

Présentation essai :

| | | | |
|---------------------|---------------------|-------------------|------------------------|
| Agriculteur | Jean Pierre RICHARD | Lieu | Saint Bonnet |
| Date semis | 22/03/2019 | Dispositif | Bloc |
| Date récolte | 03/10/19 | Nb repet° | 3 blocs |
| Précédent | BTH | Sol | Argilo Calcaire légère |

Essai en partenariat avec Arvalis Institut du végétal

Contexte de l'essai :

Profitant de printemps plus secs et plus chauds, et cherchant à « esquiver » des déficits hydriques en fin de cycle, les semis précoces se développent. En France, les semis ont été avancés en moyenne de 20 jours en 20 ans et débutent aujourd'hui fin mars y compris sur certains secteurs charentais. Cette stratégie adoptée par de nombreux agriculteurs présente beaucoup d'avantages. Quand elle est bien conduite, elle permet en effet de valoriser au maximum l'offre climatique en rendement (allongement du cycle), d'esquiver les périodes à risque de déficit hydrique et de réduire les coûts de séchage (figurant parmi les charges les plus importantes de la culture). Ces frais de séchage augmentant régulièrement, de plus en plus d'agriculteurs s'interrogent même sur la pertinence de précocifier leurs variétés. En effet, si des économies de charges semblent être réalisables, il faut aussi tenir compte des potentiels de rendement moindre.

Cette technique de semer plus tôt des variétés plus précoces mérite d'être étudiée afin d'obtenir des références sur l'équilibre entre le potentiel de rendement, les économies de frais de séchage et d'eau d'irrigation (ou l'esquive de stress hydrique), la souplesse d'organisation des chantiers de récolte, la qualité sanitaire, les avantages agronomiques (libération des parcelles plus tôt permettant une meilleure implantation de la culture suivante ou bien la réalisation de mulch ou de cultures intermédiaires)...les observations et résultats obtenus permettront de dégager les réelles bénéfiques et l'intérêt d'une telle stratégie dans un contexte pédo-climatique donné.

Objectifs de l'essai :

Comparer les indicateurs technico économiques et agronomique de plusieurs groupes de précocités de variétés de maïs grain en culture pluviale sur un potentiel de rendement restreint.

Éléments marquants :

La campagne 2019 aura été marquée par de nombreux aléas climatiques parfois passant d'un extrême à l'autre. Après un démarrage compliqué, ralenti par la fraîcheur des mois d'avril et mai, les maïs ont subi canicule et sécheresse estivales impactant les cultures de printemps (maïs et tournesol). Cette année les récoltes se révèlent hétérogènes entre les secteurs, mais également au sein d'une même zone de production.

Essai réalisé par les conseillers grandes cultures de la chambre d'agriculture de la Charente
Avec le concours financier :

Ce début d'année 2019 a été marqué par une fin d'hiver estivale. Après un mois de décembre plutôt doux et relativement humide, les pluies de janvier et février ont été peu abondantes et les températures de février excédentaires. Ces conditions climatiques ont été propices aux préparations de sols. En Charente les semis ont débuté durant la dernière décennie de mars avec des conditions favorables. Le retour des pluies et les températures froides du mois d'avril ont retardés les chantiers de semis qui se sont achevés courant mai. Le maintien de températures fraîches durant le mois de mai ont ralenti le développement des cultures les exposants aux ravageurs : corvidés, taupins, mouches... Avec l'arrêt du traitement de semences de référence, des dégâts très importants ont pu être observés sur certaines parcelles allant jusqu'à la nécessité de faire de nouveaux semis.

Côté désherbage le temps sec et souvent venteux de la fin mars n'a pas permis d'assurer de bonnes conditions pour les passages de pré-levée des semis précoces. Par la suite, la dynamique de levée des adventices a été inhabituelle et retardée par le temps frais et humide d'avril et mai. Dans ces conditions les maïs ont été plus longs à recouvrir les inter-rangs et les interventions de désherbage de post-levée (avec peu de jours disponibles, des amplitudes thermiques importantes et des épisodes venteux) difficiles à positionner favorisant des salissements tardifs. Les possibilités d'interventions mécaniques ont également été assez rares.

Le retour de températures de saison dès la mi-juin a permis aux cultures de redémarrer. Mais très vite les pics de températures observés fin juin, début et fin juillet associés à des conditions climatiques sèches ont impacté à nouveau les cultures. Ces conditions stressantes ont affecté la croissance des plantes et la floraison, pénalisant la fécondation des épis. La mise en place des grains a été affectée par des défauts de fécondation et des avortements durant la période succédant la floraison femelle.

A l'exception de deux petits épisodes pluvieux (notamment sur le sud du département) aux alentours du 15 août 2019, l'été a été sec. La dernière semaine d'août a été marquée par le retour de fortes températures provoquant des dessèchements brutaux de végétation.

Les récoltes ont commencé début octobre avec des humidités entre 17 et 25 % pour les maïs non irrigués. Elles se sont par contre étendues jusqu'à la fin du mois d'octobre à cause de certains retards de semis et de la pluviométrie qui a fait son retour mi-octobre. Les rendements sont hétérogènes allant de 25 q/ha (dans les situations qui ont souffert à la fois des situations difficiles du printemps et de la sécheresse) à 90 q/ha dans les meilleures situations.

Résultats de l'essai :

Dans notre essai le rendement moyen (ramené aux normes), toutes précocités confondues, est de 54.4 q/ha (tableau 1) avec une fourchette allant de 45.1 à 60.9 q/ha pour des humidités comprises entre 21.7 et 25 % (moyenne à 23 %). Un petit épisode pluvieux avant la récolte avec une forte humidité ambiante au moment de la récolte explique ces humidités qui étaient plus basses (entre 16 et 22 %) une semaine avant.

La moyenne du rendement économique (frais de séchage enlevés) est de 46.7 q/ha avec une fourchette allant de 38.8 à 52.5 q/ha.

