

MODÉLISATION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA STATION D'ISSOUDUN

QUELS BESOINS EN EAU À L'HORIZON 2050



Rédacteur : Thierry Bordin
thierry.bordin@centre.chambagri.fr
06-71-90-64-99

Avec
la contribution
financière du compte
d'affectation spéciale
développement
agricole et rural
CASDAR



**MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE,
DE L'AGRO-ALIMENTAIRE
ET DE LA SOUVERAINETÉ
ALIMENTAIRE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Modélisation du changement climatique sur tournesol précoce



Climat XXI: modèle Aladin, ref 1976-2005; scénarios 4,5 et 8,5 2021-2050 (, RR journalière en moyenne trentennale)

Le semis de la culture a lieu :

- * quand la température moyenne journalière glissée pendant : **7** jours consécutifs est supérieure à : **10 °C**
- * **et** après le dernier jour de gel à **-1 °C** Rq : si la culture n'est pas sensible au gel, indiqué -50°C (pour être certi

Date de semis	REF	FP 4.5	FL 4.5	FL 8.5
Tmoy>=10°C pendant 7 jours consécutifs	10/4	29/3	28/3	29/2
dernier jour de gel à -1°C	13/3	15/3	5/3	12/2
max des 2 paramètres	13/4	3/4	29/3	6/3

Les stades phénologiques se calculent en base : **6°C**, initialisé à la date de semis encadrée et grisée ci-dessus avec un écrêtage des T°C max journalière à **30°C**

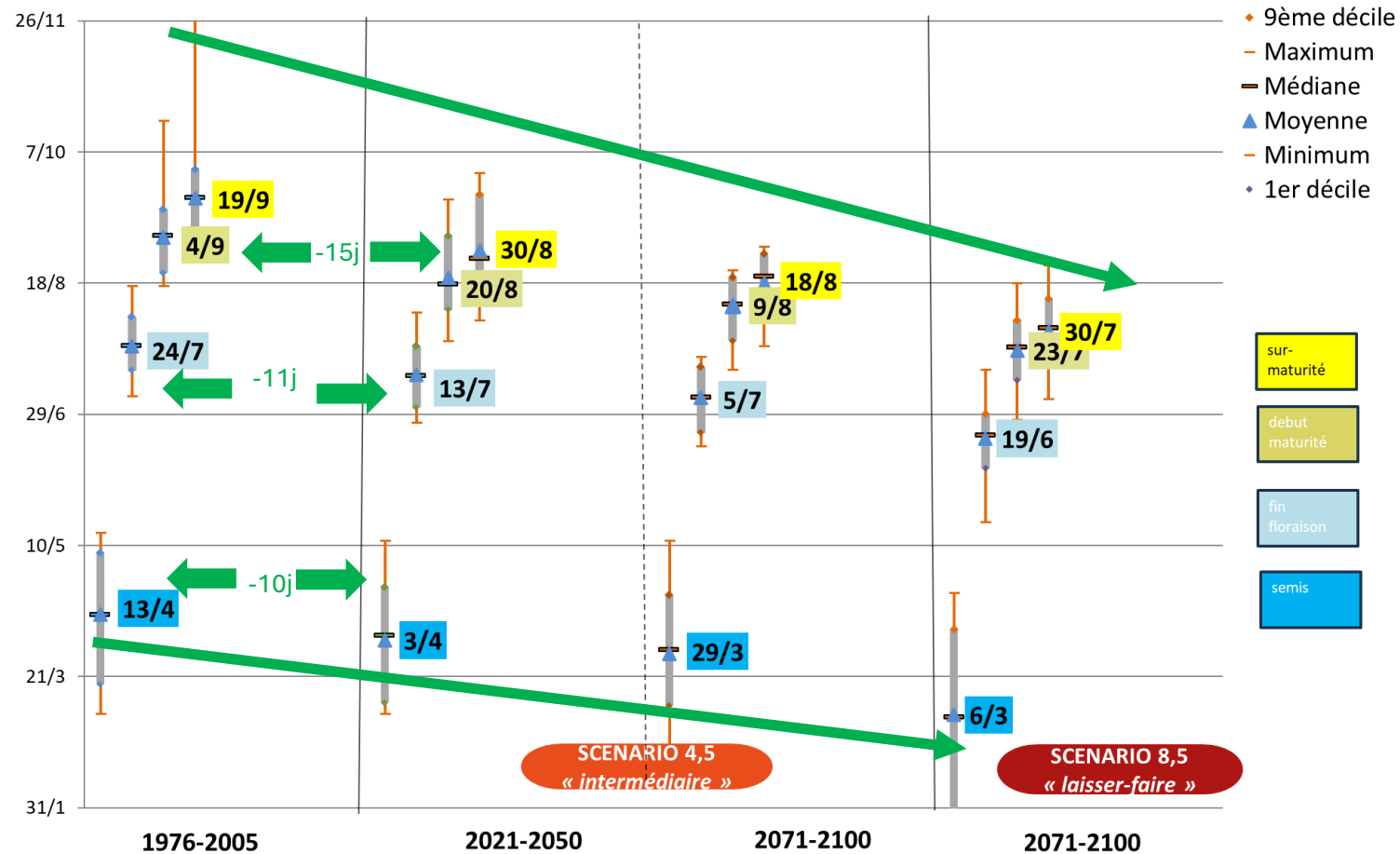
		REF	FP 4.5	FL 4.5	FL 8.5
fin floraison	990	24/7	13/7	5/7	19/6
debut maturité	1570	4/9	20/8	9/8	23/7
sur-maturité	1720	19/9	30/8	18/8	30/7

Cette date n'est pas fiable car dans x % du temps, ce stade n'est pas arrivé à son terme (3% = 1 année sur 30)

➤ Un stade sensible fin floraison avancée de 11 jours; Un stade début maturité avancée de 15

Climat'eau Issoudun tournesol

Un raccourcissement des cycles végétatifs de 5 j en moyenne, Une possibilité d'anticiper le semis de 10j, Un stade sensible fin floraison avancée de 11 jours; Un stade début maturité avancée de 15j



Climat'eau Issoudun tournesol

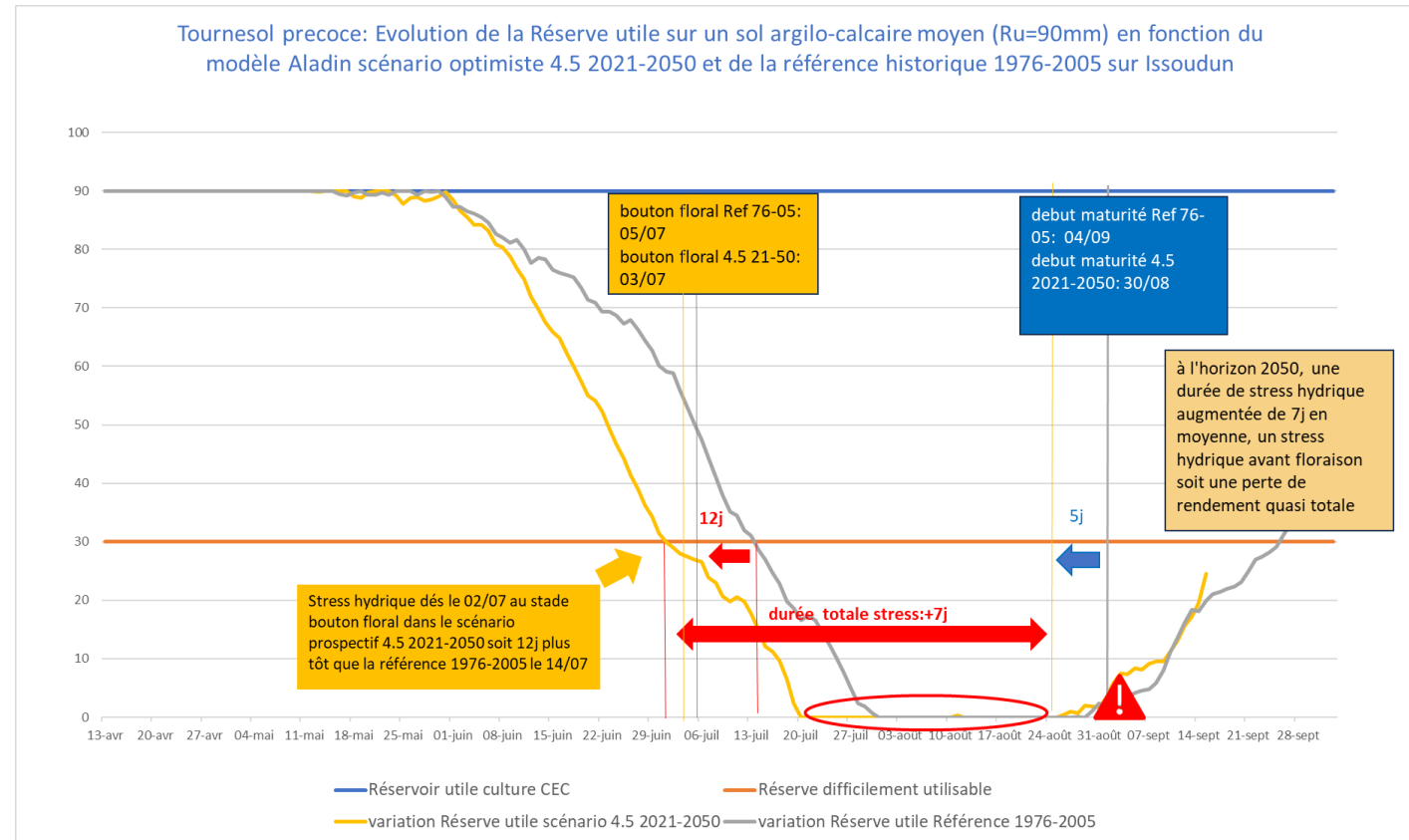


- Modélisation d'un tournesol précoce semé au 13/04 sur une argilo-calcaire moyen, RU 90mm

Du 13/04 au 01/09	Scénario 4.5 21-50	Référence 76-05
Pluies	279mm	274mm
ETM (Penman) (modélisation Arvalis)	397mm	357mm

- Une pluviométrie stable mais une demande climatique qui augmente de 20 points soit +11%

- **Sans irrigation, une culture compromise sur cette typologie de sol, 90mm de réservoir utile**



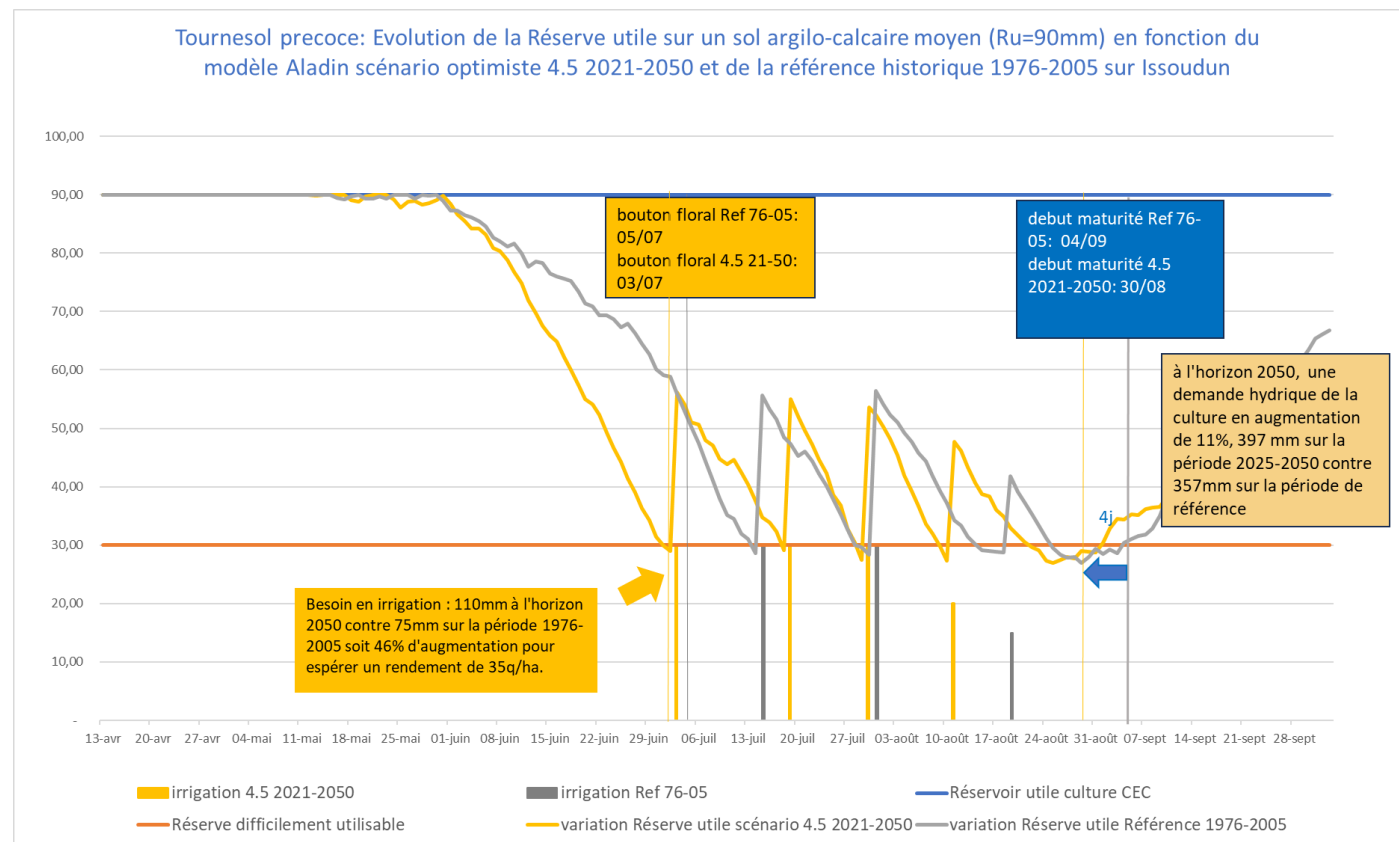
Climat'eau Issoudun tournesol

- Modélisation d'un tournesol précoce semé au 13/04 sur une argilo-calcaire moyen, RU 90mm

Du 13/04 au 01/09	Scénario 4.5 21-50	Référence 76-05
Pluies	279mm	274mm
ETM (Penman) (modélisation Arvalis)	397mm	357mm

- Une pluviométrie stable mais une demande climatique qui augmente de 20 points soit +11%
- **Sans irrigation, une culture compromise sur cette typologie de sol, 90mm de réservoir utile**

Besoin en irrigation : 110mm à l'horizon 2050 contre 75mm sur la période 1976-2005 soit 46% d'augmentation pour espérer un rendement de 35q/ha.



