

Acquis et limites des méthodes de préconisation actuelles en matière de fertilisation en arboriculture

Georges Fandos COFRUID'OC

contact: g.fandos@cofruidoc.fr



Journée d'échange sur la valorisation des sols de vergers : quels leviers d'actions
pour une production durable ?

Séminaire GIS Fruits, 19 février 2019 | Paris

Un constant de départ :
des outils (analyses de sol et de feuilles ou de rameaux) qui donnent des indications différentes voire divergentes en matière de plans de fumure

- Les analyses de sol donnent un état des lieux des stocks en P et K mais pas du disponible (sauf en partie le P méthode Olsen)
- Les analyses de feuilles et de rameaux donnent un état du stock dans les organes du végétal.
- L'outil Nitracheck donne l'état des lieux de l'azote disponible dans la solution du sol à un instant T
- Il n'y a pas d'outils qui donne des références pour apprécier le P et le K disponibles dans la solution du sol (donc en terme de flux).

- **Mode de calcul du bilan azoté en verger de pommier : la méthode utilisée par COFRUID'OC:**

Modèle apports et exports pour l'azote

APPORTS		EXPORTS	
Apports d'azote	Evaluation de la quantité correspondante	Consommation d'azote	Evaluation de la quantité correspondante
fertilisation	Apports par les amendements minéraux et organiques	Consommation par l'arbre	Consommation théorique en fonction du rendement
minéralisation	Analyses de terre (calcul du coefficient de minéralisation = K2)	Pertes par infiltration	Evaluation par la différence entre le solde théorique et les analyses Nitracheck
Réserves de l'arbre	On ne considère pas cet élément (les réserves sont considérées comme constantes)	Pertes par évaporation	Non calculé (peu importantes)

Besoins des pommiers en N,P, K et Mg en fonction du rendement / ha (source ESERCA)

	Lessivage + Insolubilisation + Réserves charpentières et racines (Unités / Ha)	Bois de taille + Feuilles + Divers (Unités / Ha)	EXPORTATION FRUITS (Golden - Rouge - Granny) (Unités / Ha)			TOTAL EXPORTATION (Golden - Rouge - Granny) AVEC RESTITUTION (Unités / Ha)		
			30 tonnes	60 tonnes	90 tonnes	30 tonnes	60 tonnes	90 tonnes
N	48	63	15 - 18 - 18	30 - 36 - 36	45 - 54 - 54	63 - 66 - 66	78 - 84 - 84	93 - 102 - 102
P2O5	24	14	8 - 9 - 9	16 - 18 - 18	24 - 27 - 27	32 - 33 - 33	40 - 42 - 42	48 - 51 - 51
K2O	35	74	47 - 52 - 47	94 - 104 - 94	141 - 156 - 141	82 - 87 - 82	129 - 139 - 129	176 - 191 - 176
CaO	352	134	2.5 - 2.7 - 2.7	5.0 - 5.5 - 5.5	7.5 - 8.1 - 8.1	355 - 355 - 355	357 - 358 - 358	360 - 360 - 360
MgO	34	31	2.8 - 3.0 - 3.0	5.6 - 6.0 - 6.0	8.4 - 9.0 - 9.0	37 - 37 - 37	40 - 41 - 41	42 - 43 - 43

Besoins du pommier en azote au cours de l'année (source: INRA – travaux de Mme Huguet)

