

B.C

230

39

AGRONOMIE. — *Influence de l'alimentation azotée sur l'évolution de l'assimilation nette au cours du cycle de développement du tournesol (Helianthus annuus L.).* Note de Robert Blanchet, Noël Gelfi, Michel Piquemal et Colette Amiel, présentée par André Cauderon.

Chez le tournesol, la cinétique de l'assimilation nette est très liée à celle de l'absorption d'azote, qui conditionne l'expansion du feuillage et sa teneur en capteurs d'énergie (chlorophylles) et de CO_2 (RuBP-carboxylase-oxygénase). La prédominance de l'absorption précoce d'N favorise la croissance de l'appareil végétatif, mais l'assimilation nette s'achève dans ce cas vers la chute des pétales; des assimilats sont redistribués des organes végétatifs vers les akènes. Une alimentation plus tardive maintient l'assimilation jusqu'au voisinage de la maturité, avec un feuillage moindre mais plus actif en fin de cycle, aboutissant à une production d'akènes aussi élevée.

AGRONOMY. — *Influence of nitrogen nutrition on the evolution of net assimilation during the cycle of development of sunflower (Helianthus annuus L.).*

The kinetics of net assimilation of sunflower is quite similar to that of nitrogen uptake, which determines the leaves expansion and their content in captors of energy (chlorophylls) and CO_2 (RuBP-carboxylase-oxygenase). A predominant early N uptake enhances the growth of vegetative organs, but net assimilation stops then near the petals fall; assimilates are redistributed from vegetative organs to achens. A later uptake maintains assimilation till about the maturity, with a foliage less developed but more efficient at the end of the cycle, leading to an equivalent achens production.

Le rôle important de l'alimentation azotée dans la croissance et la production du tournesol a été démontré par Coïc et coll. [1], et précisé récemment par Steer et coll. ([2], [3]). Radin et Boyer [4] ont en outre mis en évidence l'influence de la nutrition azotée sur l'expansion foliaire, et Courtiade [5] a montré que, chez cette espèce C_3 à photosynthèse élevée, l'évolution ontogénique de l'enzyme de carboxylation Ribulose-1.5-bisphosphate carboxylase oxygénase (Rubisco) dépendait également de l'alimentation en N. Si la perte d'activité photosynthétique de la feuille au cours du vieillissement semble assez couramment admise ([6], [7]), d'autres travaux montrent que l'éclaircissement et vraisemblablement l'état alimentaire peuvent modifier cette évolution [8].

En faisant varier à la fois la quantité totale de N disponible pour les plantes, et le rythme d'absorption en rendant cet azote plus ou moins rapidement accessible aux racines, nous avons tenté de préciser l'influence de l'alimentation azotée sur l'élaboration des assimilats par l'appareil foliaire, pendant l'ensemble du cycle de développement.

MÉTHODES EXPÉRIMENTALES. — Le cv. Mirasol a été cultivé en peuplements de huit plantes. m^{-2} , arrosés de manière à satisfaire leur transpiration maximale, dans un abri grillagé à toit en matière plastique transparente protégeant les plantes des prédateurs. Tous les éléments autres que N ont été apportés en quantités largement suffisantes, dans deux infrastructures expérimentales de géométries différentes :

Vases de végétation renfermant 8 kg de terre et portant deux plantes par pot; ils ont reçu sous forme de nitrate d'ammonium 0,5, 1, 2, 4 ou 6 g N par plante (traitements respectifs N1, N2, N3, N4, N5), apportés par fractions hebdomadaires du stade quatre feuilles au début de la floraison. A ce dernier stade, la totalité de N fourni avait donc été mis à la disposition des racines. Un pot de chaque traitement a été récolté à bouton floral (BF) 3 cm, début floraison (DF) et chute des pétales (CP); à maturité (MAT), la récolte a porté sur quatre pots. Les durées de surfaces foliaires ont été calculées selon Thorne [1]. La teneur en Rubisco a été mesurée par immunochimie, selon la méthode décrite par Courtiade [5].