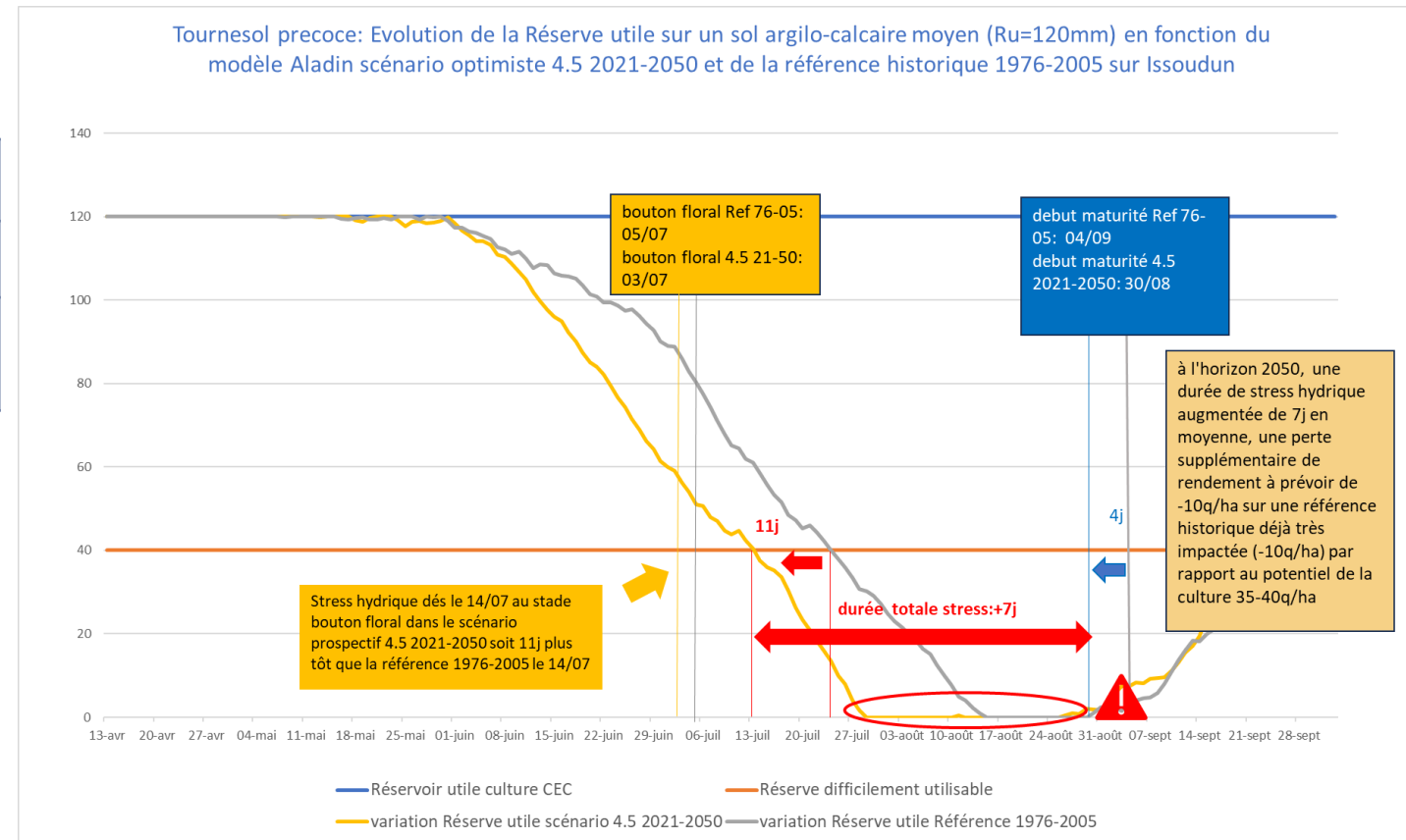
Climat'eau Issoudun tournesol



- Modélisation d'un tournesol précoce semé au 13/04 sur une argilo-calcaire profond, RU 120mm

Du 13/04 au 01/09	Scénario 4.5 21-50	Référence 76-05
Pluies	279mm	274mm
ETM (Penman) (modélisation Arvalis)	397mm	357mm

- Une pluviométrie stable mais une demande climatique qui augmente de 20 points soit +11%



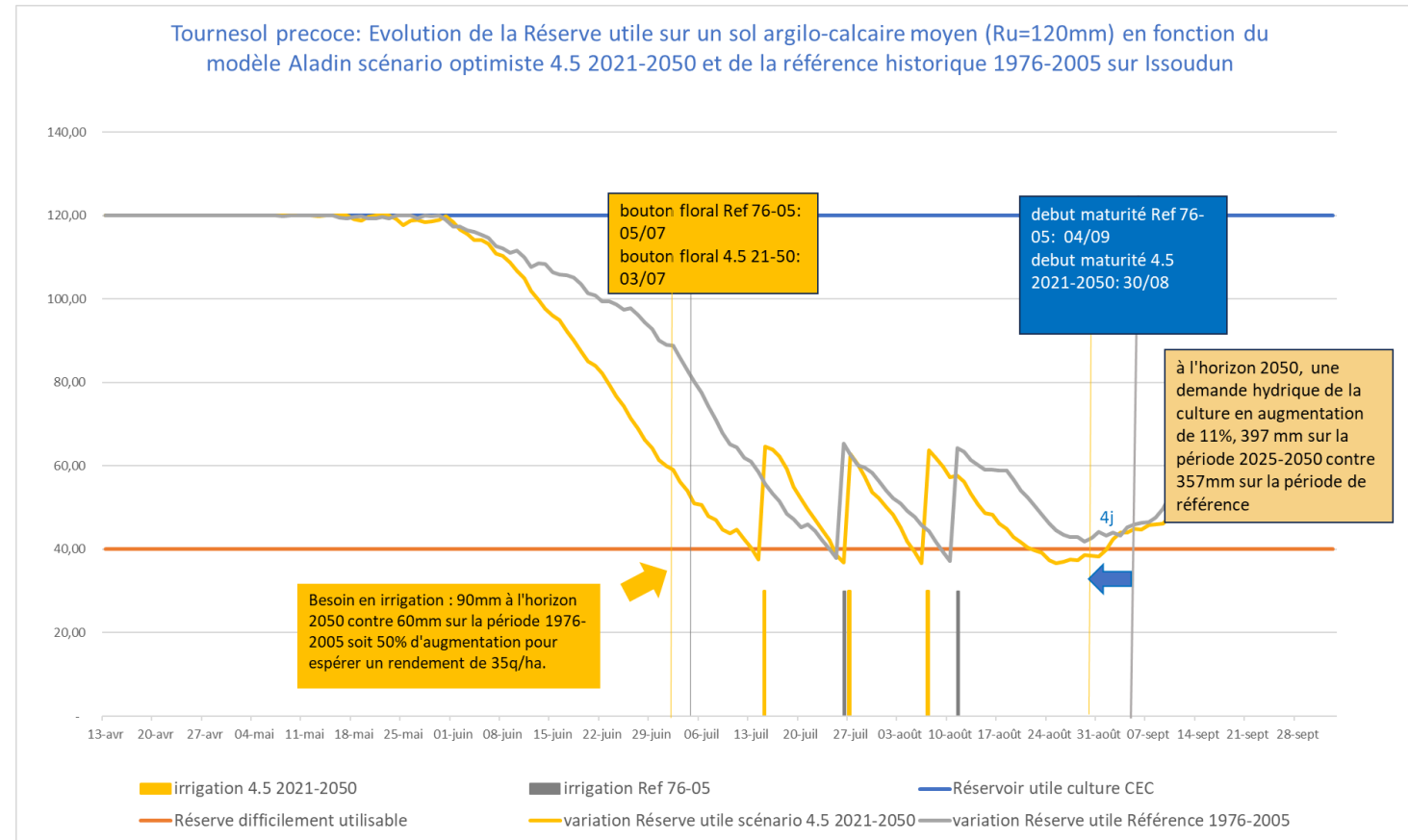
Climat'eau Issoudun tournesol



- Modélisation d'un tournesol précoce irrigué semé au 13/04 sur un sol argilo-calcaire profond, RU 120mm

Du 13/04 au 01/09	Scénario 4.5 21-50	Référence 76-05
Pluies	279mm	274mm
ETM (Penman) (modélisation Arvalis)	397mm	357mm

- Une pluviométrie stable mais une demande climatique qui augmente de 20 points soit +11%



- Sans irrigation, une culture compromise sur cette typologie de sol, 120mm de réservoir utile

Modélisation du changement climatique sur Blé



Climat XXI: modèle Aladin, ref 1976-2005; scénarios 4,5 et 8,5 2021-2050 (RR journalière en moyenne trentennale)

reprise végétation	REF	FP 4.5	FL 4.5	FL 8.5
Tmoy>=0°C pendant 7 jours consécutifs	10/1	12/1	8/1	7/1
dernier jour de gel à -5°C	23/1	17/1	9/1	2/1
max des 2 paramètres	25/1	22/1	14/1	8/1

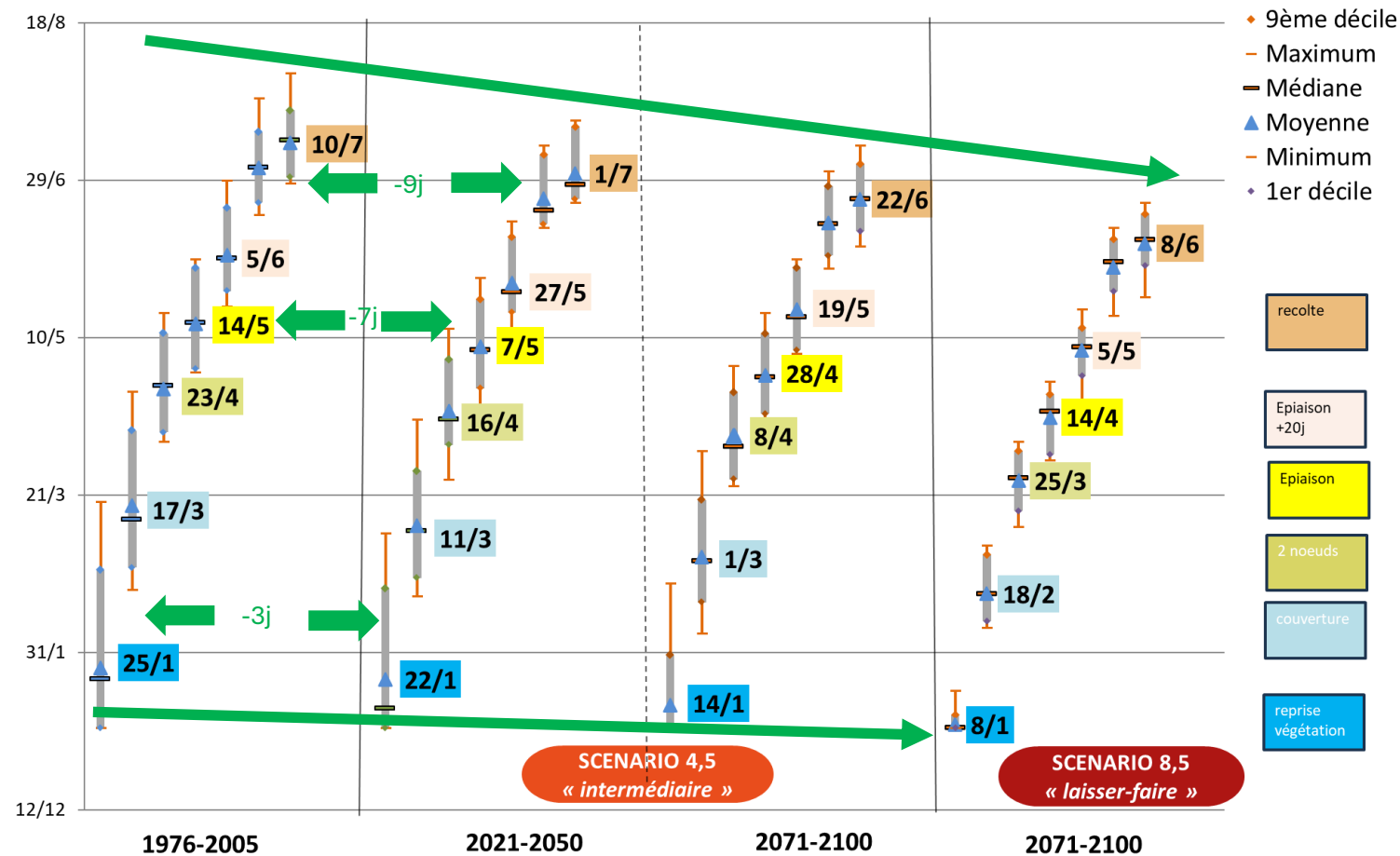
Les stades phénologiques se calculent en base : 0°C, initialisé à la reprise de végétation encadrée et grisée ci-dessus avec un écrêtage des T°C max journalière à 25°C