Tableau 1 : résultats de l'essai variétés précoces (G1) à demi-tardives (G4) de maïs en culture sèche

Prix : 155 €/t

| Série | Variété | Humidité % | Rendement à 15 % q/ha | GH | Rendement économique q/ha | GH | PMG ajusté net | GH | vigueur à 2f | vigueur à 3f | Floraison | Densité Nbre pieds/ha | Densité nbre épis /ha | % pieds sans épis | % Tige creuse | % casse sénescence | % casse foreur sous épis |
|----------------|--------------|------------|-----------------------|----|---------------------------|----|----------------|----------|--------------|--------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------------|---------------|--------------------|--------------------------|
| 14 | DKC 4814 | 23,0 | 60,9 | a | 52,5 | a | 325,9 | abc.... | 2,2 | 4,0 | 14-juil. | 77 980 | 68 283 | 12 | 28,5% | 0,0% | 2,6% |
| 11 | FIGARO | 22,1 | 58,9 | a | 51,0 | a | 283,8 | .bcdef. | 3,0 | 4,3 | 9-juil. | 94 141 | 83 636 | 11 | 23,2% | 0,0% | 1,7% |
| 12 | DKC 4391 | 22,4 | 58,5 | a | 50,5 | a | 287,1 | abcdef. | 2,3 | 2,8 | 13-juil. | 88 485 | 72 727 | 18 | 12,8% | 1,8% | 0,9% |
| 12 | ES FARRADAY | 22,8 | 58,7 | a | 50,4 | a | 294,1 | abcdef. | 1,3 | 2,3 | 11-juil. | 87 273 | 69 091 | 21 | 21,8% | 8,3% | 3,7% |
| 13 | FURTI | 23,3 | 58,0 | a | 49,5 | a | 309,0 | abcde.. | 2,3 | 2,7 | 13-juil. | 82 424 | 72 727 | 12 | 10,8% | 3,4% | 2,0% |
| 11 | RGT MAXXATAC | 21,7 | 56,7 | a | 49,0 | a | 267,5 |ef. | 2,7 | 3,7 | 9-juil. | 91 313 | 88 889 | 3 | 45,1% | 7,1% | 0,4% |
| 13 | SY SCORPIUS | 23,3 | 57,2 | a | 48,8 | a | 288,4 | abcdef. | 2,8 | 2,5 | 13-juil. | 85 253 | 67 071 | 21 | 10,4% | 2,8% | 0,5% |
| 13 | DKC 4751 | 24,8 | 57,8 | a | 48,6 | a | 319,1 | abc.... | 2,8 | 3,0 | 14-juil. | 84 040 | 73 535 | 13 | 14,9% | 3,8% | 3,8% |
| 13 | CAMA 28 | 22,6 | 54,5 | a | 47,1 | a | 310,2 | abcde.. | 3,0 | 3,3 | 10-juil. | 84 040 | 74 343 | 12 | 12,0% | 1,4% | 1,4% |
| 13 | DKC 4590 | 23,2 | 53,9 | a | 46,3 | a | 269,9 |def. | 2,5 | 3,3 | 15-juil. | 85 253 | 66 667 | 22 | 36,0% | 2,8% | 2,4% |
| 11 | P 8329 | 22,0 | 53,3 | a | 46,2 | a | 261,7 |f. | 3,2 | 3,3 | 10-juil. | 93 333 | 74 747 | 20 | 17,7% | 4,8% | 1,3% |
| 12 | CORONADO | 21,9 | 53,0 | a | 46,1 | a | 260,0 |fg | 3,0 | 3,0 | 12-juil. | 89 697 | 73 535 | 18 | 35,1% | 6,3% | 0,9% |
| 13 | LG 31377 | 22,9 | 53,4 | a | 46,0 | a | 222,2 |g | 2,5 | 3,3 | 17-juil. | 83 636 | 73 131 | 13 | 11,6% | 1,9% | 3,4% |
| 14 | DKC 5065 | 25,0 | 54,1 | a | 45,5 | a | 329,0 | a..... | 3,2 | 3,0 | 14-juil. | 80 808 | 57 778 | 29 | 9,5% | 0,0% | 0,5% |
| 12 | P 9234 | 23,8 | 53,3 | a | 45,3 | a | 320,2 | abc.... | 2,0 | 3,7 | 12-juil. | 89 293 | 75 152 | 16 | 0,0% | 1,4% | 0,5% |
| 12 | DKC 4162 | 22,5 | 52,7 | a | 45,3 | a | 288,9 | abcdef. | 2,5 | 2,7 | 10-juil. | 87 273 | 75 556 | 13 | 40,3% | 8,8% | 1,4% |
| 12 | ES GALLERY | 22,8 | 52,2 | a | 44,9 | a | 283,0 | ..cdef. | 2,5 | 3,5 | 12-juil. | 86 869 | 70 707 | 19 | 40,9% | 13,5% | 3,3% |
| 13 | CAMA 30 | 23,0 | 49,9 | a | 43,0 | a | 327,7 | ab..... | ointan | 3,0 | 12-juil. | 82 424 | 63 434 | 23 | 20,1% | 2,0% | 2,0% |
| 14 | DEBUSSY | 25,0 | 47,1 | a | 39,7 | a | 314,0 | abcd... | 3,3 | 3,0 | 17-juil. | 82 424 | 54 949 | 33 | 9,8% | 1,0% | 0,0% |
| 13 | DKC 4569 | 23,1 | 45,1 | a | 38,8 | a | 303,5 | abcdef. | 2,3 | 3,3 | 12-juil. | 84 444 | 67 475 | 20 | 35,4% | 1,9% | 3,3% |
| Moyenne | | 23,0 | 54,4 | | 46,7 | | 293,3 | | 2,6 | 3,2 | 12-juil. | 86 020 | 71 172 | 17,4 | 0,2 | 0,0 | 0,0 |

