

# Fiche de synthèse: Irriguer du maïs en région CVL, quelle rentabilité dans un contexte d'explosion des prix de l'NRJ?



## Contexte

En région Centre val de Loire, 65% de la surface totale de maïs grain est irriguée soit 85 000 ha en moyenne sur la période 2011-2020. Si les rendements régionaux en maïs grain irrigués, avec 106q/ha de moyenne sur la période sont globalement similaires à la moyenne nationale, ceux en sec n'atteignent que 66q/ha, contre 83q/ha en moyenne nationale (chiffres SAANR 2011-2020). L'écart de rendement moyen maïs grain irrigué et sec atteint ainsi 40q/ha en région CVL illustrant l'importance de l'irrigation et de l'accès à l'eau pour sécuriser cette production.

Dans un contexte inflationniste des prix de l'NRJ, d'augmentation brutale du prix de l'eau et de la flambée des coûts de séchage à prévoir en 2023, l'irrigation est-elle toujours rentable et dans toutes les situations? Et si non dans quel cas?



## DISPOSITIF d'étude

- Pour répondre à cette question, plusieurs hypothèses ont été travaillées par le groupe IRD eau /irrigation régional: prise en compte des rendements moyens décennaux irrigués et non irrigués départementaux, variation du prix de vente, besoin en irrigation moyen en fonction de trois typologies de sol à Réserves utiles différentes, trois prix de l'eau au mm, et deux hypothèses de coûts de séchage. Constatant la variabilité intrinsèque de l'ensemble des facteurs pris en compte à l'échelle de l'exploitation mais aussi la variabilité départementale des rendements moyens, de pluviométrie annuelle, et de demande hydrique (ETR) observés, il a été décidé de créer une calculette interactive Excel croisant l'ensemble des facteurs de variation, calculette permettant le recalcul automatisé de comparaison de marge brute par modification d'un ou de plusieurs facteurs en simultanée. Cette calculette est destinée à un usage conseillers en rendez-vous individuel ou en atelier de co-conception, elle leur permettra de modéliser plusieurs situations et de s'adapter au contexte particulier d'une exploitation ou d'un territoire en quelques clics par l'entrée de paramètres locaux.
- Seules les moyennes régionales seront présentées dans ce document de synthèse.



## Jeu de données utilisées dans cette synthèse

| Jeu de données utilisées  |                            |                      |       |
|---|----------------------------|----------------------|-------|
| Rendement moyen régional aux normes (moyenne décennal 2011-2020; référence fichier DRAAF SAANR régional)                          |                            |                      |       |
|   | Mais grains régime pluvial | Mais grains irrigués |       |
| Maïs grains: Rendement moyen en q/ha aux normes sur 10 ans 2011-2020 (réf fichier DRAAF SAANR régional)                           | 66q/ha                     | 106q/ha              |       |
| Prix de vente moyen en €/t (deux hypothèses)  |                            |                      |       |
| Prix de vente moyen en €/t  | 250€/t                     | 180€/t               |       |
| Besoins moyens du maïs grain en eau en fonction de trois situations de RU (Réserve utile sol superficiel, sol moyen, sol profond) |                            |                      |       |
| RU (Réserve utile) moyenne en mm  | 70mm                       | 110mm                | 150mm |
| ETR (évapotranspiration réelle) régionale moyenne d'un maïs grain du 15/04 au 30/09   | 451 mm                     |                      |       |
| Besoins moyens en irrigation/an en fonction de la RU, de la pluviométrie moyenne, et de l'ETR régionale moyenne                   | 160 mm                     | 120 mm               | 80 mm |
| Coût de l'irrigation et frais de séchage (trois coûts d'irrigation, deux hypothèses de frais de séchage)                          |                            |                      |       |
| Coût de l'irrigation en €/mm  | 1,5€/mm                    | 3€/mm                | 5€/mm |
| Coût de séchage Maïs grains en €/t à 24% Hum récolte  | 23,59€/t                   | 50€/t                |       |