		REF	FP 4.5	FL 4.5	FL 8.5
couverture	300	17/3	11/3	1/3	18/2
2 noeuds	650	23/4	16/4	8/4	25/3
epiaison	900	14/5	7/5	28/4	14/4
epiaison +20j	1220	5/6	27/5	19/5	5/5
fin de cycle	1700	2/7	23/6	15/6	1/6
récolte	1850	10/7	1/7	22/6	8/6
		#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
		#N/A	#N/A	#N/A	#N/A

➤ Un stade sensible Epiaison avancé de 7 jours; Un stade de récolte avancé de 9j

Climat'eau Issoudun Blé d'hiver

Un raccourcissement des cycles végétatifs de 5 jours, Un stade sensible Epiation avancée de 7 jours; Un stade de récolte avancé de 9j



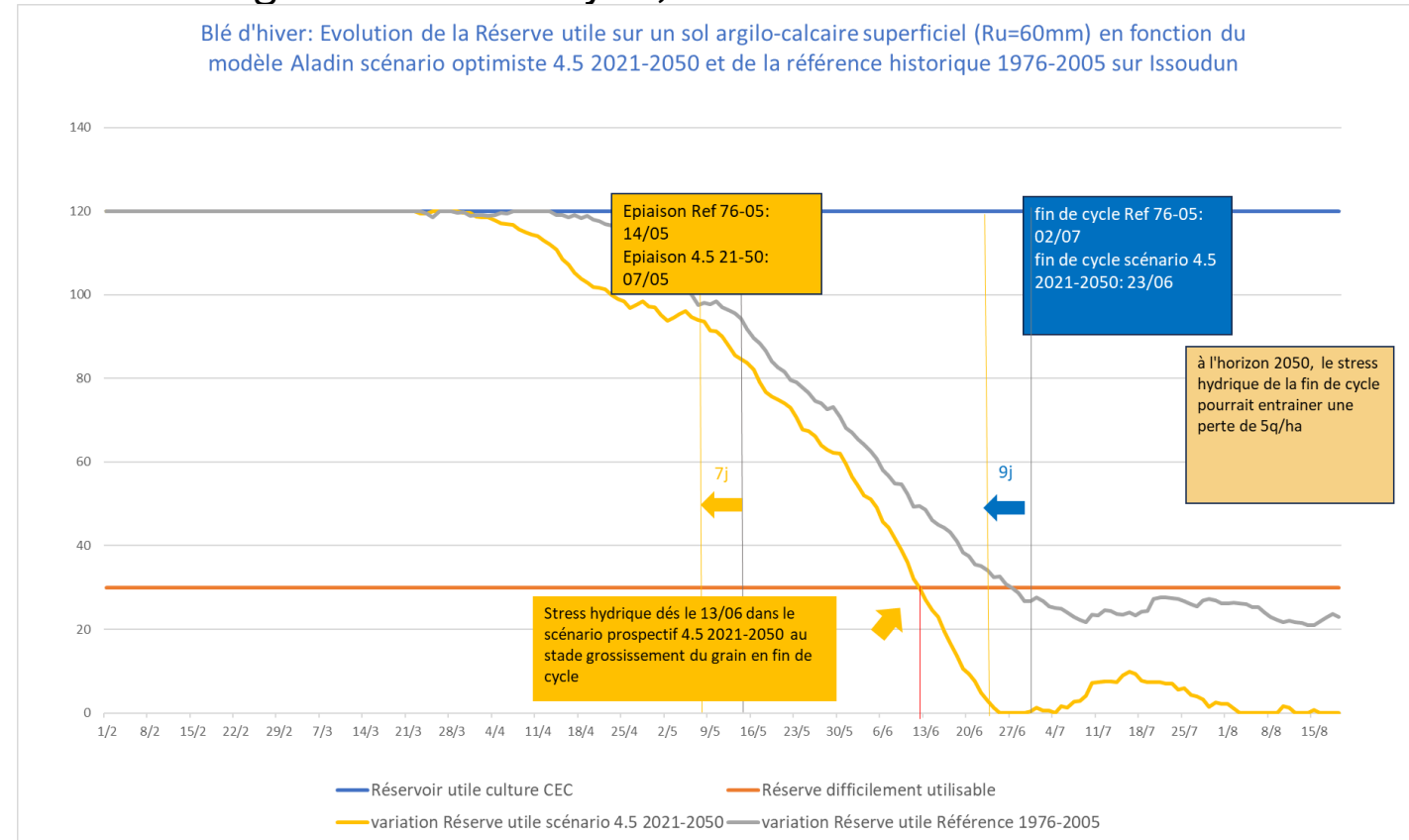
Climat'eau Issoudun blé hiver



➤ Modélisation d'un blé sur un argilo-calcaire moyen, RU 120mm

Du 01/02 au 12/07	Scénario 4.5 21-50	Référence 76-05
Pluies	332mm	318mm
ETM (Penman) (modélisation Arvalis)	384mm	355mm

- Une pluviométrie globalement stable (légère augmentation de 4,4%) et une demande climatique en augmentation de 8%
- Avec une RU de 120mm, la disponibilité moyenne en eau ne devrait pas constituer d'obstacle à la réalisation de cette culture (sauf année exceptionnelle)



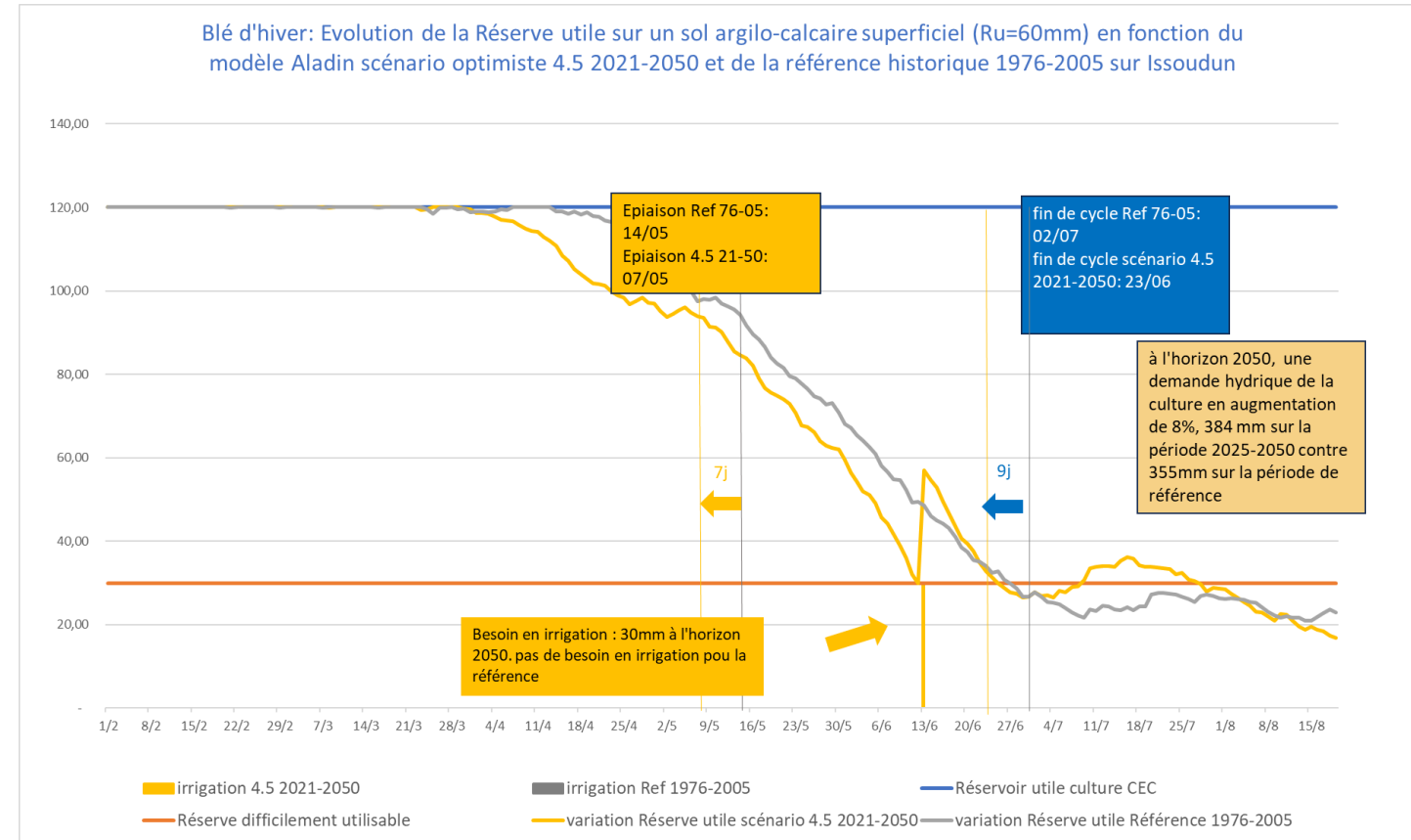
Climat'eau Issoudun blé hiver



➤ Modélisation d'un blé sur un argilo-calcaire moyen, RU 120mm

Du 01/02 au 12/07	Scénario 4.5 21-50	Référence 76-05
Pluies	332mm	318mm
ETM (Penman) (modélisation Arvalis)	384mm	355mm

- Une pluviométrie globalement stable (légère augmentation de 4,4%) et une demande climatique en augmentation de 8%
- Avec une RU de 120mm, la disponibilité moyenne en eau ne devrait pas constituer d'obstacle à la réalisation de cette culture (sauf année exceptionnelle)



Climat'eau Issoudun blé hiver

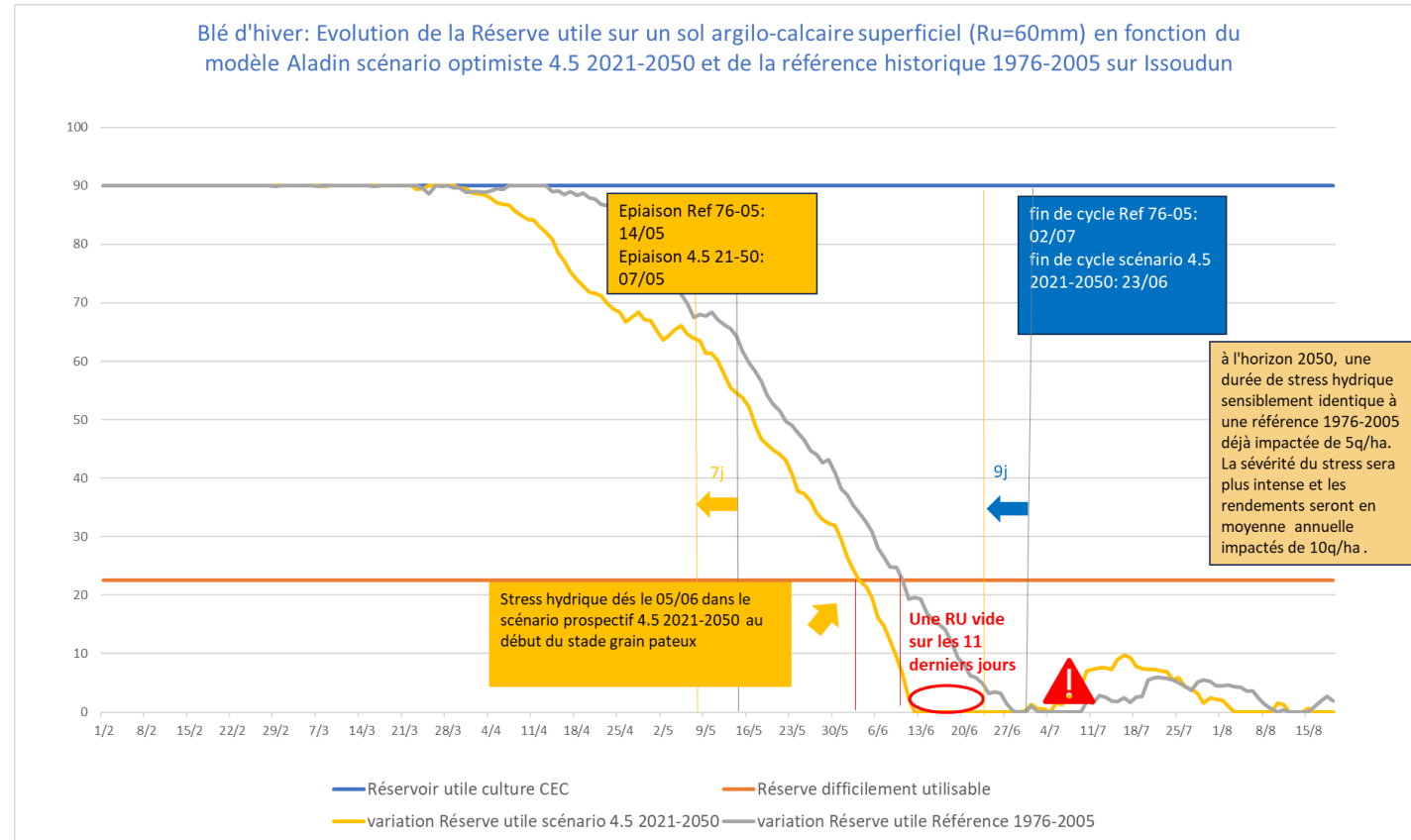


➤ Modélisation d'un blé sur un argilo-calcaire moyen, RU 90mm

Du 01/02 au 12/07	Scénario 4.5 21-50	Référence 76-05
Pluies	332mm	318mm
ETM (Penman) (modélisation Arvalis)	384mm	355mm