| | |
|-----|------|
| ETR | CVR |
| 6,2 | 11,4 |

| | |
|-----|------|
| ETR | CVR |
| 5,4 | 11,5 |

| | |
|------|-----|
| ETR | CVR |
| 12,5 | 4,3 |

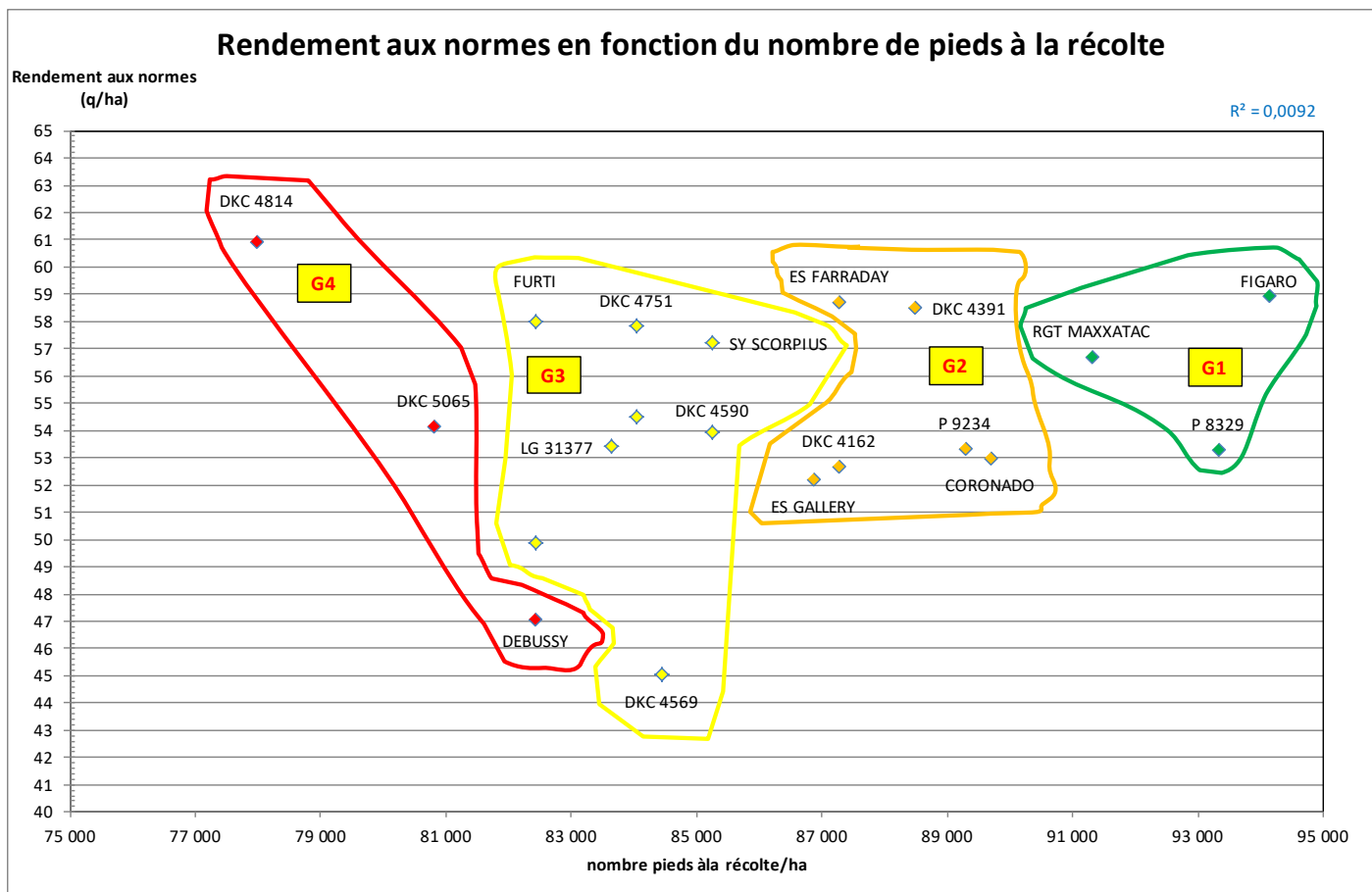
| | | |
|---------------|----------|--------|
| densité visée | Série 11 | 95 000 |
| | Série 12 | 90 000 |
| | Série 13 | 85 000 |
| | Série 14 | 80 000 |

Les humidités sont plutôt basses (moyenne de l'essai à 23 %) ce qui permet de limiter l'impact du coût de séchage (en moyenne 7.7 qx) sur le rendement obtenus aux normes.

Ces résultats mettent en avant que les rendements de tous les groupes de précocité sont confondus (graphique 1). Ce qui signifie que dans ces conditions (densité, potentiel, stress hydrique) une variété précoce est capable de faire autant de potentiel qu'une variété plus tardive. Pour chaque groupe de précocité il a été défini une densité de pieds par hectare calée sur les préconisations habituelles de chaque groupe (95 000 pieds/ha pour la série 11, 90 000 pieds/ha pour la série 12, 85 000 pieds/ha pour la série 13, 80 000 pieds/ha pour la série 14). Lors du semis le peuplement a volontairement été surdensifié puis régularisé vers 5-6 feuilles pour atteindre la densité recherchée.

Essai réalisé par les conseillers grandes cultures de la chambre d'agriculture de la Charente
Avec le concours financier :