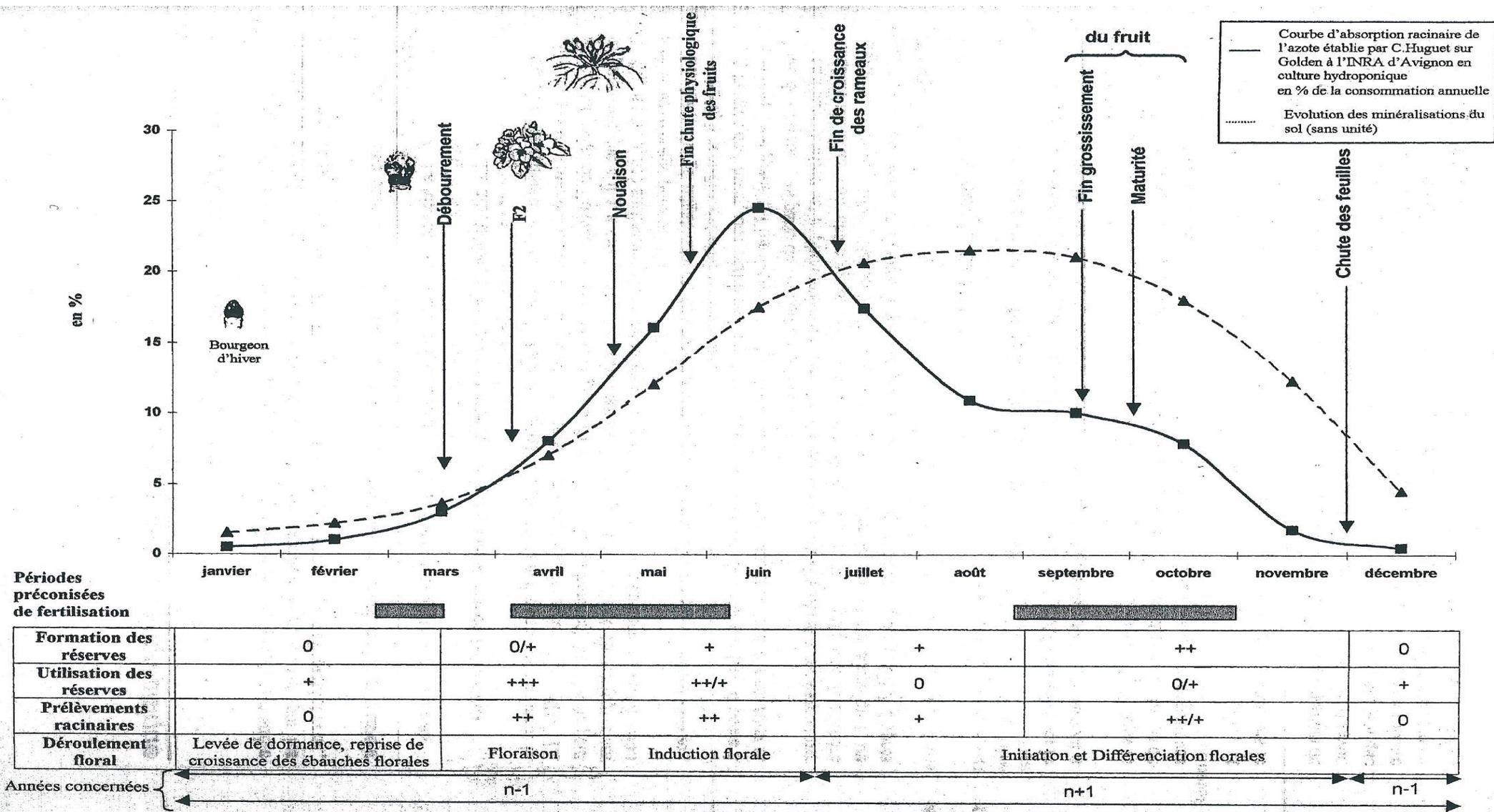


Figure 2 : Azote et physiologie de l'arbre

Calcul du solde mensuel et annuel de l'azote : apports moins besoins en azote

Solde = apports par la minéralisation + apports part les engrais – besoins des arbres

Bilan azoté (apports par les engrais et la minéralisation moins besoins de la plante) et analyses de sol

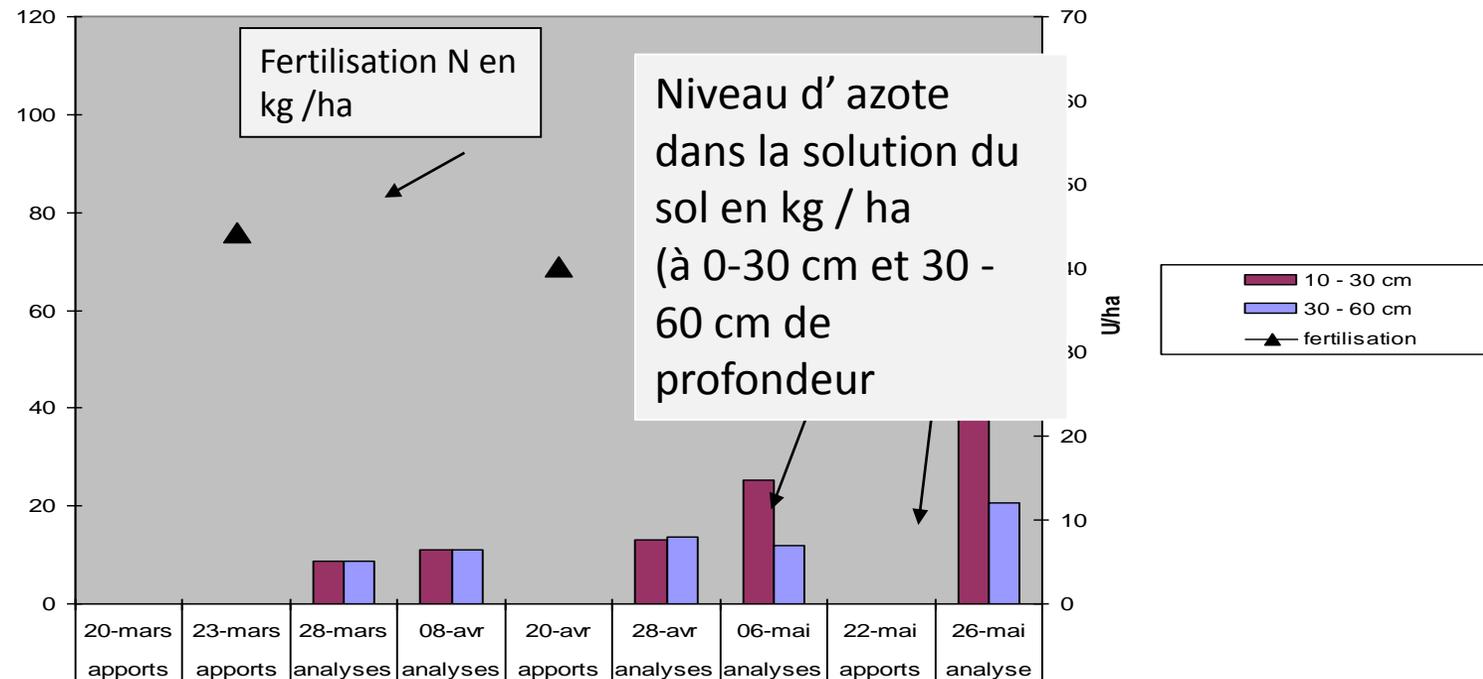
Parcelle	surface en ha	poids en tonnes*	rendement en tonnes /ha	besoin en kg de N / ha	Jan et Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre à Décembre	TOTAL annuel
analyses P1: 10 - 30 cm	2,097	172,821	80,0	96,0			31,6	18,9	9,9				
analyses P1 : 30 - 50 cm							14,1	13,4	8,1				
Minéralisation					3,06	2,00	2,38	2,89	3,42	3,66	3,66	9,25	30
apports par les engrais						67							67
Besoins					1,20	2,40	9,60	14,40	24,00	20,16	9,60	14,64	96,00
Soldes					1,86	66,60	-7,22	-11,51	-20,58	-16,50	-5,94	-5,39	1,32
Soldes cumulés					1,86	68,47	61,25	49,74	29,16	12,65	6,71	1,32	1,32

