**Chapitre n°2 : Notion de rendement : définitions et mesures**

# **Notion de rendement**

* **Rendement**

= une unité de quantité produite par unité de surface. Quantité produite en fonction d’une quantité de moyens mis en œuvre (surface, ressources, travail, argent,…).

Il est le **résultat de la récolte** du programme morphogénétique de la plante et de l’équilibre des **relations sources-puits**.

Ce qui est valorisé par l’agriculteur : par rapport à une quantité de travail et d’intrants fournis.

Comment le mesurer ?

**Quantité produite** : fonction de la matière sèche, fraîche, quantité de protéines, de sucres, surface, indice de production,…

**Potentiel de rendement** : forte corrélation entre la production de sucre et la quantité d’énergie interceptée. Pour augmenter ce potentiel, il faudrait augmenter la température (1 : attention à la sécheresse), augmenter la luminosité (2) ou encore sélectionner une espèce qui produira plus dans des conditions moins bonnes (3).

* **Le sens de la sélection**

**L’indice de récolte** représente ce qui est valorisé par rapport l’ensemble de la production (ex : grain par rapport à l’ensemble de la plante).

Exemple du blé : on raccourci les tiges, donc les plantes sont moins sensibles à la verse. On a une augmentation du nombre de grains mais leur taille est + petite. Mais le rendement est + efficace même si la taille des grains est + faible (compensation par leur nombre).

Dans les années 30, les plantes ont besoin de peu d’azote mais elles ont un rendement relativement faible. Dans les années 80, le rendement est meilleur mais elles ont besoin d’un traitement relativement fort en azote. On remarque toutefois que le **rendement augmente au fur et à mesure du temps** même si on n'augmente pas le taux d’azote qui est apporté aux plantes.

* **Les outils de l’agriculteur**

L’agriculteur va utiliser les outils et techniques à sa disposition pour optimiser l’utilisation des facteurs et conditions de croissance et **maximiser le rendement** (et la qualité)

**Qualité** : aptitude d’un produit à satisfaire les besoins d’un utilisateur.

**Qualité alimentaire** : nutritionnelle, hygiénique (non toxicité des aliments) et organoleptiques (tests de dégustations, analyse).

**Qualité technologique** : liée à la récolte, le transport et la transformation du produit agricole.

# **Modèles**

**Modèle** : formulation simplifié limitant les phénomènes réel. Rend compte d’un fonctionnement.

**Stochastiques** : établis à partir de relations statistiques entre variables.

**Mécanistes** : établis à partir de lois et fonctions physiologiques représentant les réactions d’un peuplement aux conditions et facteurs.

Un modèle de culture relie les fonctions de productions, cherche à prendre en compte les interactions entre les plantes elles-mêmes et le milieu et représente le fonctionnement du peuplement.

# **Sommes de températures**

La **température** a une influence sur le **poids des grains** : + il fait chaud, + les grains auront une taille importante et en nombre de jours à partir de la floraison + faible. On aura aussi une période de germination qui s’effectuera plus tôt lorsque la température est + élevée et la vitesse de germination + grande.

**Zéro de végétation TO** : température pour laquelle la croissance est nulle (visiblement mais il y a toujours une évolution au niveau des cellules).

Variable suivant les espèces : blé 0°C ; mais/sorgho 8°C ; pomme de terre 6-8°C.

**Tmoy-T0= température efficace journalière**

**Allongement journalier d’un organe : DI= k(Tmoy-T0)= k(Tej)**

**Longueur totale : L= Somme des DI= k\* somme (TmoyT0)= constante.**

Limites de l’approche :

* Variations valables dans certaines gammes de températures,
* Vitesse réelle des phénomènes est différente de celle modélisée,
* Température moyenne sur la journée,
* Notion 0 de végétation (zéro apparent de végétation est légèrement différent).

# **Notion de stade critique et sensibilité du couvert**

La **période critique** correspond à la **période de sensibilité** du couvert par rapport aux conditions extérieures : températures, sécheresse, maladie,… Cette période varie en fonction des espèces. On a une **évolution des zones de culture** des plantes. On peut prendre l’exemple du soja, les zones de cultures de ces plantes se sont étendues au cours des années. En effet, grâce à la période critique spécifique à chaque espèce, on a pu planter différents types de soja en fonction de leur période critique et du milieu dans lequel il pousse => soja le + résistant aux conditions de vies du milieu.



# **Fonctions de production**

* **Fonctions de productions**

Cette fonction de production relie le rendement et la disponibilité d’un facteur, a une faible valeur prédictive et est utilisée pour conduire la culture.

La densité optimale dépend du rendement et du semi.

Les céréales à pailles, le colza, le soja ont une densité optimale et un rendement plus large que le maïs ou bien le tournesol : les pieds des plantes sont plus petits, ils se gênent donc moins, la compétition est moins importante.

* **Qualité d’engrais et de rendement**

La dose optimale d’engrais ne dépend pas uniquement du rendement, il dépend aussi du prix de celui-ci. On a bien une dose optimale mais pas une dose maximale. La quantité d’engrais utilisée peut varier en fonction des conditions du milieu (tassement du sol, croissance du peuplement végétal, autres facteurs limitant tels que l’eau, les nutriments,…).