Lysimètres de 5 m^2 de surface contenant sur toute leur profondeur un sol homogène, de porosité totale voisine de 45 %, renfermant environ :

Pour A et B, respectivement 100 et 150 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N minéral, répartis assez uniformément sur une profondeur totale de 0,95 m;

Pour C, 150 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ N sur le premier mètre, et 400 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ N situés à une profondeur comprise entre 1 et 2,25 m. Ce lysimètre renfermait donc un important stock de N minéral, plus difficilement accessible aux racines. Des prélèvements de plantes ont été effectués aux mêmes stades qu'en vases de végétation.

L'assimilation nette a été évaluée en équivalents-glucose à partir de la biomasse et de la composition des organes des plantes récoltées aux divers stades, en utilisant les valeurs de Penning de Vries et coll. [10], qui représentent les quantités de glucose nécessaires à la synthèse des principales catégories chimiques de la plante,

soit 2,5 g de glucose par gramme de protéines, 3 g de glucose par gramme de lipides, et 1,2 g de glucose par gramme de glucides. L'assimilation nette (A.N.) intervenue jusqu'à un stade donné a été calculée par l'expression suivante, représentant la quantité de glucose utilisé à la biosynthèse des constituants des divers organes :

A.N. = 2,5 composés azotés (N. 6,25) + 3 lipides graines + 1,2 [Matière sèche totale - (composés azotés + lipides)].

Comme nous l'avons discuté par ailleurs [11], il s'agit d'une approximation, intéressante au plan agronomique.

RÉSULTATS. — La figure 1 représente, en fonction des principaux stades-repères du cycle de développement, les quantités de N présentes dans les parties aériennes. Elles dépendent à la fois de la richesse du milieu et de sa géométrie : en vases de végétation, dans lesquels tout l'azote se trouvait à proximité des racines avant la pleine floraison, l'absorption s'est achevée dès la chute des pétales. En lysimètres, elle s'est poursuivie jusqu'au voisinage de la maturité, surtout en C que les racines ont exploré progressivement.

La similitude des cinétiques d'absorption d'N et de production d'assimilats est manifeste. La dépendance de l'assimilation du carbone à l'égard de l'absorption d'N s'explique principalement par deux catégories de facteurs, perturbées l'une et l'autre à l'époque de la floraison par un très fort appel de composés azotés vers le capitule [12] :

— la teneur des feuilles de l'étage médian en capteurs d'énergie lumineuse (chlorophylles) et de CO₂ (Rubisco), croissante avec l'alimentation azotée, marque une diminution sensible lors de la floraison (*fig. 2*). Pour ces teneurs en capteurs, N 1 ne semble pas très pénalisé pendant le début de sa croissance, mais sa surface foliaire est bien moindre;

— la surface foliaire totale est en effet une fonction croissante de la quantité d'azote absorbé (tableau I); elle régresse souvent à partir de la floraison, les feuilles inférieures devenant sénescentes.

L'ampleur et l'activité de l'appareil assimilateur sont donc très liées à l'alimentation azotée pendant la phase végétative. Ensuite, dans le cas d'absorption d'N précoce, l'assimilation nette cesse sensiblement à la chute des pétales, et d'importantes quantités d'assimilats sont redistribuées des organes végétatifs vers le capitule et les akènes (tableau II). Avec l'absorption tardive d'N, l'assimilation se prolonge jusqu'au voisinage de la maturité, assurant l'approvisionnement des akènes; les organes végétatifs jouent peu le rôle de réserves temporaires.