Gestion de la fertilisation : analyse de l'azote du sol et bilan

La mesure de l'azote au Nitracheck en ppm de NO₃ est transformée en quantité d'unités d'azote N à l'ha :
 = mesure au Nitracheck (NO₃ en ppm) * (100+taux humidité)/(100-taux humidité) * profondeur de l'horizon * Densité apparente du sol * % terre fine / 4,43 * 10



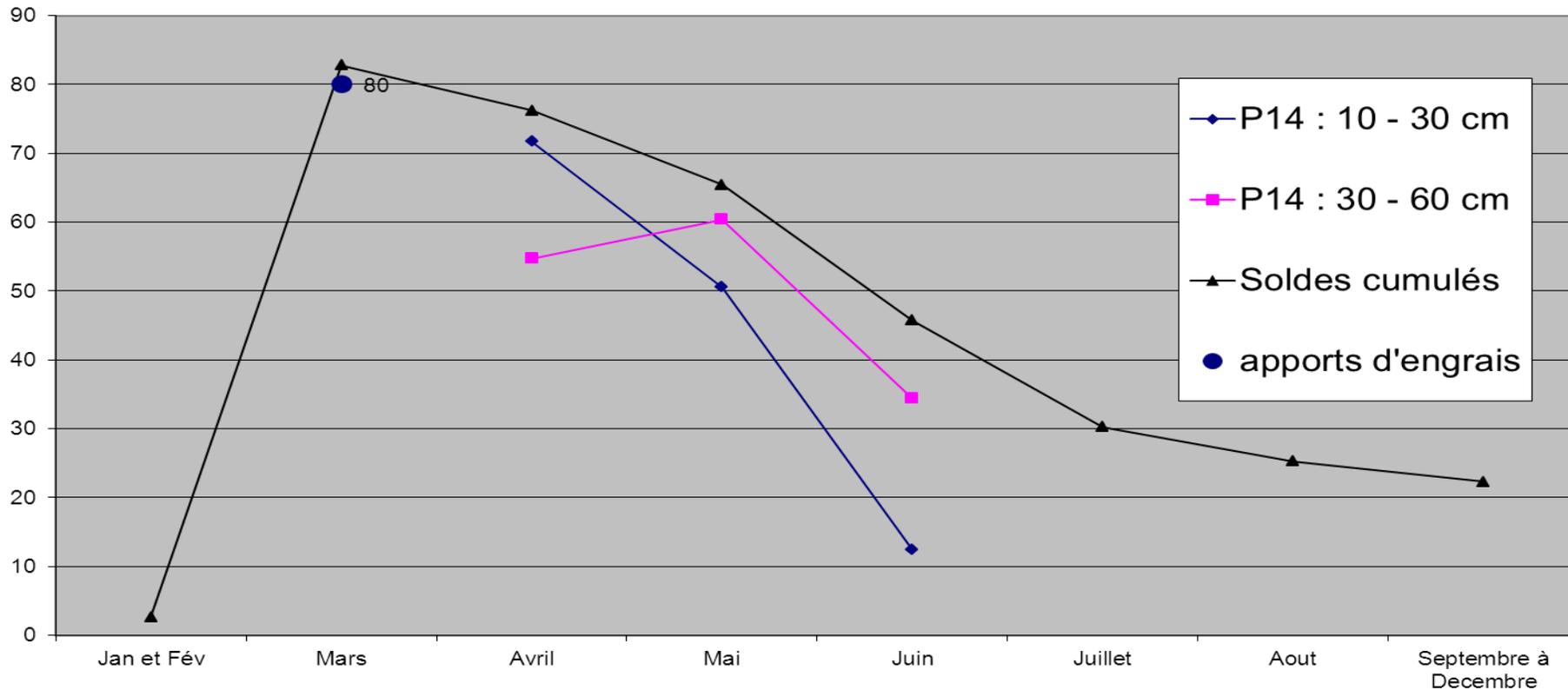
Nitracheck pour mesurer l'azote du sol en unités de NO₃ en ppm