Différentiel des coûts d'irrigation et de séchage observé en fonction du jeu de données utilisé (rendement sec et irrigué, besoins en irrigation moyen par typologie de sol, coût du mm, hypothèses de coût de séchage)

| coût irrigation en €/mm | RU en mm | Région                       |                         |
|-------------------------|----------|------------------------------|-------------------------|
|                         |          | Mais pluvial (sec)<br>66q/ha | Mais irrigué<br>106q/ha |
|                         |          |                              | Coût irrigation en €/ha |
|                         | 1,5      | 70                           | 241                     |
|                         | 1,5      | 110                          | 181                     |
|                         | 1,5      | 150                          | 121                     |
|                         | 3        | 70                           | 482                     |
|                         | 3        | 110                          | 362                     |
|                         | 3        | 150                          | 242                     |
|                         | 5        | 70                           | 804                     |
|                         | 5        | 110                          | 604                     |
|                         | 5        | 150                          | 404                     |

| Coût séchage en €/ha pour un maïs à 24% d'humidité  | En €/t | Région                       |                         |
|---|--------|------------------------------|-------------------------|
|   |        | Mais pluvial (sec)<br>66q/ha | Mais irrigué<br>106q/ha |
|   |        | en €/ha                      |                         |
| Coût de séchage maïs 2022 en €/ha   | 24     | 156                          | 250                     |
| Hypothèse coût de séchage maïs 2023 en €/ha   | 50     | 330                          | 530                     |
| coût du différentiel de séchage ( Différentiel de Réfaction moyenne pour 2% d'humidité récolte supplémentaire sur un maïs irrigué à 24% humidité par rapport à un maïs sec à 22%) en €/t (référence grille coop 2022) | 3      | 0                            | 10                      |

L'hypothèse d'augmentation du coût de séchage à 50€/t impacte fortement la rentabilité d'une culture de maïs et en particulier celle des maïs irrigués dont le rendement est en moyenne régionale 40q/ha supérieur aux maïs secs.

Un coût d'irrigation à 5€/mm génère des charges moyennes d'irrigation de 804€/ha sur sol superficiel, RU 70mm avec des besoins moyens en irrigation de 160mm/an

Les charges actuelles d'irrigation et de coûts de séchage sont évaluées à minima à 381€/ha (121€+250€+10€) pour un maïs grain irrigué contre 156€/ha pour un maïs grain en régime pluvial (sec) soit à minima 225€/ha de différentiel de charges supplémentaires pour un maïs irrigué.

Les charges en maïs irrigués peuvent s'élever à 1344€/ha dans la pire des hypothèses (prix eau 5€/mm, RU sol superficiel 70mm et coût de séchage à 50€/t, soit un différentiel de charges supplémentaires pouvant atteindre 1014€/ha par rapport à un maïs grain régime pluvial.



Marge brute en €/ha (rendement\*250€/t-charge irrigation en fonction RU, prix du mm, coût de séchage, et différentiel de coût séchage irrigation)

| prix de vente moyen en €/t | 250€/t | coût irrigation en €/mm | RU en mm | Coût de séchage maïs 2022 en €/t | Maïs irrigué   |         | Maïs pluvial (sec)               |  |      |
|----------------------------|--------|-------------------------|----------|----------------------------------|--|---------|----------------------------------|--|------|
|                            |        |                         |          |                                  | Mais sec 66q/ha  | 106q/ha | 66q/ha                           | 106q/ha  |      |
|                            |        |                         |          |                                  | Marge Brute en €/ha déduction faite des coûts de séchage et d'irrigation |         |                                  | Marge Brute en €/ha déduction faite des coûts de séchage et d'irrigation |      |
|                            |        |                         |          |                                  |  |         | coût de séchage maïs 2023 en €/t |  |      |
| 1,5                        | 70     |                         |          | 24                               | 1494   | 2149    | 50                               | 1320   | 1869 |
| 1,5                        | 110    |                         |          | 24                               | 1494   | 2209    | 50                               | 1320   | 1929 |
| 1,5                        | 150    |                         |          | 24                               | 1494   | 2269    | 50                               | 1320   | 1989 |
| 3                          | 70     |                         |          | 24                               | 1494   | 1908    | 50                               | 1320   | 1628 |
| 3                          | 110    |                         |          | 24                               | 1494   | 2028    | 50                               | 1320   | 1748 |
| 3                          | 150    |                         |          | 24                               | 1494   | 2148    | 50                               | 1320   | 1868 |
| 5                          | 70     |                         |          | 24                               | 1494   | 1586    | 50                               | 1320   | 1306 |
| 5                          | 110    |                         |          | 24                               | 1494   | 1786    | 50                               | 1320   | 1506 |
| 5                          | 150    |                         |          | 24                               | 1494   | 1986    | 50                               | 1320   | 1706 |