L'activité assimilatrice moyenne du feuillage, exprimée par le rapport équivalent-glucose accumulé/durée de surface foliaire (tableau I) présente ainsi pendant la phase reproductrice de grandes variations liées aux modalités d'alimentation azotée : cette activité est très réduite par rapport à celle de la phase végétative chez toutes les plantes cultivées en vases, pour des raisons d'appauvrissement en capteurs (N 1, N 2), ou d'auto-ombrage et peut-être de receveurs (akènes) insuffisants en N 4-N 5. Avec des indices foliaires modérés et une poursuite de l'absorption d'N, l'activité reste en revanche élevée sur lysimètres,

EXPLICATIONS DE LA PLANCHE

Fig. 1. — Évolution au cours du cycle de développement des quantités d'azote (I) et d'assimilats (II) contenues dans les parties aériennes. *A gauche*, vases de végétation; *à droite*, lysimètres. BF = bouton floral 3 cm; DF = début floraison; CP = chute des pétales; Mat = maturité.

Fig. 1. — *Evolution, during the cycle of development, of the shoots contents of nitrogen (I) and assimilates (II). Left: pots; right: lysimeters. BF = head 3 cm; DF = beginning of flowering; CP = petals fall; Mat = maturity.*

Fig. 2. — Évolution des teneurs en Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase oxygénase (Rubisco) et chlorophylles dans les feuilles de l'étage moyen de tournesols soumis à divers traitements azotés, en vases de végétation; expression en milligrammes par gramme de matière sèche. MF = mi-floraison.

Fig. 2. — *Evolution of Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase oxygenase (Rubisco) and chlorophylls contents in the mid-level leaves of sunflowers receiving various nitrogen treatments, in the pot experiment; expression in milligrammes per gramme of dry matter. MF = mid-anthesis.*

B.C

230

39

AGRONOMIE. — *Influence de l'alimentation azotée sur l'évolution de l'assimilation nette au cours du cycle de développement du tournesol (Helianthus annuus L.).* Note de Robert Blanchet, Noël Gelfi, Michel Piquemal et Colette Amiel, présentée par André Cauderon.

Chez le tournesol, la cinétique de l'assimilation nette est très liée à celle de l'absorption d'azote, qui conditionne l'expansion du feuillage et sa teneur en capteurs d'énergie (chlorophylles) et de CO_2 (RuBP-carboxylase-oxygénase). La prédominance de l'absorption précoce d'N favorise la croissance de l'appareil végétatif, mais l'assimilation nette s'achève dans ce cas vers la chute des pétales; des assimilats sont redistribués des organes végétatifs vers les akènes. Une alimentation plus tardive maintient l'assimilation jusqu'au voisinage de la maturité, avec un feuillage moindre mais plus actif en fin de cycle, aboutissant à une production d'akènes aussi élevée.

AGRONOMY. — *Influence of nitrogen nutrition on the evolution of net assimilation during the cycle of development of sunflower (Helianthus annuus L.).*

The kinetics of net assimilation of sunflower is quite similar to that of nitrogen uptake, which determines the leaves expansion and their content in captors of energy (chlorophylls) and CO_2 (RuBP-carboxylase-oxygenase). A predominant early N uptake enhances the growth of vegetative organs, but net assimilation stops then near the petals fall; assimilates are redistributed from vegetative organs to achens. A later uptake maintains assimilation till about the maturity, with a foliage less developed but more efficient at the end of the cycle, leading to an equivalent achens production.

Le rôle important de l'alimentation azotée dans la croissance et la production du tournesol a été démontré par Coïc et coll. [1], et précisé récemment par Steer et coll. ([2], [3]). Radin et Boyer [4] ont en outre mis en évidence ce l'influence de la nutrition azotée sur l'expansion foliaire, et Courtiade [5] a montré que, chez cette espèce C_3 à photosynthèse élevée, l'évolution ontogénique de l'enzyme de carboxylation Ribulose-1.5-bisphosphate carboxylase oxygénase (Rubisco) dépendait également de l'alimentation en N. Si la perte d'activité photosynthétique de la feuille au cours du vieillissement semble assez couramment admise ([6], [7]), d'autres travaux montrent que l'éclaircissement et vraisemblablement l'état alimentaire peuvent modifier cette évolution [8].

En faisant varier à la fois la quantité totale de N disponible pour les plantes, et le rythme d'absorption en rendant cet azote plus ou moins rapidement accessible aux racines, nous avons tenté de préciser l'influence de l'alimentation azotée sur l'élaboration des assimilats par l'appareil foliaire, pendant l'ensemble du cycle de développement.