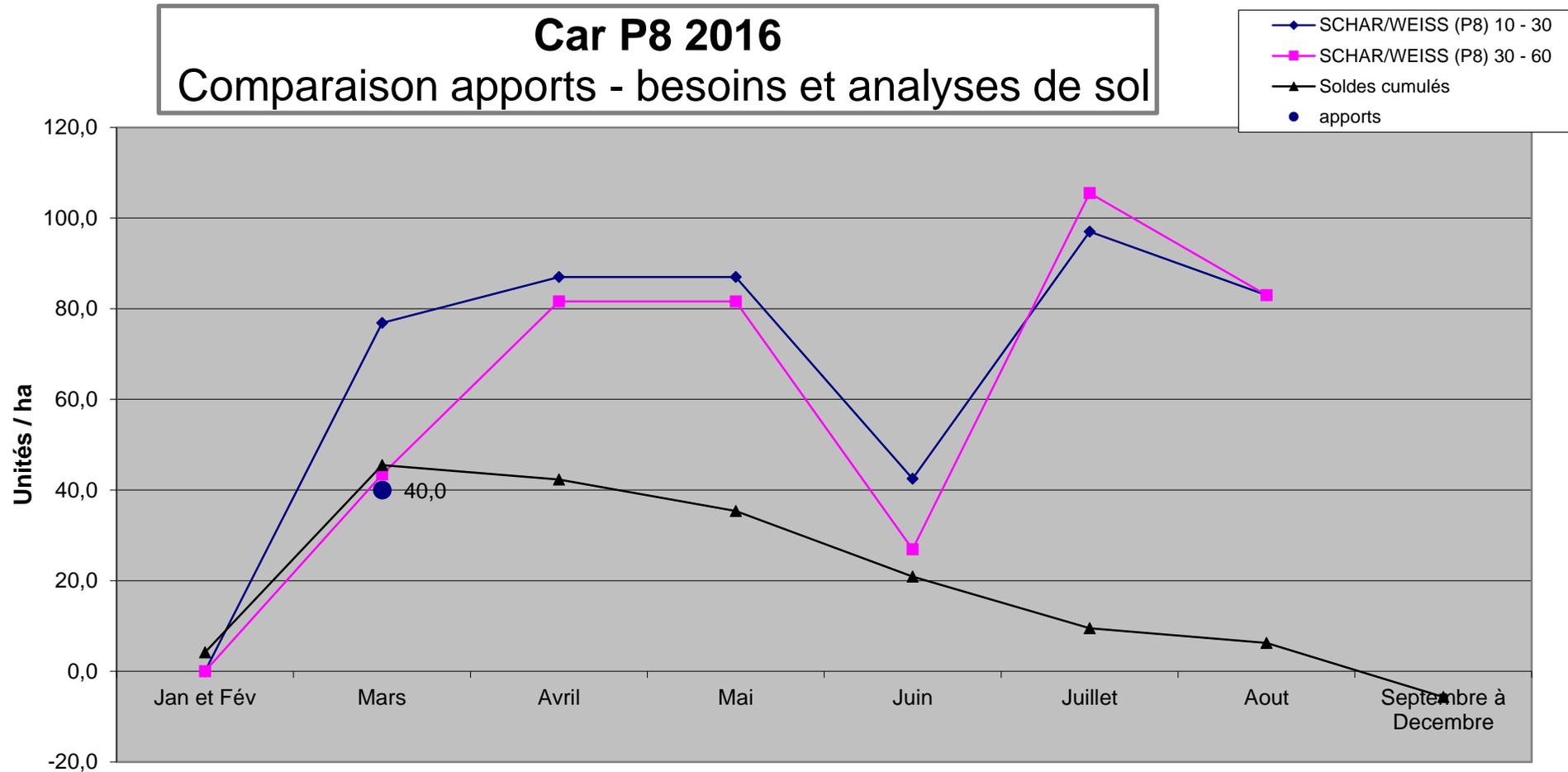
Evolution du niveau d'azote dans le sol et comparaison avec les besoins des arbres

Evolution de l'azote du sol à 30 et 60 cm de profondeur et comparaison avec le bilan théorique : exemple de deux parcelles

P 14 comparaison apports -besoins et analyses de sol



Le modèle théorique ne reflète pas la réalité de certaines parcelles: la minéralisation est plus importante que prévue dans le modèle théorique.
Effet d'un rabattement de nappe en juillet ?



Quelles recommandations pratiques pour la fertilisation avons nous tiré des résultats des analyses avec le Nitracheck ?