| Différentiel de marge brute €/ha en irrigué/non irrigué intégrant coût du mm et RU des sols, coût de séchage, différences de rendements moyens départementaux, et de pluviométries départementales moyennes d'avril à Août |          |                                   |  | Mais pluvial (sec) 66q/ha | Mais irrigué 106q/ha |   | Mais pluvial (sec) 66q/ha | Mais irrigué 106q/ha |
|--|----------|-----------------------------------|--|---------------------------|----------------------|---|---------------------------|----------------------|
| Coût irrigation en €/mm  | RU en mm | Coût de séchage maïs 2022 en €/ha |  | en €/ha                   |                      | Hypothèse coût de séchage maïs 2023 en €/ha | en €/ha                   |                      |
| 1,5  | 70       | 23,59                             |  |                           | 654,5                | 50  |                           | 548,8                |
| 1,5  | 110      | 23,59                             |  |                           | 714,5                | 50  |                           | 608,8                |
| 1,5  | 150      | 23,59                             |  |                           | 774,5                | 50  |                           | 668,8                |
| 3  | 70       | 23,59                             |  |                           | 413,4                | 50  |                           | 307,7                |
| 3  | 110      | 23,59                             |  |                           | 533,4                | 50  |                           | 427,7                |
| 3  | 150      | 23,59                             |  |                           | 653,4                | 50  |                           | 547,7                |
| 5  | 70       | 23,59                             |  |                           | 91,9                 | 50  |                           | -13,8                |
| 5  | 110      | 23,59                             |  |                           | 291,9                | 50  |                           | 186,2                |
| 5  | 150      | 23,59                             |  |                           | 491,9                | 50  |                           | 386,2                |

A 250€/t, Le différentiel de marge brute reste en faveur du maïs grain irrigué dans la plupart des cas. Toutefois dans la pire des hypothèses, 5€/mm d'eau, coût de séchage à 50€/t, sol superficiel à faible RU, 70mm, nécessitant un recours maximum à l'irrigation, ce différentiel de marge brute déduction faite des charges d'irrigation et de séchage s'inverse.

Ces hypothèses poussent à la prudence et à rationaliser au maximum les irrigations apportées à des fins d'optimisation de la marge économique et non plus à les raisonner à des seules fins de recherche du rendement maximum.

L'objectif vise donc à augmenter la productivité économique du mm d'eau d'irrigation et à réserver l'irrigation aux seules périodes de forte sensibilité hydrique des plantes.



## Marge brute en €/ha (rendement\*180€/t-charge irrigation en fonction RU, prix du mm, coût de séchage, et différentiel de coût séchage irrigation)

| prix de vente moyen en €/t | 180€/t                  |          | Maïs sec 66q/ha | Maïs irrigué 106q/ha | Hypothèse coût de séchage maïs 2023 en €/ha | Maïs pluvial (sec) 66q/ha | Maïs irrigué 106q/ha |
|----------------------------|-------------------------|----------|-----------------|----------------------|---|---------------------------|----------------------|
|                            | coût irrigation en €/mm | RU en mm |                 |                      |   |                           |                      |
| 1,5                        | 70                      | 24       | 1032            | 1407                 | 50  | 858                       | 1127                 |
| 1,5                        | 110                     | 24       | 1032            | 1467                 | 50  | 858                       | 1187                 |
| 1,5                        | 150                     | 24       | 1032            | 1527                 | 50  | 858                       | 1247                 |
| 3                          | 70                      | 24       | 1032            | 1166                 | 50  | 858                       | 886                  |
| 3                          | 110                     | 24       | 1032            | 1286                 | 50  | 858                       | 1006                 |
| 3                          | 150                     | 24       | 1032            | 1406                 | 50  | 858                       | 1126                 |
| 5                          | 70                      | 24       | 1032            | 844                  | 50  | 858                       | 564                  |
| 5                          | 110                     | 24       | 1032            | 1044                 | 50  | 858                       | 764                  |
| 5                          | 150                     | 24       | 1032            | 1244                 | 50  | 858                       | 964                  |