- Une pluviométrie globalement stable (légère augmentation de 4,4%) et une demande climatique en augmentation de 8%

- la disponibilité en eau constituera à terme le premier frein à l'expression du potentiel de la culture sur ce sol avec un réservoir utile de 90mm



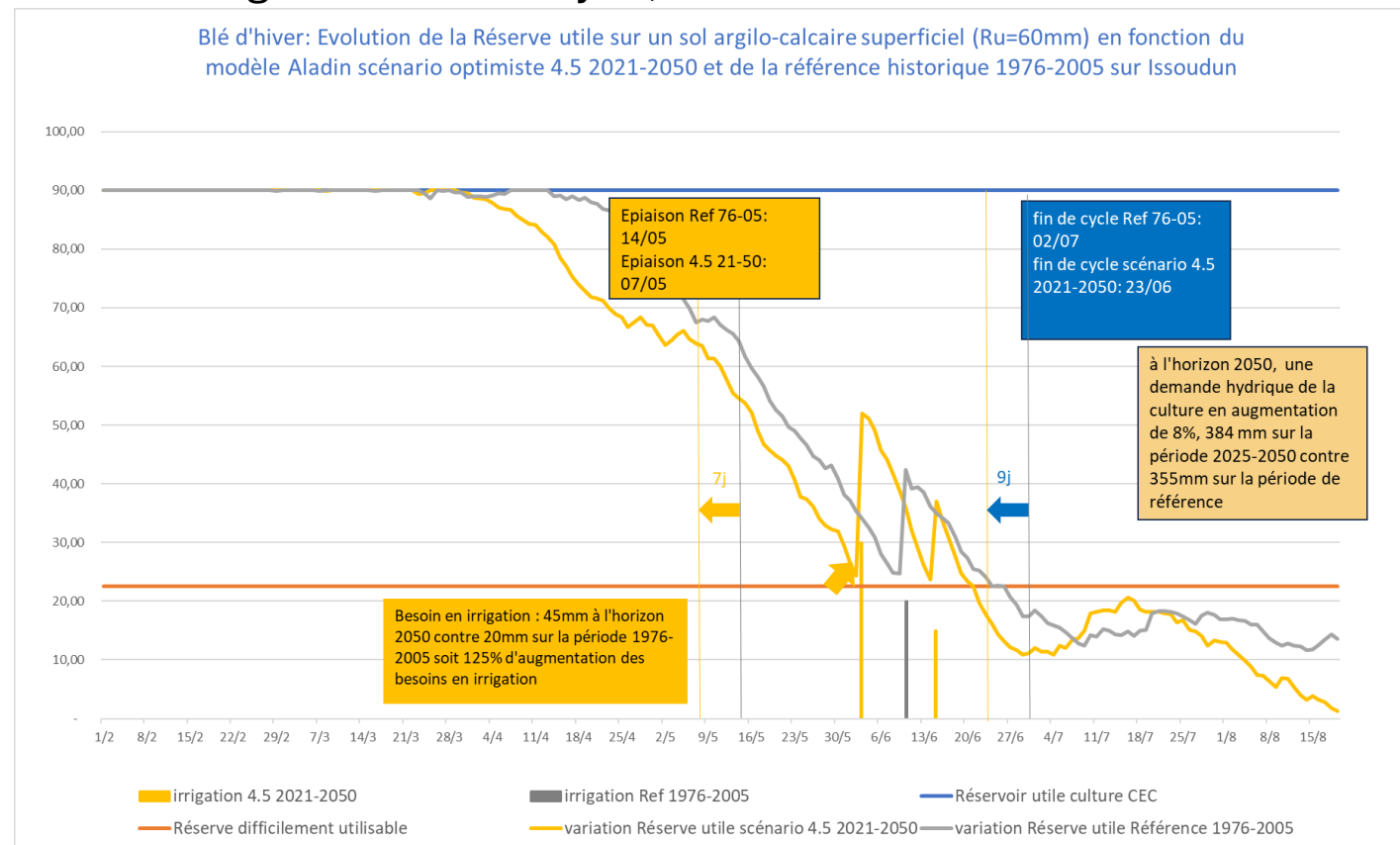
Climat'eau Issoudun blé hiver



➤ Modélisation d'un blé sur un argilo-calcaire moyen, RU 90mm

Du 01/02 au 12/07	Scénario 4.5 21-50	Référence 76-05
Pluies	332mm	318mm
ETM (Penman) (modélisation Arvalis)	384mm	355mm

- Une pluviométrie globalement stable (légère augmentation de 4,4%) et une demande climatique en augmentation de 8%
- **Sans l'irrigation, le rendement d'un blé pourrait être impacté de 15qtx. La disponibilité en eau constituera à terme le premier frein à l'expression du potentiel de la culture sur ce sol avec un réservoir utile de 90mm**



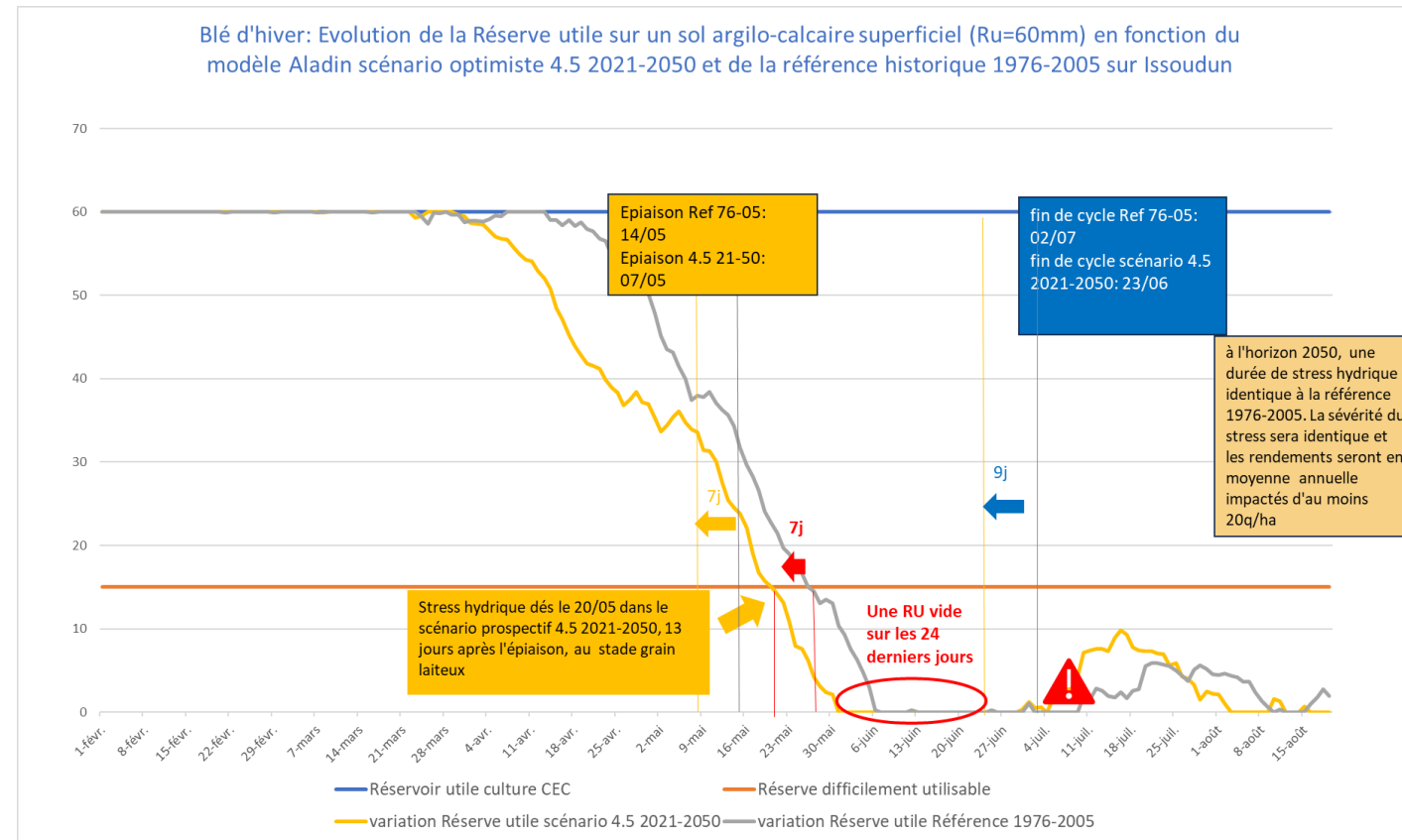
Climat'eau Issoudun blé hiver



➤ Modélisation d'un blé sur une argilo-calcaire moyen, RU 60mm

Du 01/02 au 12/07	Scénario 4.5 21-50	Référence 76-05
Pluies	332mm	318mm
ETM (Penman) (modélisation Arvalis)	384mm	355mm

- Une pluviométrie stable en augmentation de 4,4% et une demande climatique en augmentation de 8%



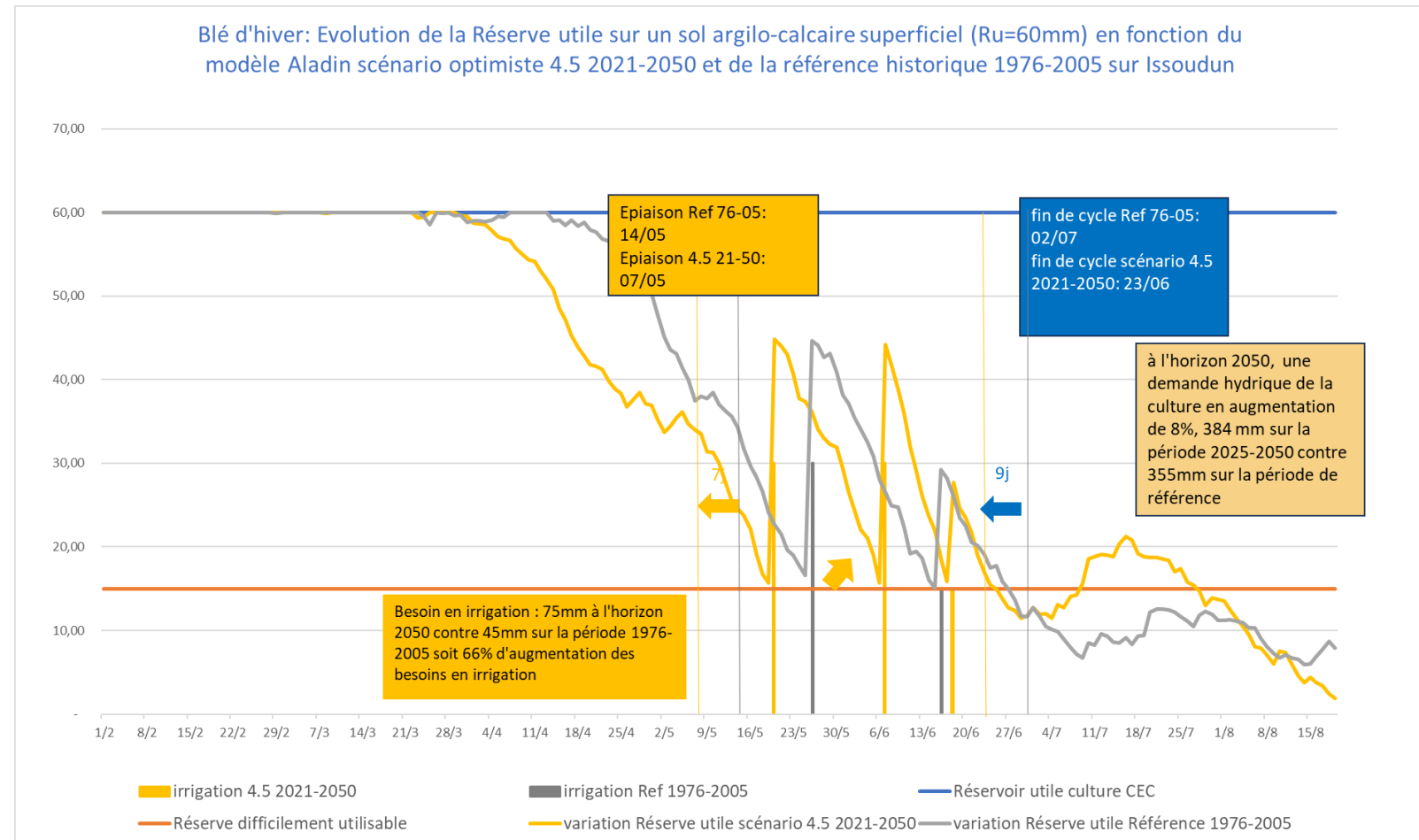
- Sans irrigation, une culture compromise sur cette typologie de sol, 60mm de réservoir utile, les rendements pourraient être impactés d'au moins 20qtx