Quantité d'azote en équivalent de kg de N par hectare	Conseil agronomique de fertilisation (entre mars et mai)
Si moins de 20 unités de N (kg / ha) et verger peu vigoureux:	Apporter entre 30 a 60 unités de N selon le potentiel du verger
Si moins de 20 unités de N et verger vigoureux	Ne pas apporter d'N pour le moment
Entre 20 y 40 unités de N	Apporter un complément de N si le verger est peu vigoureux en fonction du potentiel de rendement du verger (30 unités de N/ha en fertilisation au sol et 10 unités /ha/semaine en goutte à goutte)
Si plus de 40 unités de N	Ne pas apporter de N pour le moment

Le raisonnement de la fumure phosphorique et potassique:
Utilisation du photomètre pour la mesure du phosphore et de la potasse dans la solution du sol



- Nous mesurons la disponibilité réelle du phosphore et de la potasse pour les arbres dans la solution du sol



Analyse de solution du sol - 2017

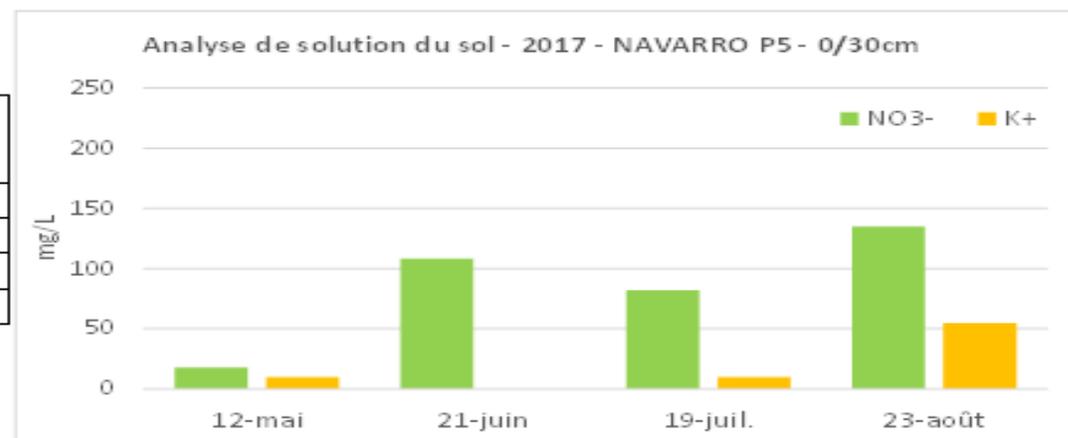
(extraction à l'eau)

NAVARRO

PARCELLE : NAVARRO P5 - 0/30cm

Date analyse	NO ₃ ⁻ (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Conducti- vité (μS)	pH
12/05/2017	18	3	10		
21/06/2017	108,5	20	<10	241	
19/07/2017	82	7,5	10	227	
23/08/2017	135	11,5	55	625	

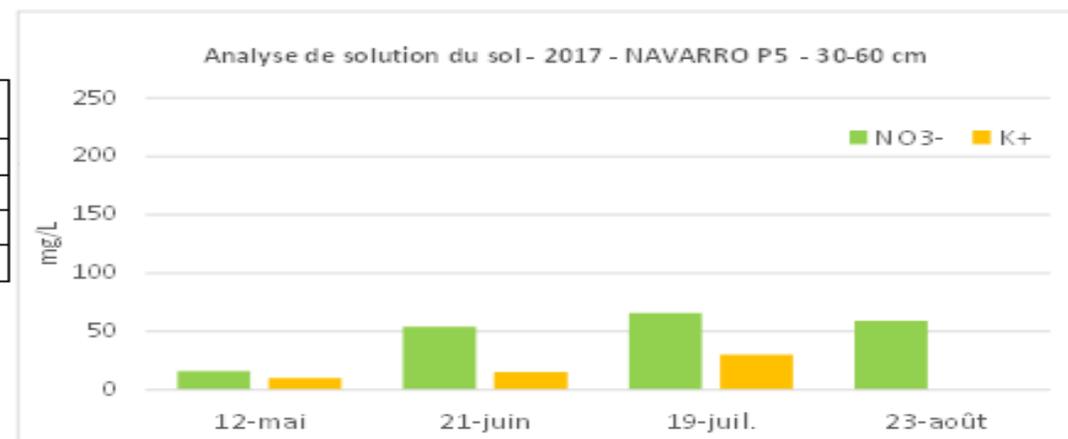
INTERPRETATION :



PARCELLE : NAVARRO P5 - 30-60 cm

Date analyse	NO ₃ ⁻ (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Conducti- vité (μS)	pH
12/05/2017	16	2,5	10		
21/06/2017	54	12,5	15	157	
19/07/2017	66	7	30	240	
23/08/2017	59	9,5	<10	525	

INTERPRETATION :



Interprétation (source: Agroressources) - données provisoires en cours de validation –données confidentielles

Éléments : mesure en ppm (= mg/L) pour 100 % de terre fine
Conductivité : mS/cm

Interprétation	Nitrate	Phosphore	Potassium	Conductivité
Faible				
Moyen				
Confortable				
Elevé				
Très élevé				

Les données chiffrées de ce tableau correspondent à des seuils provisoires et sont la copropriété de Agroressources ; nous ne pouvons pour l'instant les publier tel quel. Nous contacter si vous souhaitez des échanges à ce sujet.



