repose dans le meilleur des cas sur des transferts importants: prairies dans la rotation, fumier ou compost, et le plus souvent, l'élevage étant dissocié de la céréaliculture, sur un travail intensif du sol, le recours à la fertilisation minérale et l'assistance sanitaire permanente aux cultures.

Ces méthodes, très coûteuses en énergie et produits chimiques, sont la cause de multiples pollutions et s'avèrent incapables de conserver en état le potentiel de production du sol, puisqu'il s'amenuise d'années en années suite au lessivage, à l'érosion, à la baisse du taux de matières organiques, etc...

Hors transfert de fertilité et apports extérieurs, le maintien de la fertilité n'est compatible avec la mise en culture qu'à condition de respecter le principe essentiel suivant: OCCUPATION PERMANENTE DU SOL PAR LA VEGETATION.

Ce principe est évidemment plus facile à respecter dans le cas de cultures pérennes: forêts exploitées, vergers, prairies, etc..., mais il constitue un objectif parfaitement accessible même en culture céréalière lorsque l'on que s schéma (valable pour les céréales d'hiver en Europe du Nord-Ouest):

- Semis très précoces (fin juin - juillet) de variétés de type hiver à très hiver, ne risquant pas de monter à graines avant l'hiver.

- Semis très clairs (de l'ordre de 5 plants par m<sup>2</sup>, voire moins), permettant à chaque plant de dépasser la concurrence de ses voisins et de développer environ une centaine de tiges, ainsi qu'un système racinaire extrêmement puissant.

- Semis en surface, sous une couverture de trèfle et/ou d'adventices fauchées sur place, de paille, de compost
- Association de la céréale à une légumineuse rampante (le plus souvent trèfle blanc) et à un parc arboré d'arbres améliorants (robiniers, féviers, cytises, aulnes,...)

Ce schéma tire parti;

- des conditions extérieures: lumière et chaleur de l'été et de l'automne.

- de la "physiologie" du sol: azote et nutriments abondants en été et en automne.

- des possibilités de la céréale: tallage massif, enracinement puissant, stockage de réserves dans les racines permettant de s'affranchir de la faim d'azote printanière, indice de concurrence de la céréale vis à vis des adventices levées en été,
- des possibilités de la légumineuse associée: limitation du dessèchement des couches superficielles du sol, des adventices dicotylédones et restitution d'azote et de biomasse au sol.

L'association céréale-trèfle blanc est en outre un piège à lumière remarquable, le flot de lumière qui traverse le couvert de la graminée est intercepté par le trèfle, qui en réfléchit une partie vers la céréale.

Dans ce système, le trèfle renouvelant ses organes aériens et souterrains à un rythme rapide (toutes les 6 semaines environ en pleine saison), la céréale peut revenir sur elle-même sans inconvénients et le semis peut se faire avant la récolte et donc sous couvert de la moisson précédente. On s'affranchit de tout travail du sol et de tout apport extérieur, minéral ou organique. Le pivot de la fertilisation est alors la biomasse produite sur place: biomasse aérienne (végétation du trèfle, paille, feuilles des arbres) dégradée sur place et enfouie par les vers de terre, mais aussi et surtout, biomasse souterraine, la masse des racines de la céréale étant de l'ordre de 10 fois ce qu'elle est en culture classique. Ces racines constituent un engrais abondant, auto équilibré, se décomposant au fur et à mesure que celles de la culture suivante croissent et ne demandant aucune manutention.

Entre le travail de la charrue et celui de la végétation et des vers de terre, il faut choisir. S'en remettre à la végétation permet d'approcher le rendement maximum permis par l'énergie lumineuse reçue (le potentiel étant nettement supérieur à 100 quintaux par hectare et par an), sans consommation ni de matières premières, ni d'énergie fossile, sans pollution, mais tout en portant et maintenant la fertilité du milieu à un haut niveau.