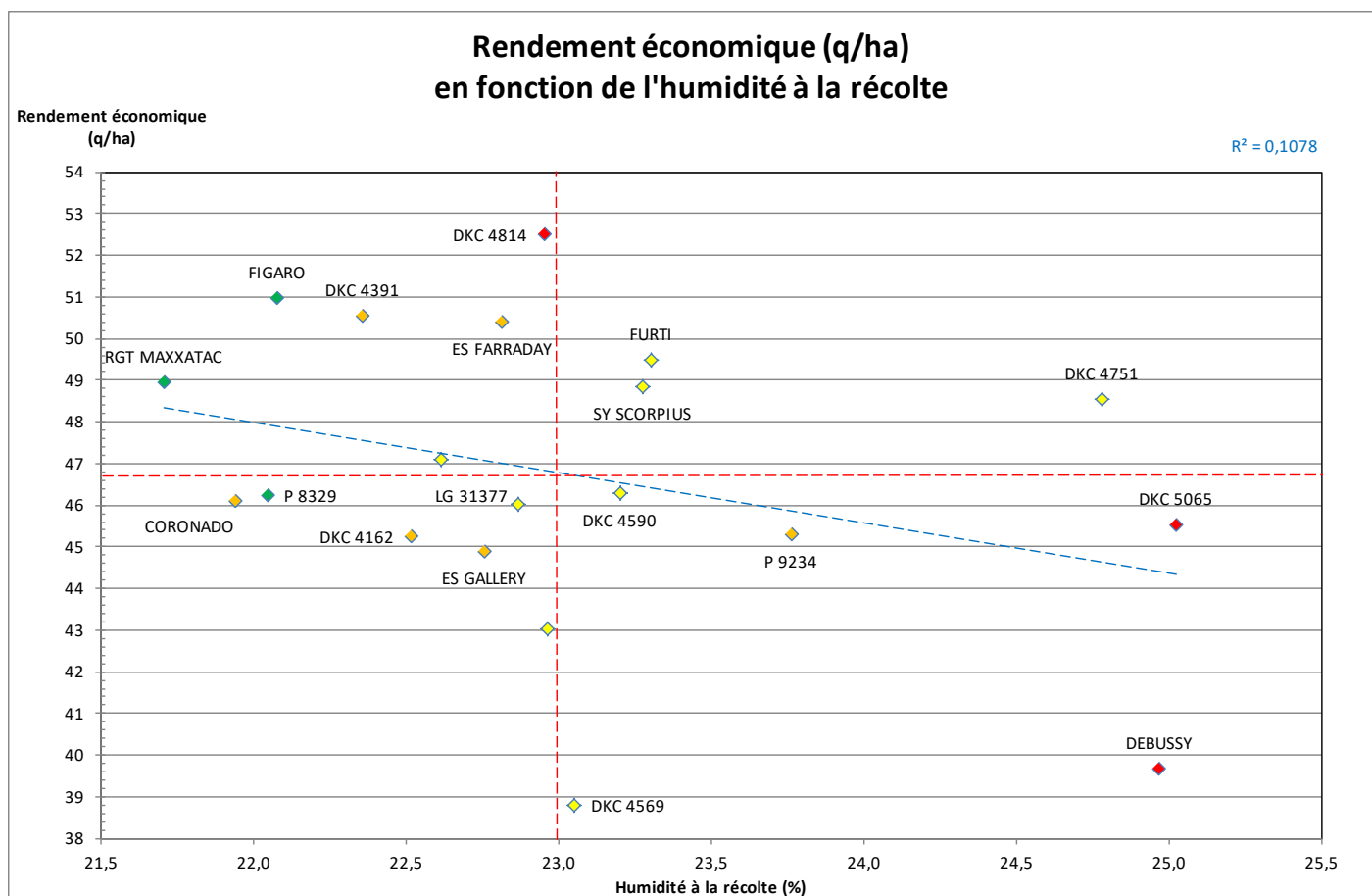


Graphique 1 : rendement aux normes des variétés en fonction de la densité de pieds

Une variété ressort particulièrement en tête dans cet essai. Variété témoin depuis plusieurs années DKC 4814 est toujours présente et confirme sa capacité à exprimer du potentiel en situation hydrique stressante. Vient en deuxième position Figaro (groupe G1 et variété également de référence). La tête du tableau est ensuite tenue par des variétés récentes ou nouvelles, comme DKC 4391 et Es Faraday (groupe G2) respectivement en troisième et quatrième position, et Furti (groupe G3) qui termine ce top 5.

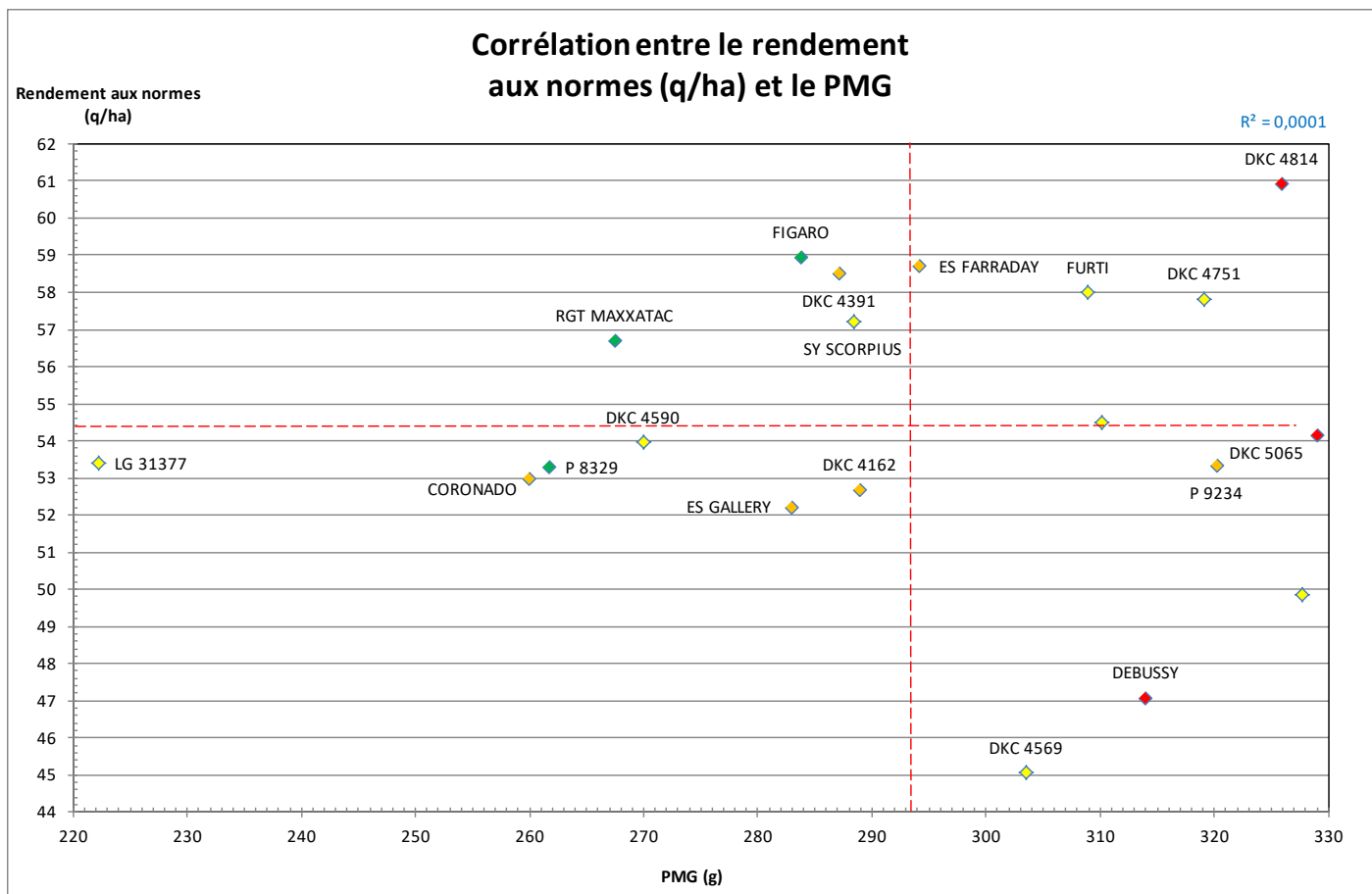
Essai réalisé par les conseillers grandes cultures de la chambre d'agriculture de la Charente
Avec le concours financier :





Graphique 2 : *corrélation rendement économique/humidité à la récolte*

Ce deuxième graphique, ci-dessus, nous permet d'avoir un aperçu du potentiel des variétés en fonction de leur précocité à la récolte. Sur ce graphique, la précocité des variétés se retrouvent par leur taux d'humidité à la récolte : les variétés les plus précoces ont des humidités plus basses. Economiquement avec des potentiels de rendements comparables et des frais de séchage moindre, les variétés plus précoces (G2 et G1) tirent leur épingle du jeu dans ce type de système.