MÉTHODES EXPÉRIMENTALES. — Le cv. Mirasol a été cultivé en peuplements de huit plantes. m^{-2} , arrosés de manière à satisfaire leur transpiration maximale, dans un abri grillagé à toit en matière plastique transparente protégeant les plantes des prédateurs. Tous les éléments autres que N ont été apportés en quantités largement suffisantes, dans deux infrastructures expérimentales de géométries différentes :

Vases de végétation renfermant 8 kg de terre et portant deux plantes par pot; ils ont reçu sous forme de nitrate d'ammonium 0,5, 1, 2, 4 ou 6 g N par plante (traitements respectifs N 1, N 2, N 3, N 4, N 5), apportés par fractions hebdomadaires du stade quatre feuilles au début de la floraison. A ce dernier stade, la totalité de N fourni avait donc été mis à la disposition des racines. Un pot de chaque traitement a été récolté à bouton floral (BF) 3 cm, début floraison (DF) et chute des pétales (CP); à maturité (MAT), la récolte a porté sur quatre pots. Les durées de surfaces foliaires ont été calculées selon Thorne [1]. La teneur en Rubisco a été mesurée par immunochimie, selon la méthode décrite par Courtiade [5].

Lysimètres de 5 m^2 de surface contenant sur toute leur profondeur un sol homogène, de porosité totale voisine de 45 %, refermant environ :

Pour A et B, respectivement 100 et 150 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N minéral, répartis assez uniformément sur une profondeur totale de 0,95 m;

Pour C, 150 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ N sur le premier mètre, et 400 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ N situés à une profondeur comprise entre 1 et 2,25 m. Ce lysimètre renfermait donc un important stock de N minéral, plus difficilement accessible aux racines. Des prélèvements de plantes ont été effectués aux mêmes stades qu'en vases de végétation.

L'assimilation nette a été évaluée en équivalents-glucose à partir de la biomasse et de la composition des organes des plantes récoltées aux divers stades, en utilisant les valeurs de Penning de Vries et coll. [10], qui représentent les quantités de glucose nécessaires à la synthèse des principales catégories chimiques de la plante,

soit 2,5 g de glucose par gramme de protéines, 3 g de glucose par gramme de lipides, et 1,2 g de glucose par gramme de glucides. L'assimilation nette (A.N.) intervenue jusqu'à un stade donné a été calculée par l'expression suivante, représentant la quantité de glucose utilisé à la biosynthèse des constituants des divers organes :

A.N. = 2,5 composés azotés (N. 6,25) + 3 lipides graines + 1,2 [Matière sèche totale - (composés azotés + lipides)].

Comme nous l'avons discuté par ailleurs [11], il s'agit d'une approximation, intéressante au plan agronomique.

RÉSULTATS. — La figure 1 représente, en fonction des principaux stades-repères du cycle de développement, les quantités de N présentes dans les parties aériennes. Elles dépendent à la fois de la richesse du milieu et de sa géométrie : en vases de végétation, dans lesquels tout l'azote se trouvait à proximité des racines avant la pleine floraison, l'absorption s'est achevée dès la chute des pétales. En lysimètres, elle s'est poursuivie jusqu'au voisinage de la maturité, surtout en C que les racines ont exploré progressivement.

La similitude des cinétiques d'absorption d'N et de production d'assimilats est manifeste. La dépendance de l'assimilation du carbone à l'égard de l'absorption d'N s'explique principalement par deux catégories de facteurs, perturbées l'une et l'autre à l'époque de la floraison par un très fort appel de composés azotés vers le capitule [12] :

— la teneur des feuilles de l'étage médian en capteurs d'énergie lumineuse (chlorophylles) et de CO₂ (Rubisco), croissante avec l'alimentation azotée, marque une diminution sensible lors de la floraison (fig. 2). Pour ces teneurs en capteurs, N 1 ne semble pas très pénalisé pendant le début de sa croissance, mais sa surface foliaire est bien moindre;

— la surface foliaire totale est en effet une fonction croissante de la quantité d'azote absorbé (tableau I); elle régresse souvent à partir de la floraison, les feuilles inférieures devenant sénescentes.