➤ Modélisation d'un blé sur une argilo-calcaire moyen, RU 60mm

Du 01/02 au 12/07	Scénario 4.5 21-50	Référence 76-05
Pluies	332mm	318mm
ETM (Penman) (modélisation Arvalis)	384mm	355mm

- Une pluviométrie stable en augmentation de 4,4% et une demande climatique en augmentation de 8%

- **Sans irrigation, une culture compromise sur cette typologie de sol, 60mm de réservoir utile**



Modélisation du changement climatique sur lentille précoce



Climat XXI: modèle Aladin, ref 1976-2005; scénarios 4,5 et 8,5 2021-2050 (RR journalière en moyenne trentennale)

Date de semis	REF	FP 4.5	FL 4.5	FL 8.5
Tmoy>=8°C pendant 8 jours consécutifs	21/3	14/3	3/3	9/2
dernier jour de gel à -10°C	3/1	2/1	1/1	1/1
max des 2 paramètres	21/3	14/3	3/3	9/2

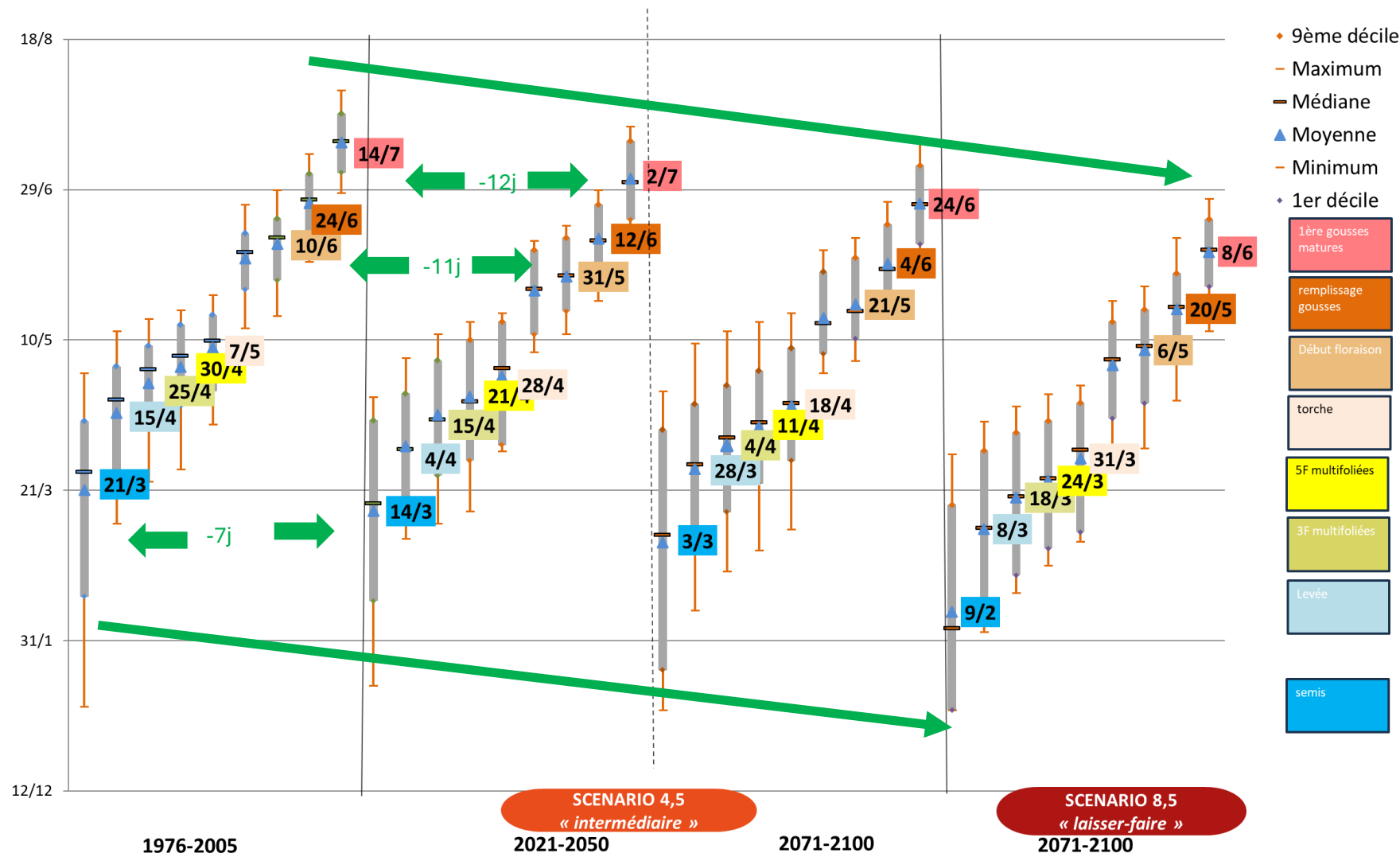
Les stades phénologiques se calculent en base : 6°C, initialisé à la date de semis encadrée et grisée ci-dessus avec un écrêtage des T°C max journalière à 25°C

			REF		FP 4.5		FL 4.5		FL 8.5
Levée	79	Dates Stades phéno	15/4		4/4		28/3		8/3
3Fmultifoliées	125		25/4		15/4		4/4		18/3
5Fmultifoliées	158		30/4		21/4		11/4		24/3
Torche (51)	196		7/5		28/4		18/4		31/3
début floraison (60)	439		6/6		26/5		17/5		1/5
pleine floraison (65)	488		10/6		31/5		21/5		6/5
remplissage gousse (75)	643		24/6		12/6		4/6		20/5
1ère gousses mures (81)	899		14/7		2/7		24/6		8/6

- Un semis avancé 7j, un stade sensible début floraison avancé de 11 jours; Un stade début maturité avancé de 12j

Climat'eau Issoudun Lentille

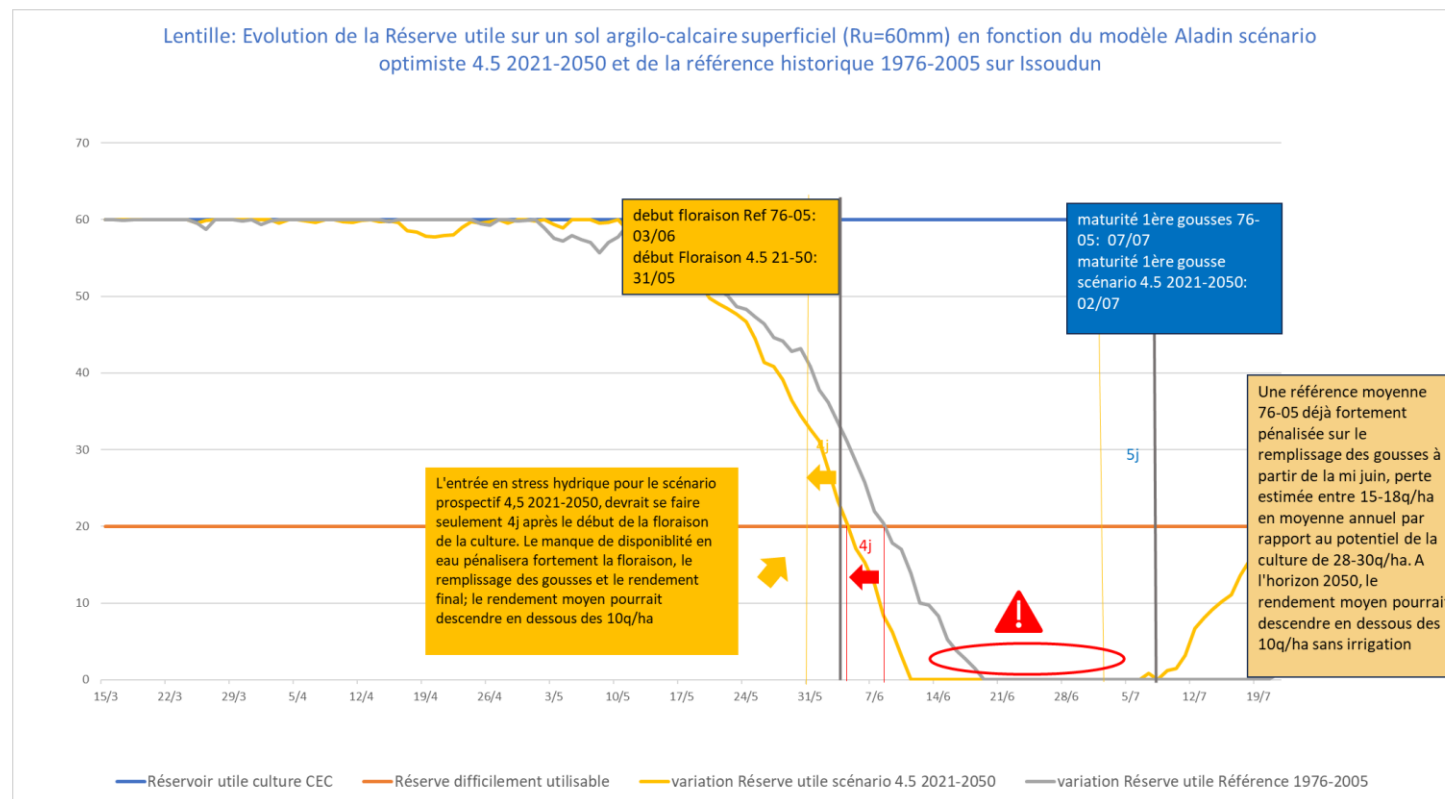
Un raccourcissement du cycle de 5 j, ce sont surtout les dates de semis possibles qui évoluent



➤ Modélisation d'une lentille sur une argilo-calcaire superficiel, RU 60mm

Du 15/03 au 21/07	Scénario 4.5 21-50	Référence 76-05
Pluies	265mm	262mm
ETM (Penman) (modélisation Arvalis)	355mm	361mm

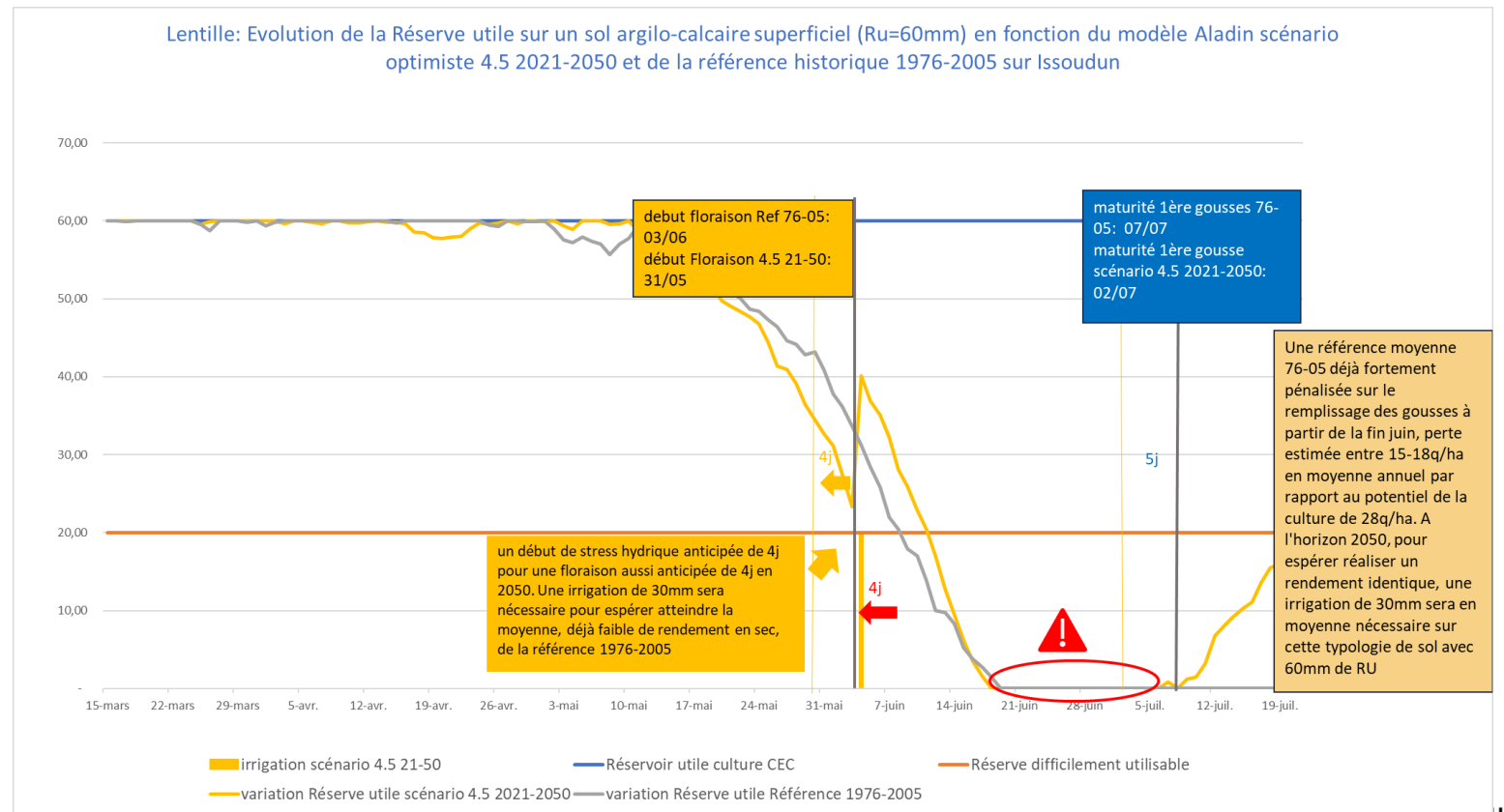
- Sur cette typologie de sol à 60mm de RU, Une irrigation à l'horizon 2050 devrait pouvoir sécuriser la production sur les standards de production actuelle en sec (déjà faible).
- Une autre solution serait de déplacer la culture de la lentille sur les sols à 120mm de RU (même effet que deux irrigations) pour espérer réaliser le potentiel de rendement de la culture 25-30q/ha