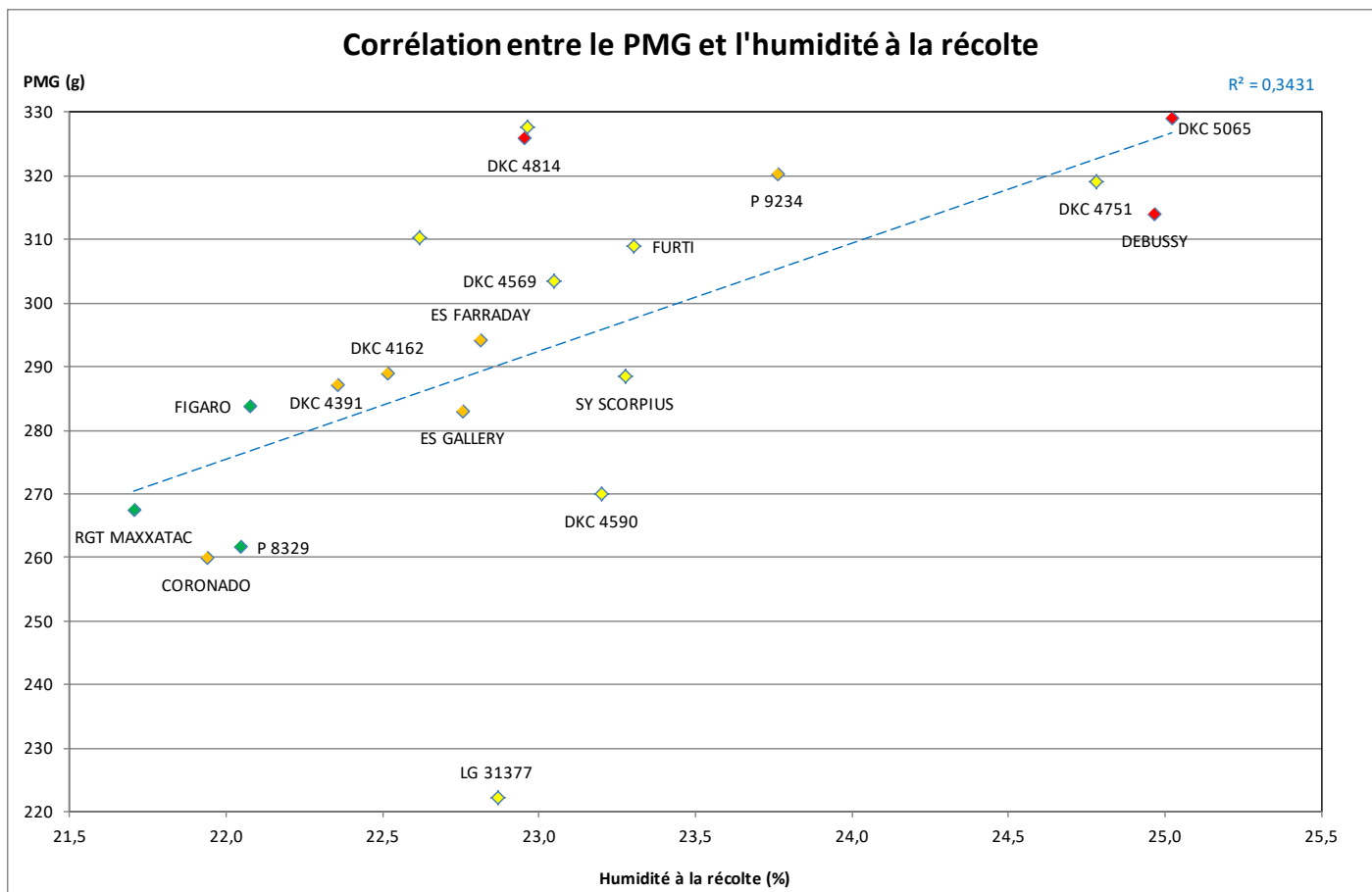
Graphique 3 : corrélation rendement aux normes/PMG

Il n'y a pas de corrélation entre le rendement et le PMG ($R^2 = 0,0001$), ni entre la date de floraison et le rendement ($R^2 = 0,0289$).

Il existe un étroit lien ($R^2 = 0.3431$) entre la précocité à la récolte et le PMG, comme le montre le graphique 4, ci-dessous. Les variétés avec une plus grande humidité à la récolte (plus tardives) sont celles qui offrent les plus gros PMG (meilleur remplissage). Certaines variétés auraient la capacité d'assurer un bon remplissage du grain, grâce peut être à une senescence des feuilles plus tardive, même en condition de stress, permettant de transférer vers le grain une plus grande quantité d'éléments remobilisés.