* Gestion de l’adéquation entre l’offre et les besoins

****

Les besoins ne vont pas être les mêmes au cours du cycle de la plante. Lorsque l’on conduit une culture il faudra donc connaitre les besoins et la quantité de produits qui seront nécessaire et à quel moment.

# **Peuplement végétal et utilisation des ressources**

**VI.1. Nutrition carbonée d’un peuplement végétal**

* **Interception du rayonnement**

Dépend du **lieu géographique** : ensoleillement + important du Sud qu’au Nord. Dépend aussi du **microclimat** au niveau du couvert : luminosité : le rayonnement net va diminuer, la température va augmenter, la vitesse du vent qui diminue, l’humidité relative qui est + importante au sein du couvert. On a donc une **modification photosynthétique**.

**Le rayonnement net** : c’est le bilan de tous les rayonnements reçus (faire attention à **l’albédo** : réfléchissement du sol).





L’interception du rayonnement par le peuplement dépend donc du rayonnement incident G, du rayonnement réfléchit R, du rayonnement réfléchit par le sol Ts, le rayonnement transmis T.

**Rayonnement absorbé** A= G+Ts- (R+T)

**Efficience d’interception**= A/G

Utilisation pour la photosynthèse : Pour faire de la photosynthèse, la plante utilise seulement une partie du rayonnement : **PAR** : Partie du rayonnement qui est photosynthétiquement utilisé.

****

**Efficacité de la transformation**

**Indice de surface foliaire** d’un couvert est la surface de feuille du couvert sur une surface du sol donnée. Les **plantes en C4** ont une efficacité de conversion de l’énergie interceptée en matière sèche supérieure aux **plantes en C3.** Les **légumineuses sont encore moins efficaces** que les autres plantes en C3 car elles dépensent de l’énergie pour leurs symbioses. **Betteraves, colza, sont encore + faibles** car on a un remplissage en sucre et en huile qui demande de l’énergie.

L’effet peuplement influence également l’efficacité de transformation => même si on sème les mêmes plantes mais à des années ou des périodes différentes, on remarque un changement au niveau du rendement de matière sèche qui est dû à une différence de climat ou alors à une semence plus tardive.

**VI.2. Les facteurs influençant la photosynthèse nette**

* **L’espèce végétale**

Les plantes en C4 ont un point de saturation + élevé. Les plantes d’ombre sont + efficaces à faible luminosité mais saturent très vite. Les plantes en C3 soleil possèdent un point de saturation plus élevé que les plantes en C3 ombre mais sont moins efficaces.

* **La teneur en CO2 de l’atmosphère et l’effet rayonnement**

Pour une intensité en rayonnement qui augmente, on a une efficacité plus importante pour la photosynthèse nette, d’autant + si la concentration en CO2 est élevée.

* **L’état hydrique de la plante**

+ le potentiel hydrique de la plante est élevé, + la plante va absorber d’eau et donc l’intensité lumineuse sera faible. Mais la résistance hydrique varie suivant les espèces végétales.

* **La température**

Pour les C3, on a une augmentation de la photosynthèse nette quand la température augmente, puis ce rendement diminue. Cette diminution est due à la **respiration** : ce mécanisme demande beaucoup d’énergie et aura tendance à augmenter avec la chaleur. Pour les plantes en C4, le rendement augmente lorsque les températures sont relativement chaudes (plantes tropicales). On observe toutefois des températures optimales pour obtenir une photosynthèse optimale.

* **L’état nutritionnel de la plante**

**L’azote** : on remarque que lorsque l’on a un fort apport avant la montaison (=plante qui sort de terre), meilleur est le rendement au niveau de la photosynthèse. Même si l’apport après la montaison est moindre, l’efficacité d’interception du rayonnement est élevée. L’apport en azote avant la montaison va donc permettre la croissance foliaire et le deuxième apport (après la montaison) va permettre le développement d’autres organes tels que les graines.

**VI.3. La photosynthèse nette au sein du peuplement**

Les conditions climatiques au sein du couvert qui sont modifiées (microclimat) => variable suivant les années.

Le rayonnement est la première source affectée,

En dessous d’un certain seuil, la feuille ne produit plus mais respire.

On a donc besoin d’une **gestion de la surface foliaire dans l’espace et le volume du peuplement.**

* **Surface foliaire et ombrage**

La lumière est importante pour la mise en place de la surface foliaire et cet éclairement doit être optimal dès le début du peuplement.

* **Indice de surface foliaire et production**

La production est divisée en 4 phases. Dans les deux premières phases, on a une assimilation et une respiration qui augmentent, tout comme la production de la matière sèche. A partir de la deuxième phase, on a une assimilation qui stagne jusqu’à la dernière phase, car on a une compétition foliaire. Comme la respiration augmente progressivement et qu’on a une stagnation de l’assimilation, la production de matière sèche va diminuer à partir du milieu de la phase 3 (car la respiration demande beaucoup d’énergie).

**VI.4. Conséquences sur les techniques agricoles**

****

+ on augmente la dose d’azote, + le rendement sera important surtout lors d’un fort éclairement (Juillet/ Aout).

On peut jouer sur le potentiel de croissance foliaire, la place du cycle, la durée de la surface foliaire, sur l’assimilation de peuplement (hausse de la concentration en CO2) et le port du végétal (étalé ou dressé : le deuxième étant le port idéal). On protège également les plantes des ravageurs et des maladies.