➤ Modélisation d'une lentille sur une argilo-calcaire superficiel, RU 60mm

Du 15/03 au 21/07	Scénario 4.5 21-50	Référence 76-05
Pluies	265mm	262mm
ETM (Penman) (modélisation Arvalis)	355mm	361mm

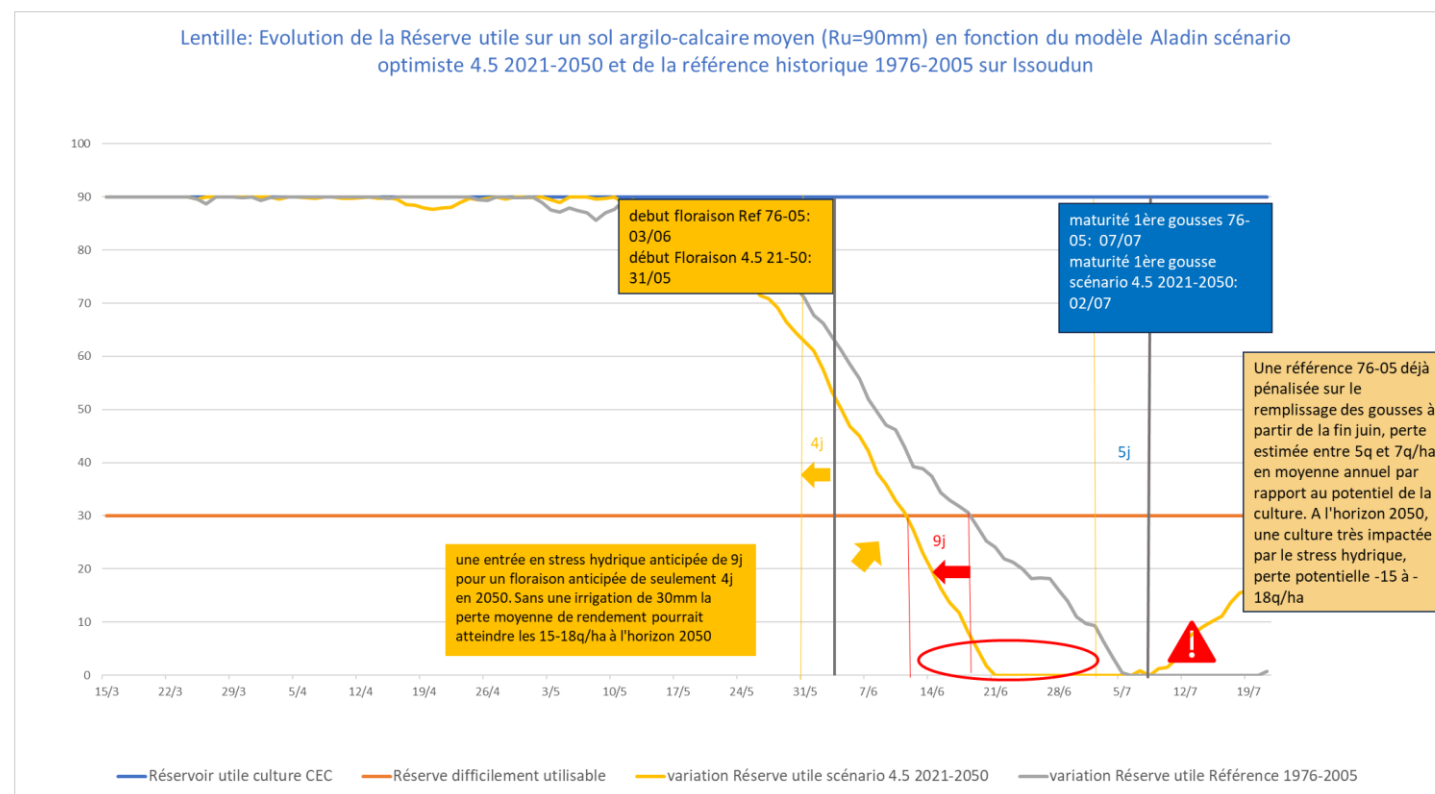
- Sur cette typologie de sol à 60mm de RU, Une irrigation à l'horizon 2050 devrait pouvoir sécuriser la production sur les standards de production actuelle en sec (déjà faible).
- Une autre solution serait de déplacer la culture de la lentille sur les sols à 120mm de RU (même effet que deux irrigations) pour espérer réaliser le potentiel de rendement de la culture 25-30q/ha



➤ Modélisation d'une lentille sur une argilo-calcaire moyen, RU 90mm

Du 15/03 au 21/07	Scénario 4.5 21-50	Référence 76-05
Pluies	265mm	262mm
ETM (Penman) (modélisation Arvalis)	355mm	361mm

- Un cycle écourté de 5j à l'horizon 2050 qui explique la différence d'ETM
- Avec une RU de 90mm, le manque d'eau constituera un obstacle majeur à la réalisation de la culture. Ce sera très probablement la principale source de perte de rendement sur cette typologie de sol et pour cette culture



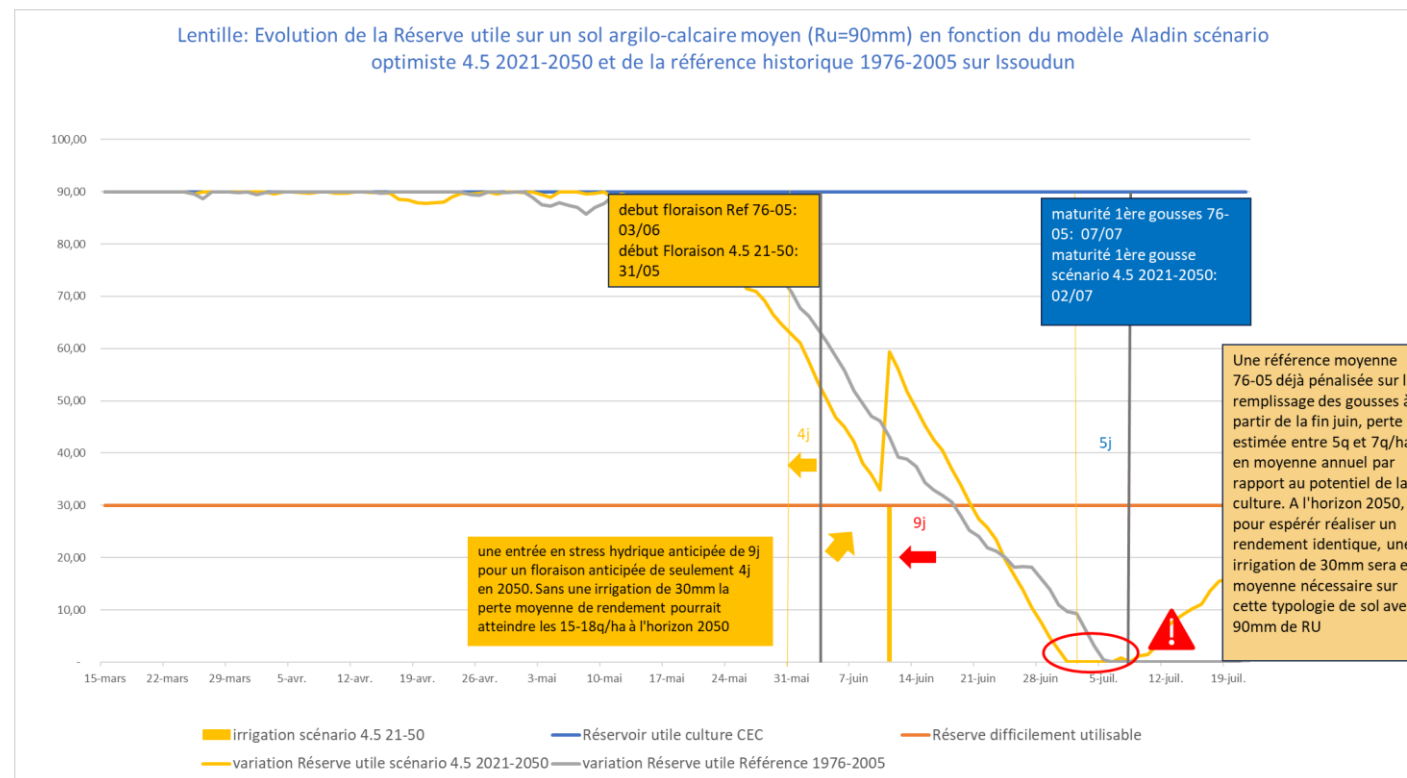
Climat'eau Issoudun Lentille



➤ Modélisation d'une lentille sur une argilo-calcaire moyen, RU 90mm

Du 15/03 au 21/07	Scénario 4.5 21-50	Référence 76-05
Pluies	265mm	262mm
ETM (Penman) (modélisation Arvalis)	355mm	361mm

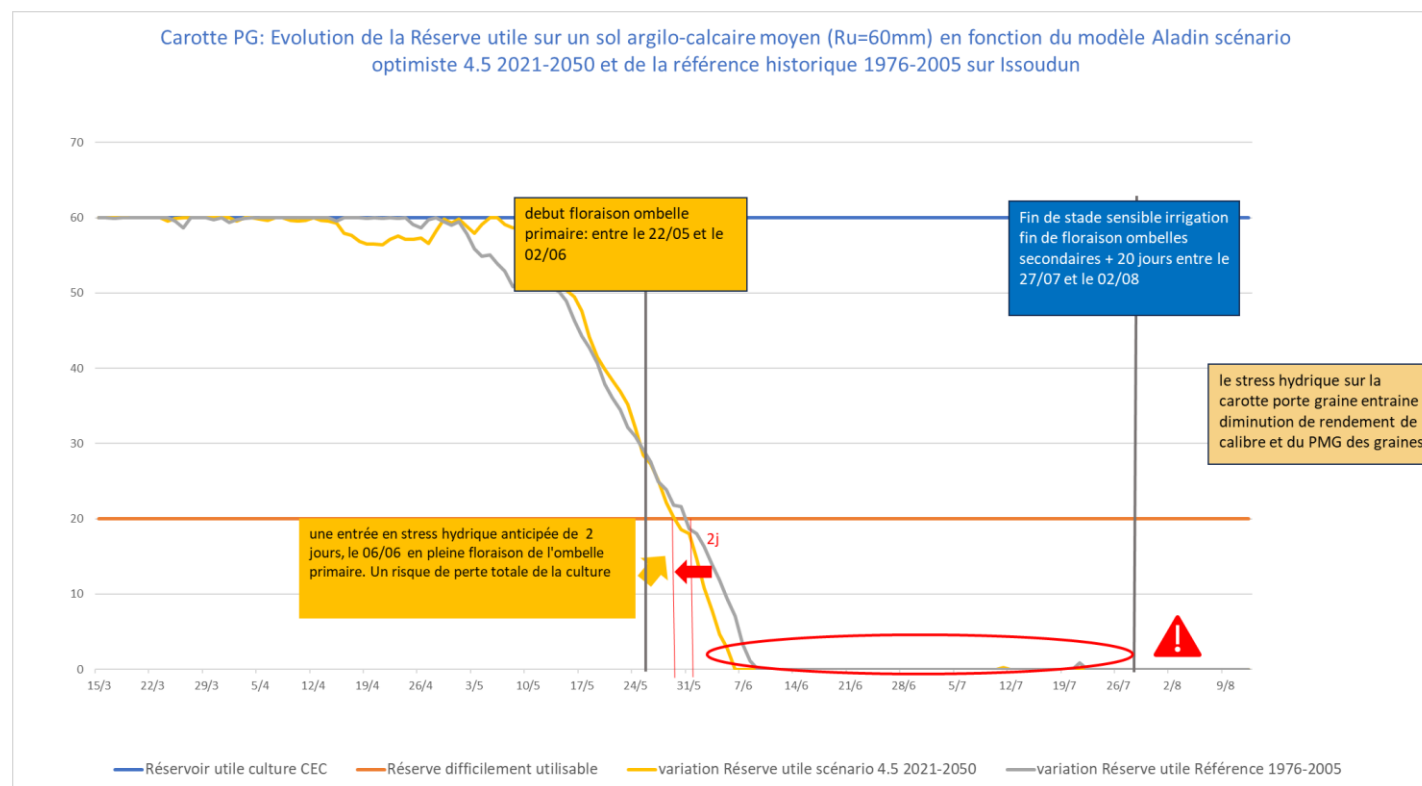
- Sur cette typologie de sol à 90mm de RU, Une irrigation devrait permettre de limiter la perte de rendement à celle de la référence actuelle
- Une autre solution serait de déplacer la culture de la lentille sur les sols à 120mm de RU (même effet qu'une irrigation)



➤ Modélisation d'une carotte porte-graines sur une argilo-calcaire superficiel, RU 60mm

Du 15/03 au 14/08	Scénario 4.5 21-50	Référence 76-05
Pluies	296mm	299mm
ETM (Penman) (modélisation Arvalis)	553mm	492mm