Essai réalisé par les conseillers grandes cultures de la chambre d'agriculture de la Charente
Avec le concours financier :



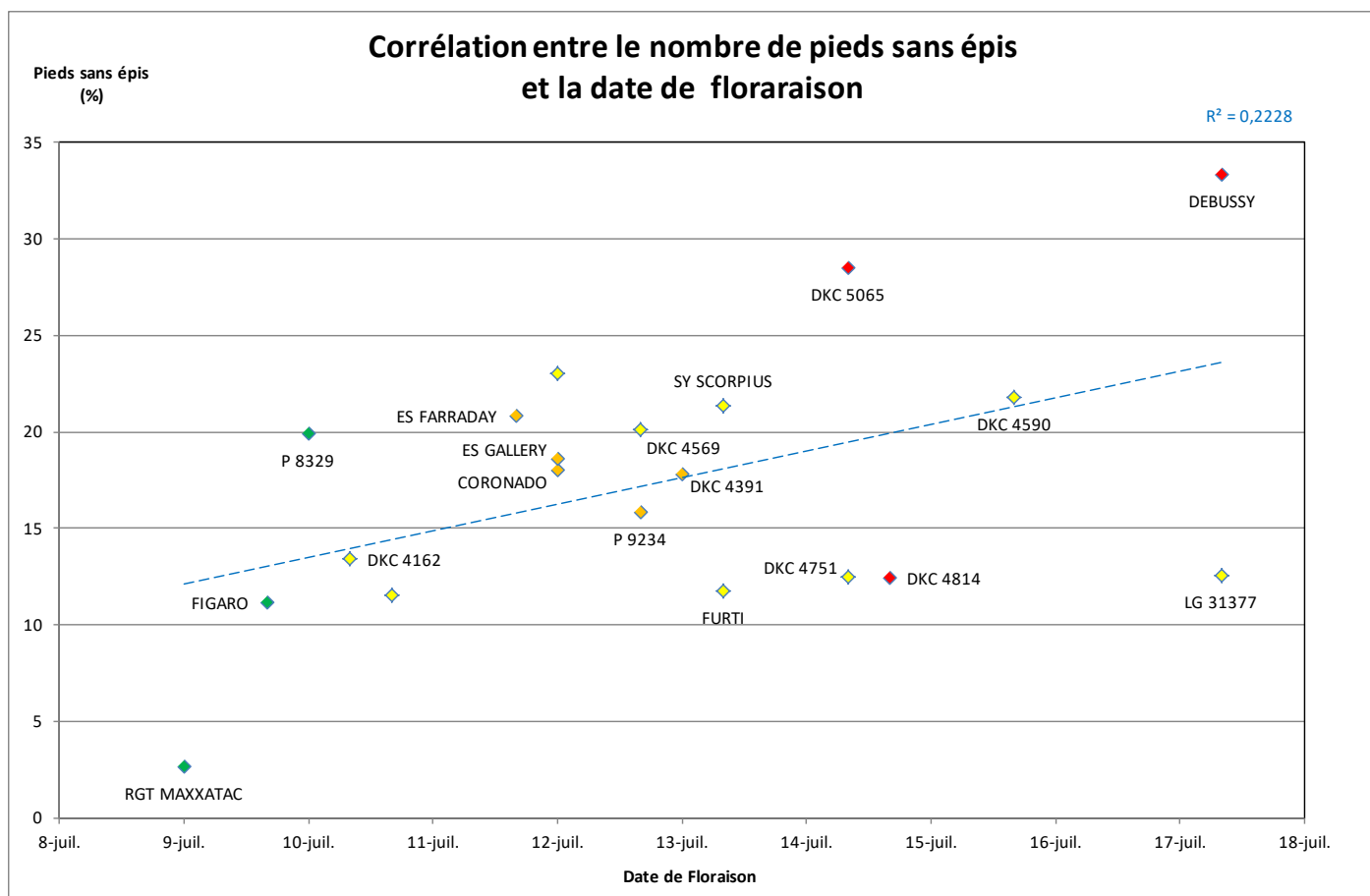


Graphique 4 : corrélation PMG/humidité à la récolte

Il existe aussi une corrélation ($R^2 = 0.2228$) entre le % de pieds sans épis et la date de floraison (graphique 5). Les variétés à floraison précoce semblent avoir moins de « petits pieds sans épis ». Contrairement aux variétés à floraison tardive, la détermination de leur nombre d'épis par plante (plus précoce également) a bénéficié de conditions moins stressantes que celles observées fin juin (stress hydrique et thermique) limitant l'impact sur cette composante de rendement.

Essai réalisé par les conseillers grandes cultures de la chambre d'agriculture de la Charente
Avec le concours financier :