| Différentiel de marge brute €/ha en irrigué/non irrigué intégrant coût du mm et RU des sols, coût de séchage et les différences de rdts moyen départementaux, et de pluviométries départementales moyenne d'avril à Août |          |                                   | Maïs pluvial (sec) 66q/ha | Maïs irrigué 106q/ha | Hypothèse coût de séchage maïs 2023 en €/ha | Maïs pluvial (sec) 66q/ha | Maïs irrigué 106q/ha |
|--|----------|-----------------------------------|---------------------------|----------------------|---|---------------------------|----------------------|
| Coût irrigation en €/mm  | RU en mm | Coût de séchage maïs 2022 en €/ha | en €/ha                   |                      | en €/ha                                     | en €/ha                   |                      |
| 1,5  | 70       | 23,59                             |                           | 374,5                | 50  |                           | 268,8                |
| 1,5  | 110      | 23,59                             |                           | 434,5                | 50  |                           | 328,8                |
| 1,5  | 150      | 23,59                             |                           | 494,5                | 50  |                           | 388,8                |
| 3  | 70       | 23,59                             |                           | 133,4                | 50  |                           | 27,7                 |
| 3  | 110      | 23,59                             |                           | 253,4                | 50  |                           | 147,7                |
| 3  | 150      | 23,59                             |                           | 373,4                | 50  |                           | 267,7                |
| 5  | 70       | 23,59                             |                           | -188,1               | 50  |                           | -293,8               |
| 5  | 110      | 23,59                             |                           | 11,9                 | 50  |                           | -93,8                |
| 5  | 150      | 23,59                             |                           | 211,9                | 50  |                           | 106,2                |

A 180€/t, et dans la pire des hypothèses (5€/mm d'eau, coût de séchage à 50€/t, sol superficiel ou moyen à faible RU nécessitant un recours massif à l'irrigation), le différentiel de marge brute déduction faite des charges d'irrigation et de séchage est inversé, la conduite en sec peut s'avérer plus rémunératrice.

### Conseil:

- Utiliser un OAD de bilan hydrique web pour fiabiliser au maximum la décision d'irrigation
- Réserver les irrigations à la période clé de sensibilité du maïs au stress hydrique soit de la floraison jusqu'au SLAG (stade limite d'avortement du grains) et concrètement 5j avant le début de la floraison, jusqu'à SLAG +10-15j soit 30-35j après le début de la floraison
- Les irrigations ne sont pas valorisées avant le stade 12 Feuilles
- les irrigations ne sont plus valorisées après le stade « humidité du grain 45% », la dessiccation du grain étant engagée.
- Utiliser la méthode Irristop (mesure de la teneur en humidité des grains) couplée à un OAD de bilan hydrique à partir du stade floraison+ 30j pour déterminer avec précision la date optimale d'arrêt de l'irrigation en fonction de la Réserve utile restante.