L'ampleur et l'activité de l'appareil assimilateur sont donc très liées à l'alimentation azotée pendant la phase végétative. Ensuite, dans le cas d'absorption d'N précoce, l'assimilation nette cesse sensiblement à la chute des pétales, et d'importantes quantités d'assimilats sont redistribuées des organes végétatifs vers le capitule et les akènes (tableau II). Avec l'absorption tardive d'N, l'assimilation se prolonge jusqu'au voisinage de la maturité, assurant l'approvisionnement des akènes; les organes végétatifs jouent peu le rôle de réserves temporaires.

L'activité assimilatrice moyenne du feuillage, exprimée par le rapport équivalent-glucose accumulé/durée de surface foliaire (tableau I) présente ainsi pendant la phase reproductrice de grandes variations liées aux modalités d'alimentation azotée : cette activité est très réduite par rapport à celle de la phase végétative chez toutes les plantes cultivées en vases, pour des raisons d'appauvrissement en capteurs (N 1, N 2), ou d'auto-ombrage et peut-être de receveurs (akènes) insuffisants en N 4-N 5. Avec des indices foliaires modérés et une poursuite de l'absorption d'N, l'activité reste en revanche élevée sur lysimètres,

EXPLICATIONS DE LA PLANCHE

Fig. 1. — Évolution au cours du cycle de développement des quantités d'azote (I) et d'assimilats (II) contenues dans les parties aériennes. *A gauche*, vases de végétation; *à droite*, lysimètres. BF = bouton floral 3 cm; DF = début floraison; CP = chute des pétales; Mat = maturité.

Fig. 1. — *Evolution, during the cycle of development, of the shoots contents of nitrogen (I) and assimilates (II). Left: pots; right: lysimeters. BF = head 3 cm; DF = beginning of flowering; CP = petals fall; Mat = maturity.*

Fig. 2. — Évolution des teneurs en Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase oxygénase (Rubisco) et chlorophylles dans les feuilles de l'étage moyen de tournesols soumis à divers traitements azotés, en vases de végétation; expression en milligrammes par gramme de matière sèche. MF = mi-floraison.

Fig. 2. — *Evolution of Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase oxygenase (Rubisco) and chlorophylls contents in the mid-level leaves of sunflowers receiving various nitrogen treatments, in the pot experiment; expression in milligrammes per gramme of dry matter. MF = mid-anthesis.*

B.C

230

39

AGRONOMIE. — Influence de l'alimentation azotée sur l'évolution de l'assimilation nette au cours du cycle de développement du tournesol (*Helianthus annuus* L.). Note de Robert Blanchet, Noël Gelfi, Michel Piquemal et Colette Amiel, présentée par André Cauderon.

Chez le tournesol, la cinétique de l'assimilation nette est très liée à celle de l'absorption d'azote, qui conditionne l'expansion du feuillage et sa teneur en capteurs d'énergie (chlorophylles) et de CO_2 (RuBP-carboxylase-oxygénase). La prédominance de l'absorption précoce d'N favorise la croissance de l'appareil végétatif, mais l'assimilation nette s'achève dans ce cas vers la chute des pétales; des assimilats sont redistribués des organes végétatifs vers les akènes. Une alimentation plus tardive maintient l'assimilation jusqu'au voisinage de la maturité, avec un feuillage moindre mais plus actif en fin de cycle, aboutissant à une production d'akènes aussi élevée.

AGRONOMY. — Influence of nitrogen nutrition on the evolution of net assimilation during the cycle of development of sunflower (*Helianthus annuus* L.).