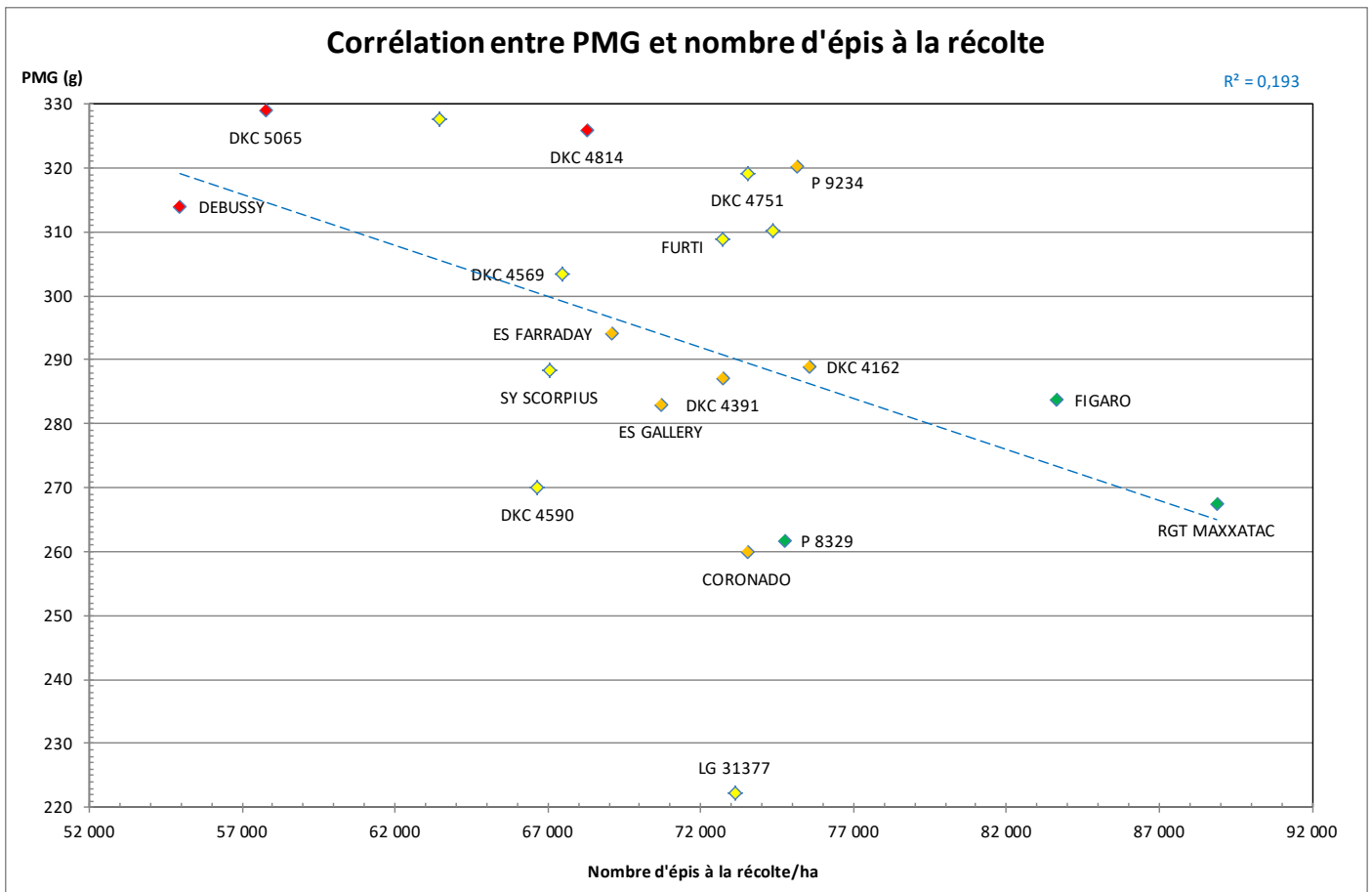


Graphique 5 : *corrélation date de floraison/% pieds sans épis*

Autre corrélation (graphique 6), celle entre la densité d'épis/ha et le PMG ($R^2 = 0.193$). Les variétés les plus précoces (en général des grains cornés qui ont un nombre potentiel déterminé de grains par épi) sont volontairement semées plus denses pour augmenter le nombre de grains récoltables à l'hectare. Le remplissage des grains peut se trouver pénalisé par une éventuelle « concurrence ».

Essai réalisé par les conseillers grandes cultures de la chambre d'agriculture de la Charente
Avec le concours financier :

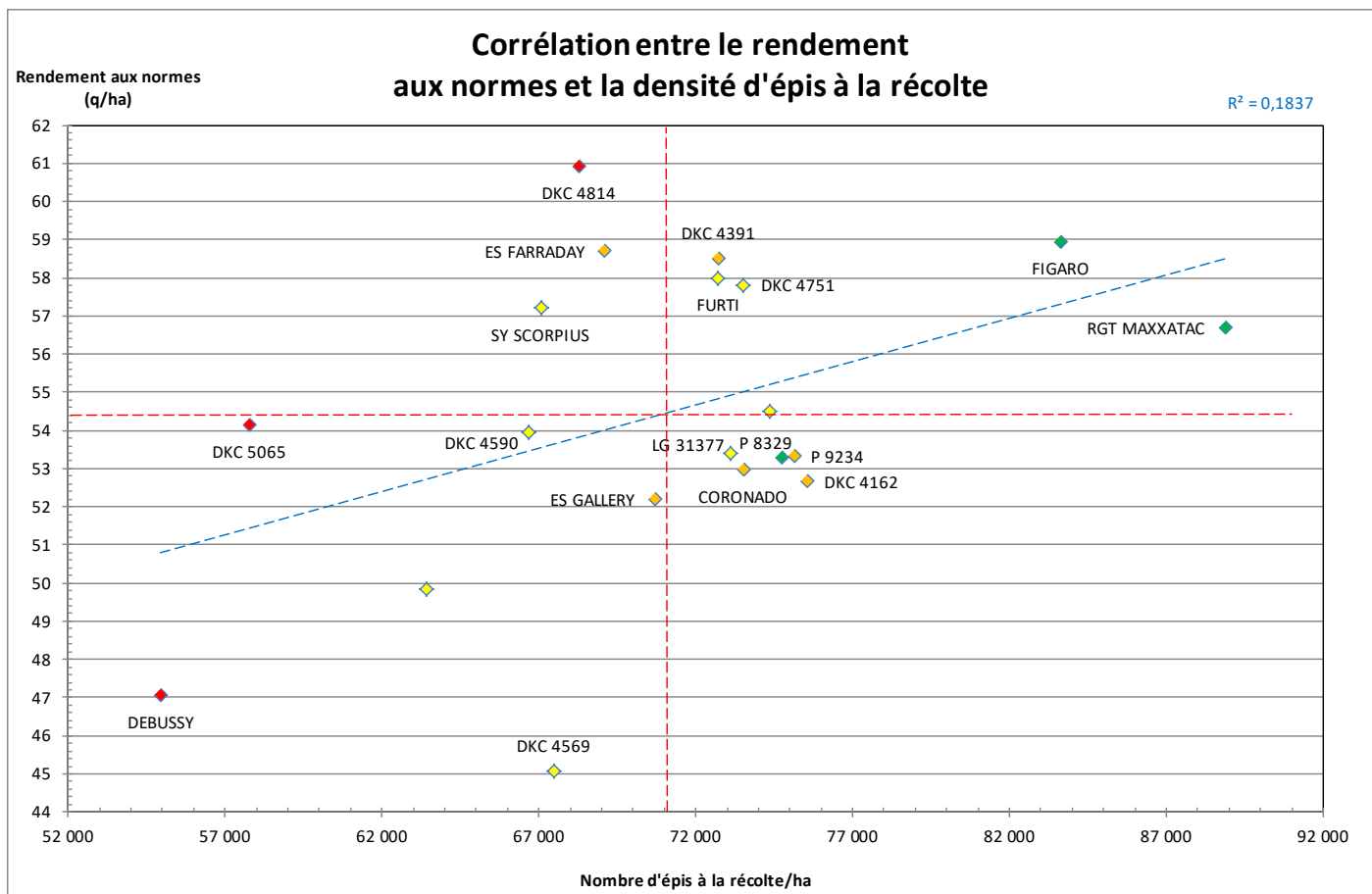




Graphique 6 : *corrélation PMG/densité d'épis à la récolte*

Essai réalisé par les conseillers grandes cultures de la chambre d'agriculture de la Charente
Avec le concours financier :





Graphique 7 : corrélation rendement aux normes/densité d'épis

Une corrélation légère ($R = 0.1837$) est aussi observée entre le rendement aux normes et le nombre d'épis par hectare (graphique 7). Plus la densité est élevée (variétés précoces) plus le rendement serait important.