Nécessité d'étudier
l'évolution dans le temps

- Importance du rapport N/K

En arboriculture :

- début de saison : $N/K > 1$
- avant récolte : $N/K < 1$

- Rapport N/P à développer

Résultats pratiques

- Exploitant : Navarro
- Parcelle : P5
 - Variété : Rosy Glow
 - Année plantation : 2010
 - Type d'irrigation : goutte à goutte, ferti irrig
 - Pas de BACTERIOSOL
 - Observations : Rendement prévisionnel 40 T/ha – a été chlorosé au printemps – pousses arrêtées

En unité fertilisante

	Produit	Composition	N	P	K
14/03	ammonitrate	33 %	50		
Juillet	Ammonitrate Apport total de 100 Kg/ha en 4 semaines	?			
Juillet	Nitrate de potasse Apport total de 200 Kg/ha En 4 semaines	13 – 0 – 46	26	0	92



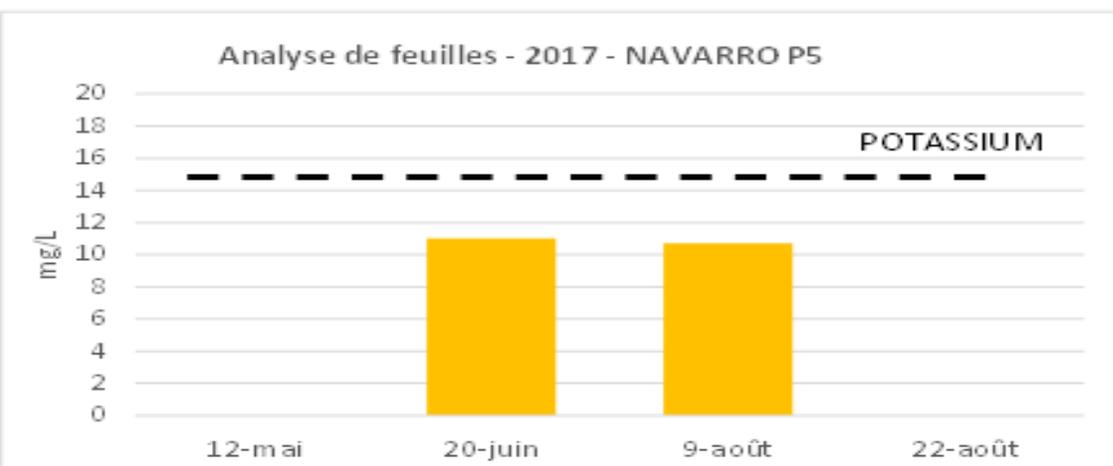
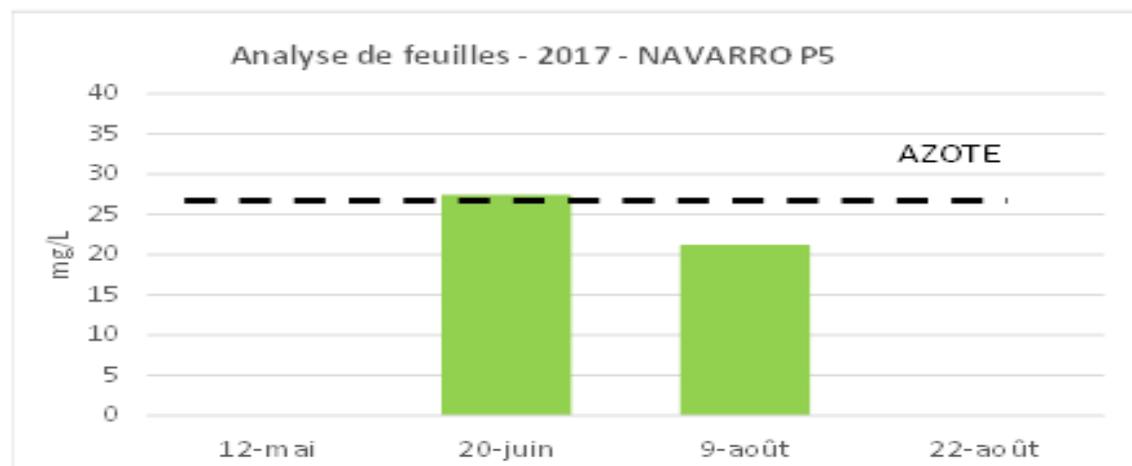
Analyse de feuilles - 2017