The kinetics of net assimilation of sunflower is quite similar to that of nitrogen uptake, which determines the leaves expansion and their content in captors of energy (chlorophylls) and CO_2 (RuBP-carboxylase-oxygenase). A predominant early N uptake enhances the growth of vegetative organs, but net assimilation stops then near the petals fall; assimilates are redistributed from vegetative organs to achens. A later uptake maintains assimilation till about the maturity, with a foliage less developed but more efficient at the end of the cycle, leading to an equivalent achens production.

Le rôle important de l'alimentation azotée dans la croissance et la production du tournesol a été démontré par Coïc et coll. [1], et précisé récemment par Steer et coll. ([2], [3]). Radin et Boyer [4] ont en outre mis en évidence ce l'influence de la nutrition azotée sur l'expansion foliaire, et Courtiade [5] a montré que, chez cette espèce C_3 à photosynthèse élevée, l'évolution ontogénique de l'enzyme de carboxylation Ribulose-1.5-bisphosphate carboxylase oxygénase (Rubisco) dépendait également de l'alimentation en N. Si la perte d'activité photosynthétique de la feuille au cours du vieillissement semble assez couramment admise ([6], [7]), d'autres travaux montrent que l'éclaircissement et vraisemblablement l'état alimentaire peuvent modifier cette évolution [8].

En faisant varier à la fois la quantité totale de N disponible pour les plantes, et le rythme d'absorption en rendant cet azote plus ou moins rapidement accessible aux racines, nous avons tenté de préciser l'influence de l'alimentation azotée sur l'élaboration des assimilats par l'appareil foliaire, pendant l'ensemble du cycle de développement.

MÉTHODES EXPÉRIMENTALES. — Le cv. Mirasol a été cultivé en peuplements de huit plantes. m^{-2} , arrosés de manière à satisfaire leur transpiration maximale, dans un abri grillagé à toit en matière plastique transparente protégeant les plantes des prédateurs. Tous les éléments autres que N ont été apportés en quantités largement suffisantes, dans deux infrastructures expérimentales de géométries différentes :

Vases de végétation renfermant 8 kg de terre et portant deux plantes par pot; ils ont reçu sous forme de nitrate d'ammonium 0,5, 1, 2, 4 ou 6 g N par plante (traitements respectifs N1, N2, N3, N4, N5), apportés par fractions hebdomadaires du stade quatre feuilles au début de la floraison. A ce dernier stade, la totalité de N fourni avait donc été mis à la disposition des racines. Un pot de chaque traitement a été récolté à bouton floral (BF) 3 cm, début floraison (DF) et chute des pétales (CP); à maturité (MAT), la récolte a porté sur quatre pots. Les durées de surfaces foliaires ont été calculées selon Thorne [1]. La teneur en Rubisco a été mesurée par immunochimie, selon la méthode décrite par Courtiade [5].

Lysimètres de 5 m^2 de surface contenant sur toute leur profondeur un sol homogène, de porosité totale voisine de 45 %, refermant environ :

Pour A et B, respectivement 100 et 150 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N minéral, répartis assez uniformément sur une profondeur totale de 0,95 m;

Pour C, 150 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ N sur le premier mètre, et 400 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ N situés à une profondeur comprise entre 1 et 2,25 m. Ce lysimètre renfermait donc un important stock de N minéral, plus difficilement accessible aux racines. Des prélèvements de plantes ont été effectués aux mêmes stades qu'en vases de végétation.

L'assimilation nette a été évaluée en équivalents-glucose à partir de la biomasse et de la composition des organes des plantes récoltées aux divers stades, en utilisant les valeurs de Penning de Vries et coll. [10], qui représentent les quantités de glucose nécessaires à la synthèse des principales catégories chimiques de la plante,

soit 2,5 g de glucose par gramme de protéines, 3 g de glucose par gramme de lipides, et 1,2 g de glucose par gramme de glucides. L'assimilation nette (A.N.) intervenue jusqu'à un stade donné a été calculée par l'expression suivante, représentant la quantité de glucose utilisé à la biosynthèse des constituants des divers organes :

A.N. = 2,5 composés azotés (N. 6,25) + 3 lipides graines + 1,2 [Matière sèche totale - (composés azotés + lipides)].