Le rendement est le résultat direct du rayonnement intercepté par le couvert végétal. Plus une variété est précoce, plus son nombre de feuilles sera faible et plus son cycle de développement sera court. Afin de capter un maximum de rayonnement pour avoir une surface foliaire optimale, la densité de semis des variétés précoces est plus importante que celle des variétés tardives.

Le graphique met bien en évidence qu'il est possible de semer des variétés plus précoces comme Figaro, Rgt Maxxatac, DKC 4391 ou Es Farraday (semées à des densités plus élevées) et d'obtenir, dans les conditions de l'essai, des rendements équivalents à des variétés plus tardives comme DKC 4814, Furti, DKC 4751 ou Sy Scorpius.

Reste à comparer les autres indicateurs technico économiques et agronomique de cette pratique.

| | G1 | G2 | G3 | G4 |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Coût semences en € | 100 | 100 | 100 | 100 |
| densité en grains/ha | 95000 | 90000 | 85000 | 80000 |
| Coût implantation €/ha | 190 | 180 | 170 | 160 |

| | | | | |
|--------------------------------------|-------|-------|--------|--------|
| humidité % | 21,9 | 22,7 | 23,3 | 24,3 |
| rendement brutes q/ha | 62,2 | 61,1 | 59,2 | 57,6 |
| rendement aux normes q/ha | 56,3 | 54,7 | 53,7 | 54 |
| Frais de séchage q | 7,6 | 7,6 | 7,7 | 8,1 |
| Frais de séchage en € | 117,8 | 117,8 | 119,35 | 125,55 |
| rendement éco q/ha Prix : 155 €/t | 48,7 | 47,1 | 46 | 45,9 |

| | | | | |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Produit brut €/ha Prix : 155 €/t | 755 | 730 | 713 | 711 |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|

| | | | | |
|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| (Produit brut - implantation) €/ha | 565 | 550 | 543 | 551 |
|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|

**en fonction des moyennes statistiques ajustées*

Tableau 2 : comparaison économique entre les différents groupes de précocité

Les différents groupes de précocités n'ont pas le même intérêt économique (tableau 2). En effet avec un coût de semences équivalent la différence de densité de semis impact déjà sur le coût d'implantation avec une différence de 30 euros entre les G1 et les G4. Les composantes retenues (humidité, rendements et frais de séchage) correspondent à la moyenne des variétés d'un même groupe.

Les différences entre les groupes sont légères. Ainsi entre le groupe G1 (très précoce) et G4 (demi-tardif), seuls 2.4 points d'humidité les distinguent pour un écart de rendement de 4.6 q/ha. Une fois le coût de séchage enlevé (qui est de l'ordre de 7.8 q/ha pour un prix du maïs à 155 €/t), le rendement économique ne se différencie plus que par 2.8 q/ha. Au final c'est le groupe des variétés les plus précoces (G1) qui permet d'obtenir le meilleur gain à l'hectare avec 565 euros soit 14 euros de plus que les variétés demi-tardives (groupe G4) qui comptabilisent un gain à l'hectare de 551 euros et 22 euros de plus que les variétés du groupe G3 qui offrent un gain de 543 euros/ha.

Le calcul des coûts de production entre un maïs en système dit «pluvial», un blé et un tournesol, met en évidence des différences importantes entre les trois cultures (tableau 3). Il est important de retenir qu'avec les conditions sèches de l'année le maïs en système pluviale permet de tirer un bénéfice de l'ordre de 193 euros/ha. Ce qui correspond à ¼ du gain obtenu avec un blé (774 €/ha) et 1/3 du bénéfice obtenu avec un tournesol (586 €/ha). Il faut noter que l'essai tel qu'il a été conduit n'a pas pris en compte la réduction de la fertilisation azotée (qui devrait être revu à la baisse pour caler au potentiel de rendement), ni même une possible diminution de la densité de semis pour limiter la concurrence entre plantes lors du stress hydrique (ce qui permettrait de diminuer le coût d'implantation).

Essai réalisé par les conseillers grandes cultures de la chambre d'agriculture de la Charente
Avec le concours financier :



| Coûts | Blé | Tournesol | S.pluviale |
|---------------------|------------|------------|------------|
| Semences | 76 | 87 | 190 |
| Désherbage | 75 | 135 | 71 |
| Anti limace | 0 | 16 | 16 |
| Fongicide | 70 | 0 | 0 |
| Insecticide | 0 | 0 | 0 |
| Phyto | 145 | 151 | 87 |
| Fertilisation azoté | 160 | 40 | 167 |
| Séchage | 0 | 0 | 118 |
| Total charge | 381 | 278 | 562 |
| Rendement q/ha | 70 | 27 | 49 |
| Prix de vente €/q | 17 | 32 | 16 |
| Produit brut | 1 155 | 864 | 755 |
| Coût de production | 774 | 586 | 193 |

Tableau 3 : comparaison des coûts de production entre un blé, un tournesol et maïs conduit en série pluviale

Avec de tels résultats économiques il ne faut pas oublier les avantages agronomiques qu'apporte un maïs en système pluviale. L'intégration d'un maïs, en conditions sèches et stressantes, permet d'allonger la rotation et de diversifier les cultures. Ces deux points sont importants dans la gestion des adventices notamment (problème d'ambrosie sur tournesol et graminées sur blé) et des maladies (risque piétin verse avec les céréales d'automne). Cela peut aussi être une culture de secours lorsque l'implantation d'une autre culture n'a pas pu se faire (colza ou céréales d'automne par exemple). Une récolte plus précoce assure une meilleure qualité sanitaire. Les pluies arrivées en octobre cette année ont été favorables au développement de fusariose sur les épis des maïs non récoltés. Cela permet aussi une meilleure souplesse organisation des chantiers à l'automne (vendange, récolte fruits à coques, ensilage...). Et dans le contexte de l'année une libération plus tôt des parcelles a permis de préparer les sols dans de bonnes conditions pour les semis d'automne.

Cette première campagne de référence a permis d'obtenir des éléments de réponse à nos questions sur la conduite des maïs en système pluvial. Ceux-ci devront être vérifiés et complétés lors des prochaines campagnes. De nouveaux essais devraient être mis en place et prendront en compte au-delà de la rusticité et de la performance des nouveaux hybrides l'ajustement de facteurs tels que les densités de semis et la fertilisation azotée sous contraintes hydriques.