Déclinaison à postériori des hypothèses utilisées dans un essai ca45 2020 en année sèche (prix de vente 180€/t, coût irrigation 5€/mm, coût séchage doublé)

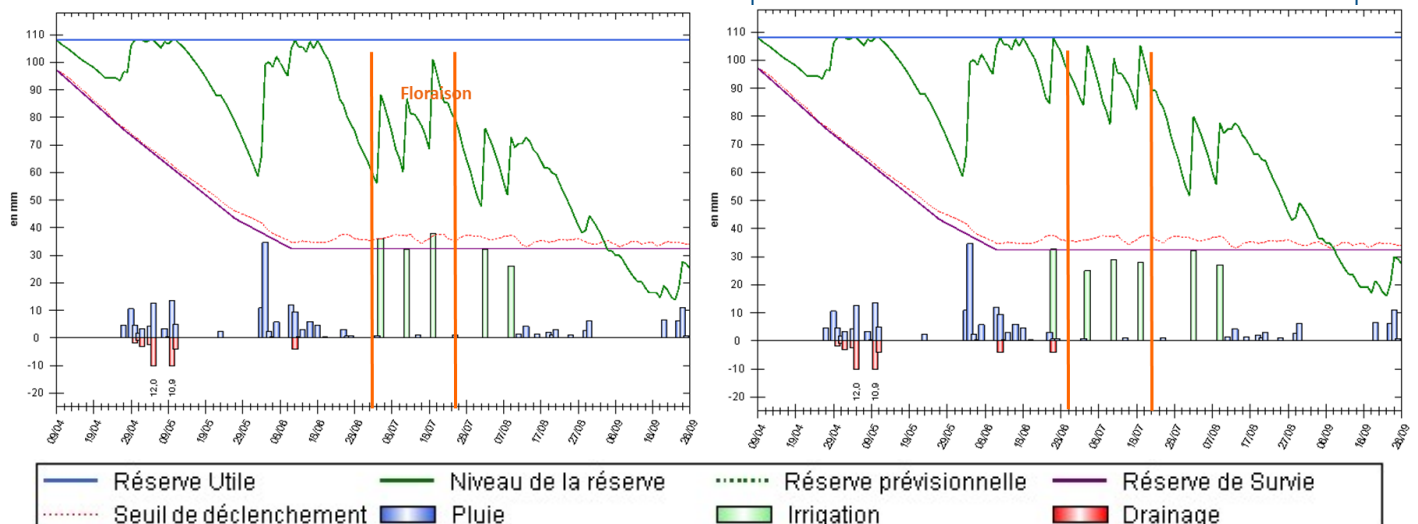
**Essai maïs 14 variétés, 4 modalités irrigation, récolte moissonneuse agriculteur grandes parcelles**

|  | Modalité 1:<br>Irrigation<br>restreinte<br>encadrement<br>floraison + 1<br>irrigation | Modalité 2 (net-<br>irrig)<br>Irrigation<br>optimale<br>Floraison /SLAG | Modalité 3 :<br>Irrigation optimale<br>Floraison /SLAG +1<br>tour avant<br>floraison | Modalité 4<br>irrigation<br>agriculteur<br>Non contrainte |
|--|---|---|--|---|
| Rendement net moyen à 15% d'humidité en q/ha             | 96  | 125   | 129  | 129   |
| Irrigation   | 127 mm  | 164 mm  | 173 mm   | 211 mm  |
| Différence irrigation/modalité 1                         |   | 37 mm   | 46 mm  | 84 mm   |
| Efficience du mm d'eau supplémentaire apporté/modalité 1 |   | 0,78 q/mm d'eau supplémentaire apporté                                  | 0,71 q/mm d'eau supplémentaire apporté   | 0,39q/mm d'eau supplémentaire apporté                     |
| Ecart de rendement /modalité 4                           | -33 q/ha  | -4 q/ha   | 0 q/ha   |   |

➔ Moins de 5q/ha en moyenne de différence entre les modalités 2,3,4 pour 47 mm d'irrigation supplémentaires apportés sur la modalité 4 ( agriculteur) et pour 10mm supplémentaires apportés sur la modalité 3 par rapport à la modalité 2.