Comme nous l'avons discuté par ailleurs [11], il s'agit d'une approximation, intéressante au plan agronomique.

RÉSULTATS. — La figure 1 représente, en fonction des principaux stades-repères du cycle de développement, les quantités de N présentes dans les parties aériennes. Elles dépendent à la fois de la richesse du milieu et de sa géométrie : en vases de végétation, dans lesquels tout l'azote se trouvait à proximité des racines avant la pleine floraison, l'absorption s'est achevée dès la chute des pétales. En lysimètres, elle s'est poursuivie jusqu'au voisinage de la maturité, surtout en C que les racines ont exploré progressivement.

La similitude des cinétiques d'absorption d'N et de production d'assimilats est manifeste. La dépendance de l'assimilation du carbone à l'égard de l'absorption d'N s'explique principalement par deux catégories de facteurs, perturbées l'une et l'autre à l'époque de la floraison par un très fort appel de composés azotés vers le capitule [12] :

— la teneur des feuilles de l'étage médian en capteurs d'énergie lumineuse (chlorophylles) et de CO₂ (Rubisco), croissante avec l'alimentation azotée, marque une diminution sensible lors de la floraison (fig. 2). Pour ces teneurs en capteurs, N 1 ne semble pas très pénalisé pendant le début de sa croissance, mais sa surface foliaire est bien moindre;

— la surface foliaire totale est en effet une fonction croissante de la quantité d'azote absorbé (tableau I); elle régresse souvent à partir de la floraison, les feuilles inférieures devenant sénescentes.

L'ampleur et l'activité de l'appareil assimilateur sont donc très liées à l'alimentation azotée pendant la phase végétative. Ensuite, dans le cas d'absorption d'N précoce, l'assimilation nette cesse sensiblement à la chute des pétales, et d'importantes quantités d'assimilats sont redistribuées des organes végétatifs vers le capitule et les akènes (tableau II). Avec l'absorption tardive d'N, l'assimilation se prolonge jusqu'au voisinage de la maturité, assurant l'approvisionnement des akènes; les organes végétatifs jouent peu le rôle de réserves temporaires.

L'activité assimilatrice moyenne du feuillage, exprimée par le rapport équivalent-glucose accumulé/durée de surface foliaire (tableau I) présente ainsi pendant la phase reproductrice de grandes variations liées aux modalités d'alimentation azotée : cette activité est très réduite par rapport à celle de la phase végétative chez toutes les plantes cultivées en vases, pour des raisons d'appauvrissement en capteurs (N 1, N 2), ou d'auto-ombrage et peut-être de receveurs (akènes) insuffisants en N 4-N 5. Avec des indices foliaires modérés et une poursuite de l'absorption d'N, l'activité reste en revanche élevée sur lysimètres,

EXPLICATIONS DE LA PLANCHE

Fig. 1. — Évolution au cours du cycle de développement des quantités d'azote (I) et d'assimilats (II) contenues dans les parties aériennes. *A gauche*, vases de végétation; *à droite*, lysimètres. BF = bouton floral 3 cm; DF = début floraison; CP = chute des pétales; Mat = maturité.

Fig. 1. — *Evolution, during the cycle of development, of the shoots contents of nitrogen (I) and assimilates (II). Left: pots; right: lysimeters. BF = head 3 cm; DF = beginning of flowering; CP = petals fall; Mat = maturity.*

Fig. 2. — Évolution des teneurs en Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase oxygénase (Rubisco) et chlorophylles dans les feuilles de l'étage moyen de tournesols soumis à divers traitements azotés, en vases de végétation; expression en milligrammes par gramme de matière sèche. MF = mi-floraison.

Fig. 2. — *Evolution of Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase oxygenase (Rubisco) and chlorophylls contents in the mid-level leaves of sunflowers receiving various nitrogen treatments, in the pot experiment; expression in milligrammes per gramme of dry matter. MF = mid-anthesis.*