NAVARRO

PARCELLE : NAVARRO P5

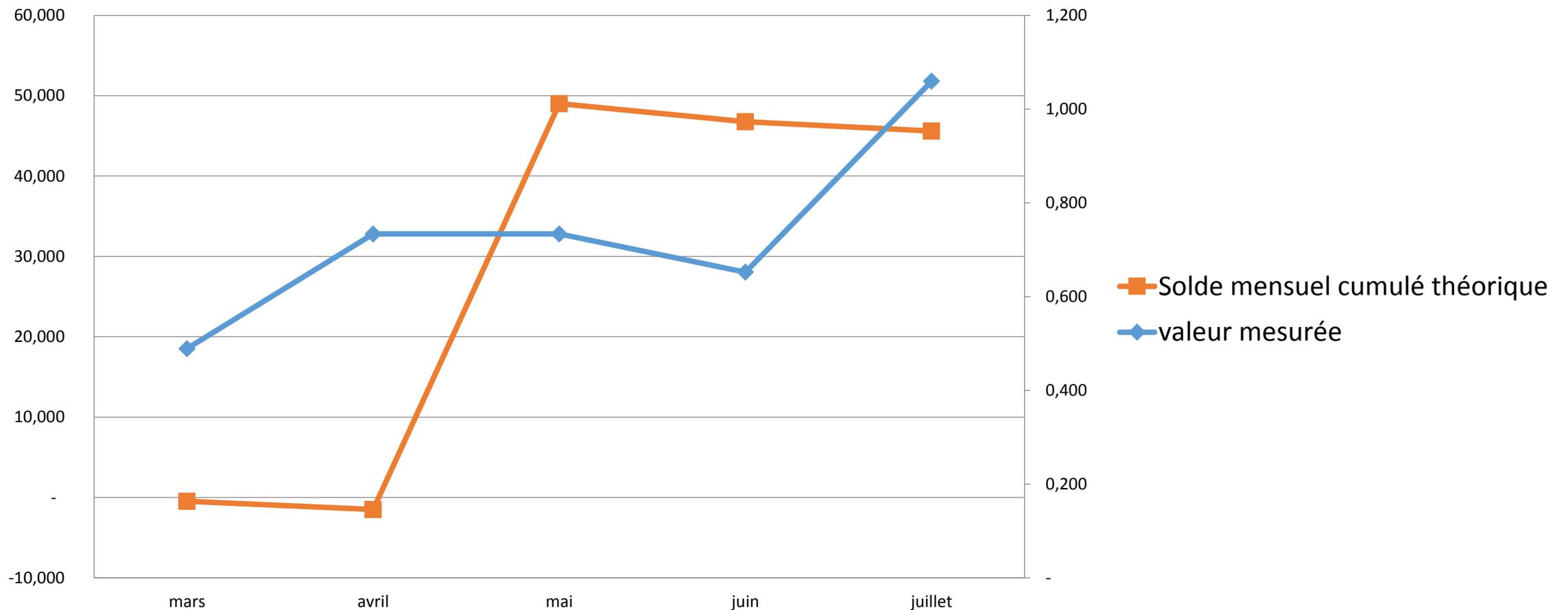
INTERPRETATION :

Date analyse	Azote	Phosphore	Potassium
12/05/2017			
20/06/2017	27,46	1,79	11,01
09/08/2017	21,2	1,33	10,7
22/08/2017			