Modalité 2: maïs conduite irrigation optimale floraison/SLAG soit 5 irrigations 164mm

Modalité 3: maïs conduite irrigation optimale floraison/SLAG plus 1 irrigation avant floraison soit 6 irrigations 173mm



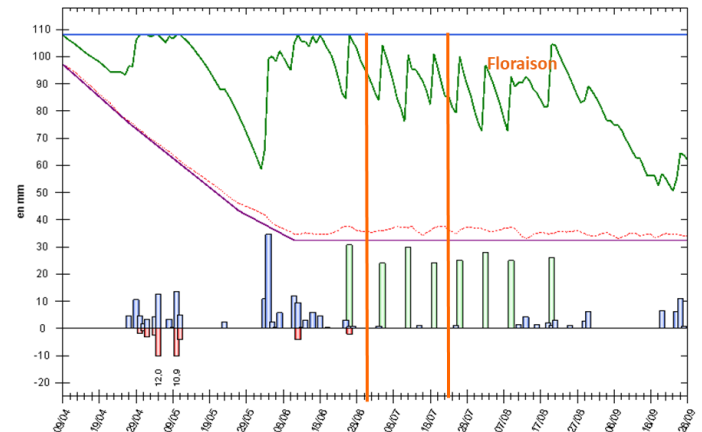
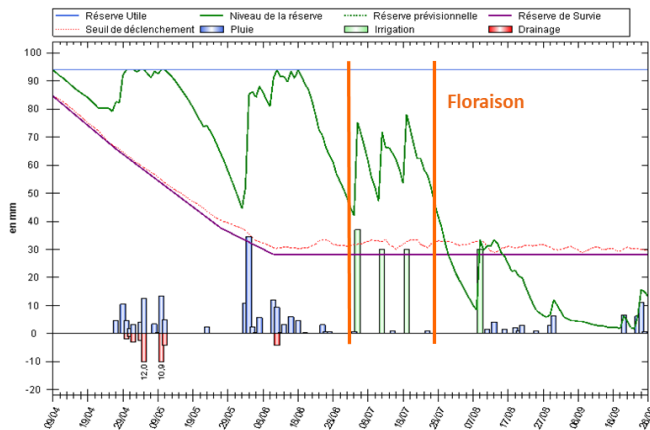




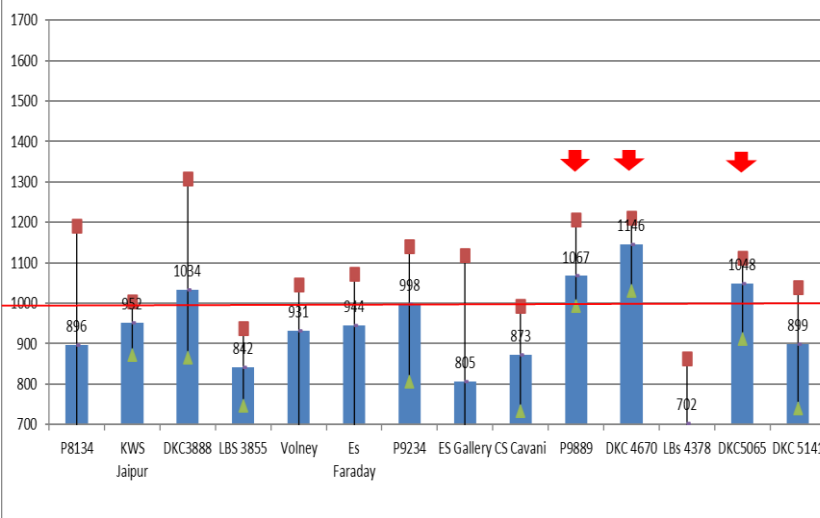
## Déclinaison à postériori des hypothèses utilisées dans un essai ca45 2020 en année sèche (prix de vente 180€/t, coût irrigation 5€/mm, coût séchage doublé)

**Modalité 1:** maïs juste maintenu à flot sur la floraison puis en vie jusqu'à la récolte, stress hydrique avant le SLAG, 4 irrigations, 127mm