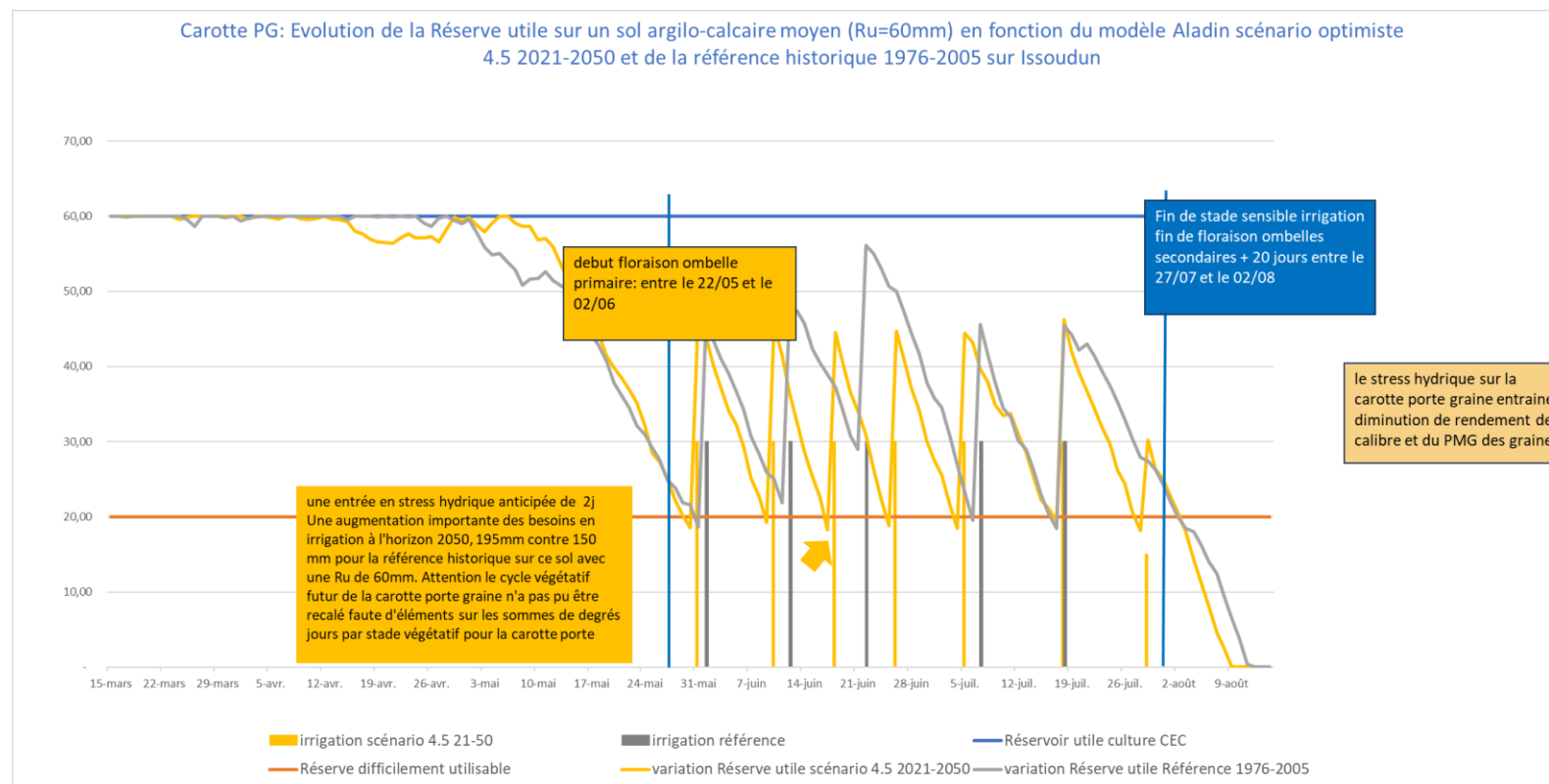
- Sur cette typologie de sol à 60mm de RU, il n'est pas possible de sécuriser une production annuelle de semence de qualité commerciale sans irrigation.



➤ Modélisation d'une carotte porte-graines sur une argilo-calcaire superficiel, RU 60mm

Du 15/03 au 14/08	Scénario 4.5 21-50	Référence 76-05
Pluies	296mm	299mm
ETM (Penman) (modélisation Arvalis)	553mm	492mm

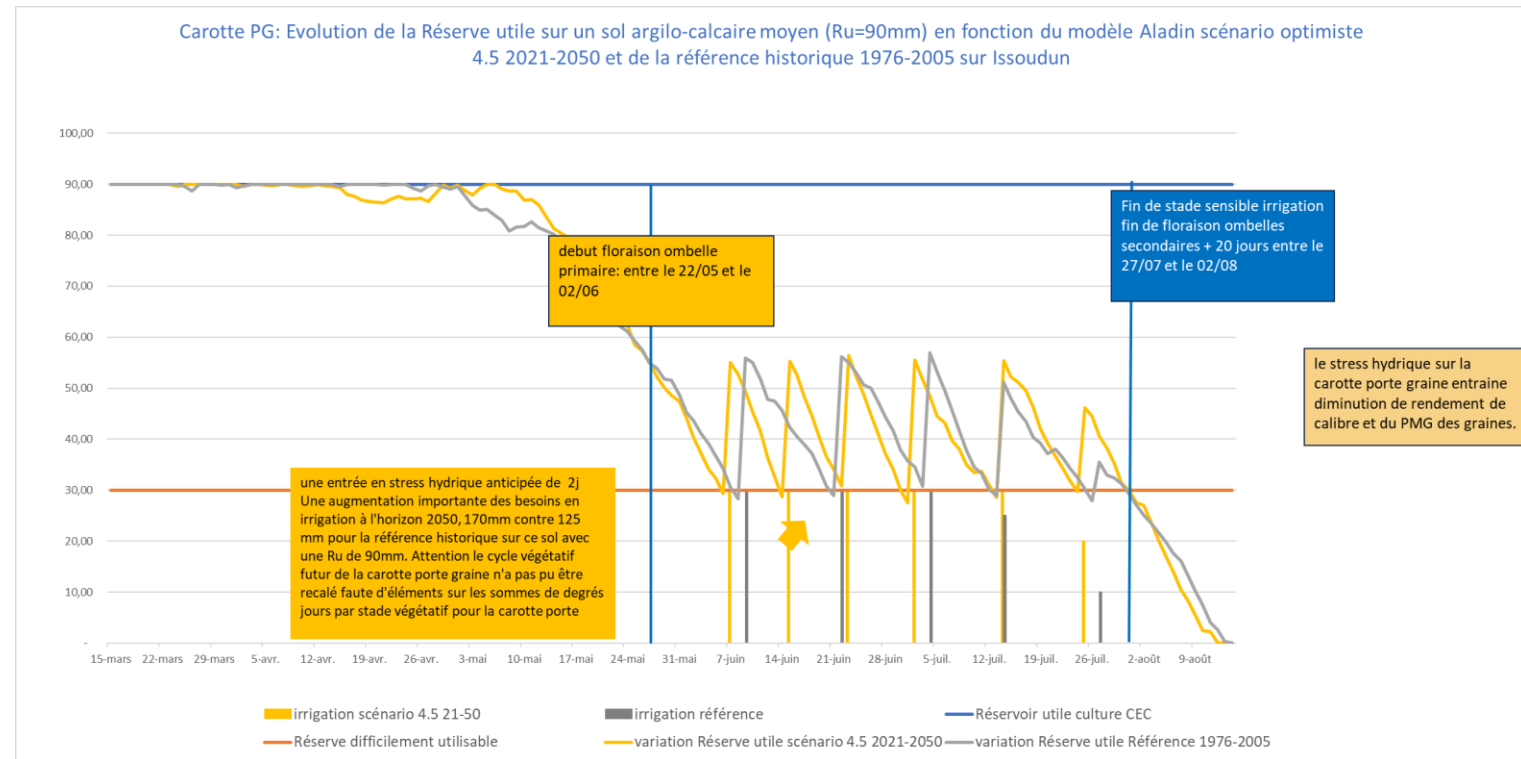
- Pour assurer rendement et qualité de production de semences, 7 irrigations et 195mm à l'horizon 2050 sur ce sol superficiel à 60mm de Ru. Comparativement 150mm sont nécessaires sur la référence trentennale 76-05 soit une augmentation des besoins en irrigation de 30%



➤ Modélisation d'une carotte porte-graines sur une argilo-calcaire superficiel, RU 90mm

Du 15/03 au 14/08	Scénario 4.5 21-50	Référence 76-05
Pluies	296mm	299mm
ETM (Penman) (modélisation Arvalis)	553mm	492mm

- Pour assurer rendement et qualité de production de semences, 7 irrigations et 170mm à l'horizon 2050 sur ce sol superficiel à 90mm de Ru. Comparativement 125mm sont nécessaires sur la référence trentennale 76-05 soit une augmentation des besoins en irrigation de 36%



Modélisation du changement climatique sur haricot



Climat XXI: modèle Aladin, ref 1976-2005; scénarios 4,5 et 8,5 2021-2050 (RR journalière en moyenne trentennale)

Date de semis	REF	FP 4.5	FL 4.5	FL 8.5
Tmoy>=12°C pendant 8 jours consécutifs	9/5	1/5	22/4	8/4
dernier jour de gel à 0°C	27/3	25/3	21/3	28/2
max des 2 paramètres	9/5	4/5	25/4	10/4

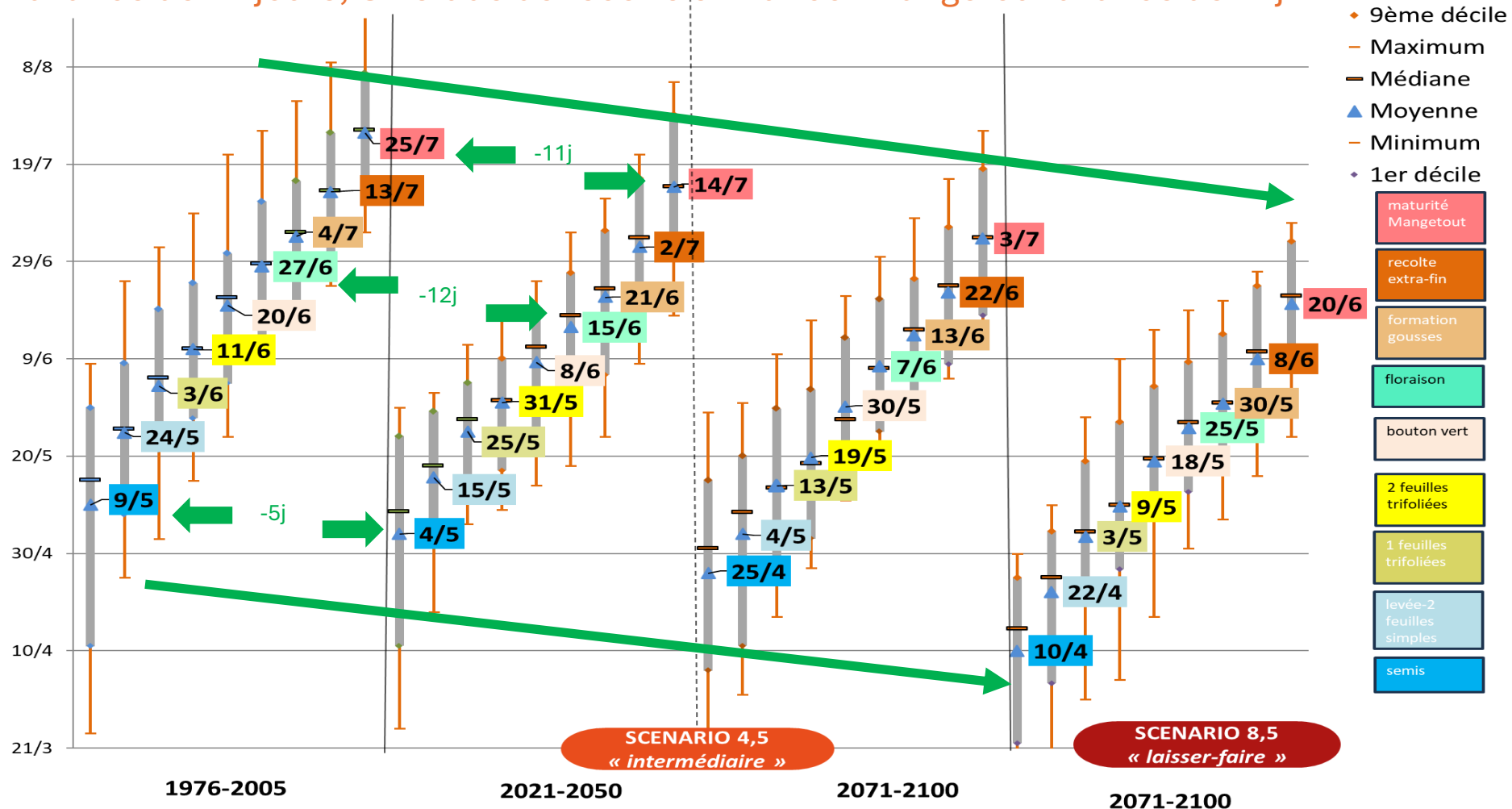
Les stades phénologiques se calculent en base : 12°C, initialisé à la reprise de végétation encadrée et grisée ci-dessus avec un écrêtage des T°C max journalière à 30°C