**Modalité 4:** maïs conduite agriculteur, 8 irrigations, 221mm



Moyenne de CA/ha base 180€/T déduction faite des frais d'irrigation et de séchage (moyenne, minima, maxima en fct des modalités d'irrigation)



| variété    | Ca/ha moyen par var, frais séchage et irrigation déduits | Ca/ha maxi par var, frais séchage et irrigation déduits | Ca/ha mini par var, frais séchage et irrigation déduits | Ca/ha moyen par var, frais séchage et irrigation déduits |
|------------|--|---|---|--|
| P8134      | 896  | 1192  | 441   | 896  |
| KWS Jaipur | 952  | 1004  | 871   | 952  |
| DKC3888    | 1034   | 1307  | 865   | 1034   |
| LBS 3855   | 842  | 938   | 746   | 842  |
| Volney     | 931  | 1047  | 690   | 931  |
| Es Faraday | 944  | 1073  | 655   | 944  |
| P9234      | 998  | 1140  | 807   | 998  |
| ES Gallery | 805  | 1118  | 531   | 805  |
| CS Cavani  | 873  | 993   | 734   | 873  |
| P9889      | 1067   | 1207  | 992   | 1067   |
| DKC 4670   | 1146   | 1211  | 1031  | 1146   |
| LBS 4378   | 702  | 864   | 424   | 702  |
| DKC5065    | 1048   | 1112  | 912   | 1048   |
| DKC 5141   | 899  | 1040  | 740   | 899  |
|            |  |   | CA moyen var  | 938  |
|            |  |   | CA moyen mod1   | 847 €  |
|            |  |   | CA moyen mod2   | 1 063 €  |
|            |  |   | CA moyen mod3   | 1 024 €  |
|            |  |   | CA moyen mod4   | 820 €  |
|            |  |   | CA moyen essai  | 938 €  |

A 180€/t, et dans la pire des hypothèses ( 5€/mm d'eau, coût de séchage doublés en 2023, sol avec une Ru comprise entre 95mm et 110mm en fonction des modalités):

- La modalité 2, irrigation optimale limitée à la période sensible floraison/SLAG est économiquement la plus intéressante avec un chiffre d'affaire moyen, frais d'irrigation et de séchage déduits de 1063€/ha.
- La modalité 3, un tour d'eau supplémentaire avant floraison n'apporte rien.
- L'utilisation de l'OAD Net-Irrig pour fiabiliser la décision d'irrigation reste très pertinente dans un contexte inflationniste de coût de l'eau et de l'NRJ, l'OAD montre encore sa robustesse.
- La modalité 4 agriculteur, avec 820€/ha de Chiffre d'affaire, frais irrigation et séchage déduits est moins intéressante économiquement que la modalité 1 stressée, 847€/ha de moyenne malgré un rendement supérieur de 33 q/ha pour la modalité 4.



## CONCLUSIONS

Dans la plupart des cas étudiés, l'irrigation garde un intérêt certain sur maïs grain par rapport aux maïs grain pluvial (sec).

Toutefois la rentabilité économique peut s'inverser dans certaines hypothèses envisagées, 5€/mm d'eau, coût de séchage à 50€/t, sol superficiel à faible RU 70mm ou moyen RU 110mm nécessitant un recours maximum à l'irrigation.

Ces hypothèses poussent à la prudence et à rationaliser au maximum les irrigations apportées à des fins d'optimisation de la marge économique et non plus à les raisonner à des seules fins de recherche du rendement maximum.

L'objectif vise donc à augmenter la productivité économique du mm d'eau d'irrigation et à réserver l'irrigation aux seules périodes de forte sensibilité hydrique de la culture.

### Conseil:

- Utiliser un OAD de bilan hydrique web pour fiabiliser au maximum la décision d'irrigation.
- Réserver ses irrigations sur la période clé de sensibilité du maïs au stress hydrique soit de la floraison jusqu'au SLAG (stade limite d'avortement du grain) +10-15j soit concrètement à partir de 5j avant le début de la floraison, jusqu'à 30-35j après le début de la floraison
- Les irrigations ne sont pas valorisées avant le stade 12 Feuilles du maïs
- Les irrigations ne sont plus valorisées après le stade « humidité du grain 45% », la dessiccation du grain étant engagée.
- Utiliser la méthode Irristop (mesure de la teneur en humidité des grains), à partir du stade floraison+ 30j pour déterminer avec précision le stade humidité du grain 50% et déterminer la date optimale d'arrêt de l'irrigation.