			REF	FP 4.5	FL 4.5	FL 8.5
levée 2FS	25	Dates Stades phéno	24/5	15/5	4/5	22/4
1Feuille Trifoliée	60		3/6	25/5	13/5	3/5
2 Feuilles Trifoliée	90		11/6	31/5	19/5	9/5
bouton	140		20/6	8/6	30/5	18/5
floraison	190		27/6	15/6	7/6	25/5
gousse	230		4/7	21/6	13/6	30/5
récolte Xfins	300		13/7	2/7	22/6	8/6
maturité Mangetout	400		25/7	14/7	3/7	20/6

- Un stade de sensibilité au stress hydrique, « floraison » avancé de 7 jours; Un stade de récolte en haricot mangetout avancé de 6j

Climat'eau Issoudun Haricot

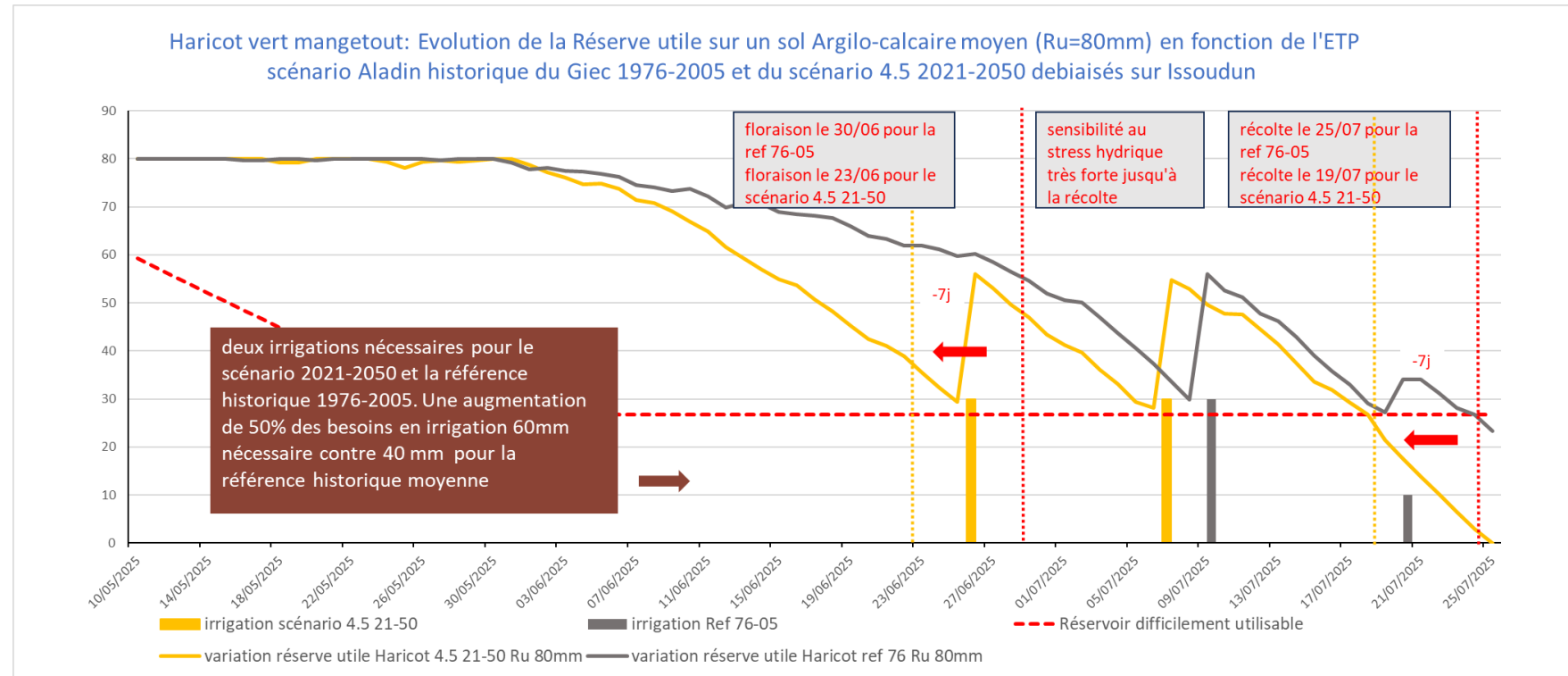
Un raccourcissement des cycles végétatifs de 6 jours à l'horizon 2050, Un stade sensible
« floraison » avancé de 12 jours; Un stade de récolte en haricot mangetout avancé de 11j



➤ Modélisation d'un haricot sur un sol argilo-calcaire moyen, RU 80mm

Du 10/05 au 25/07 (19/07 pour le scénario 4,5)	Scénario 4.5 21-50	Référence 76-05
Pluies	149mm	159mm
ETM (Penman) (modélisation Arvalis)	257mm	242mm

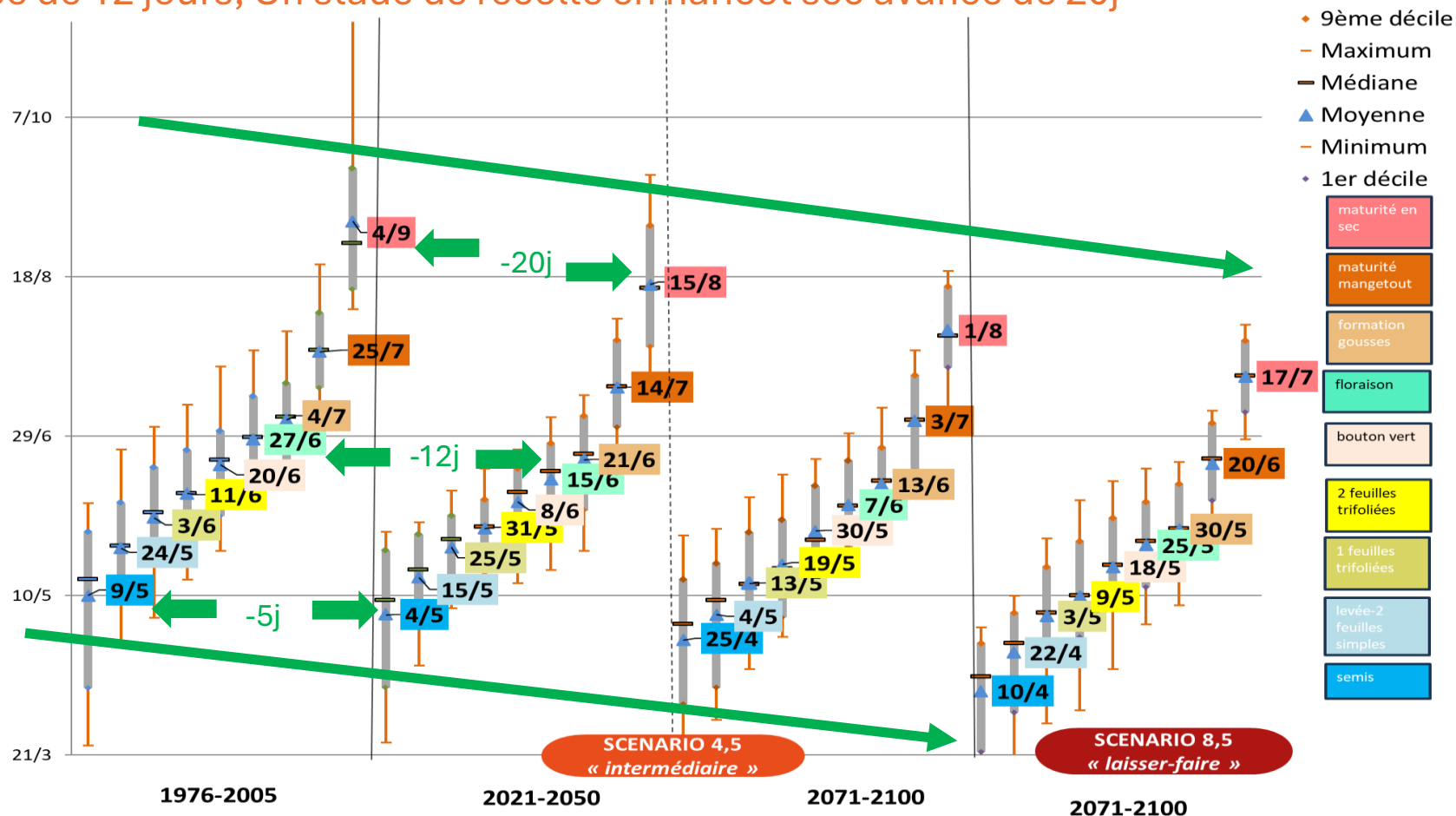
- Sur cette typologie de sol à 80mm de RU, deux irrigations en moyenne à l'horizon 2050 devraient pouvoir sécuriser la production.
- L'augmentation des besoins en irrigation est estimée à +40%, +20mm par rapport à la référence historique



Attention , un haricot vert qui a subi un stress hydrique à la formation des gousses n'est pas commercialisable en frais pour cause de fils (refus)!!

Climat'eau Issoudun Haricot sec

Un raccourcissement des cycles végétatifs de 15 jours à l'horizon 2050, Un stade sensible « floraison » avancé de 12 jours; Un stade de récolte en haricot sec avancé de 20j



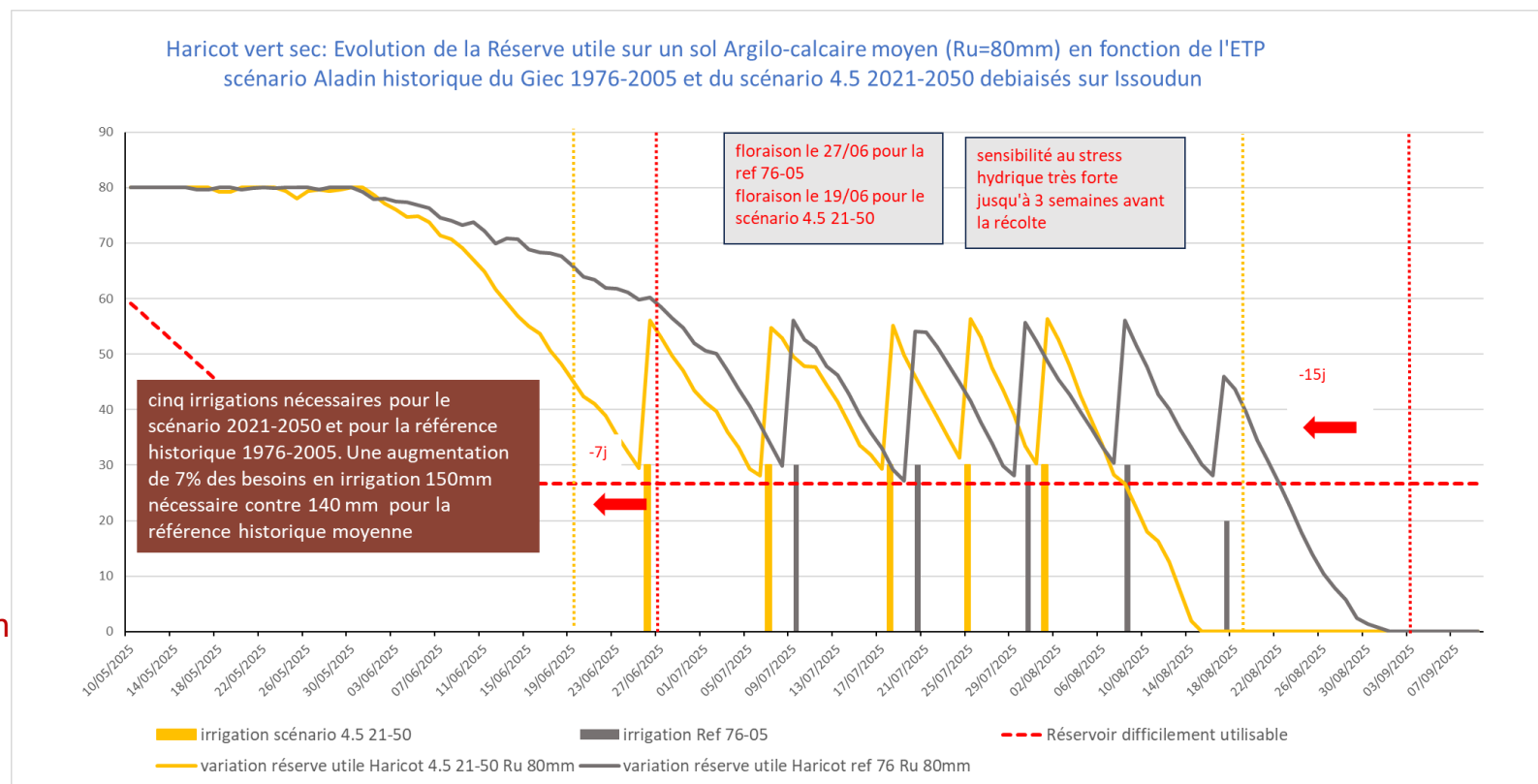
Climat'eau Issoudun Haricot sec



➤ Modélisation d'un haricot sec sur un sol argilo-calcaire moyen, RU 80mm

Du 10/05 au 04/09 (15/08 pour le scénario 4,5)	Scénario 4.5 21-50	Référence 76-05
Pluies	196mm	222mm
ETM (Penman) (modélisation Arvalis)	438mm	436mm

- Sur cette typologie de sol à 80mm de RU, 5 irrigations en moyenne à l'horizon 2050 devraient pouvoir sécuriser la production.
- L'augmentation des besoins en irrigation est estimée à +7%, +10mm par rapport à la référence historique



➤ Le raccourcissement du cycle limite l'augmentation des besoins en eau pour le haricot sec