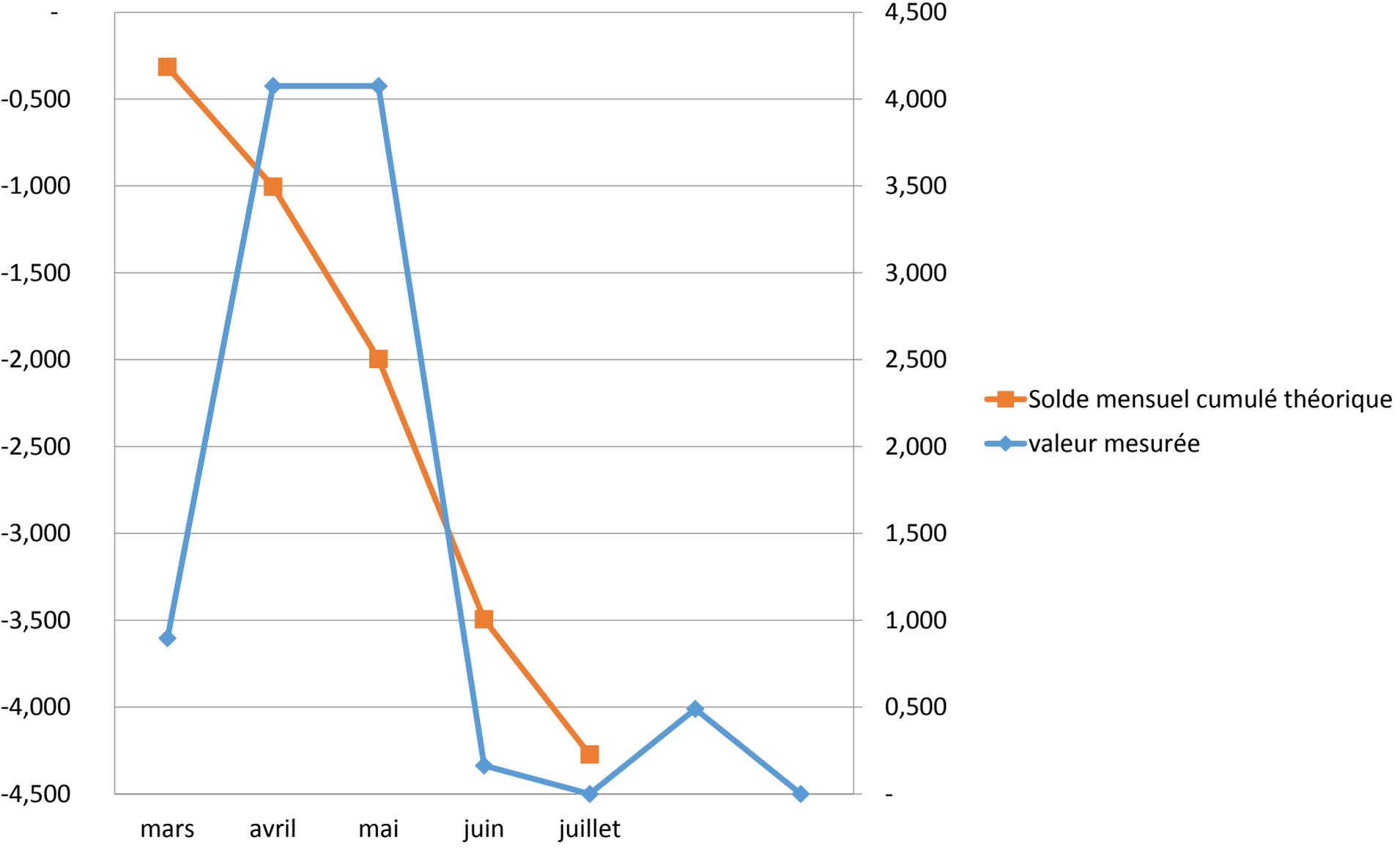


La comparaison des bilans mensuels cumulés apports – besoins des arbres pour P et K et la mesure des ces éléments disponibles dans la solutions du sol, n'est pas toujours satisfaisante.

Phosphore - Nou P5

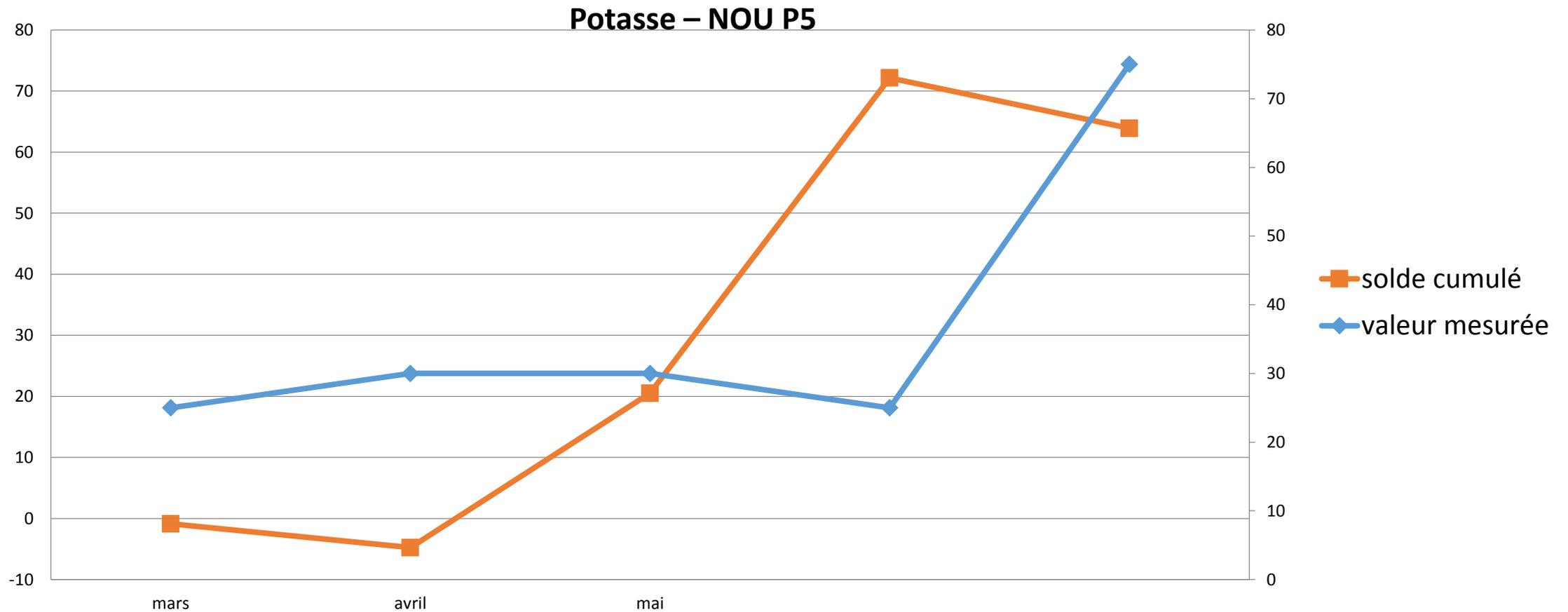


Phosphore – Wei P10

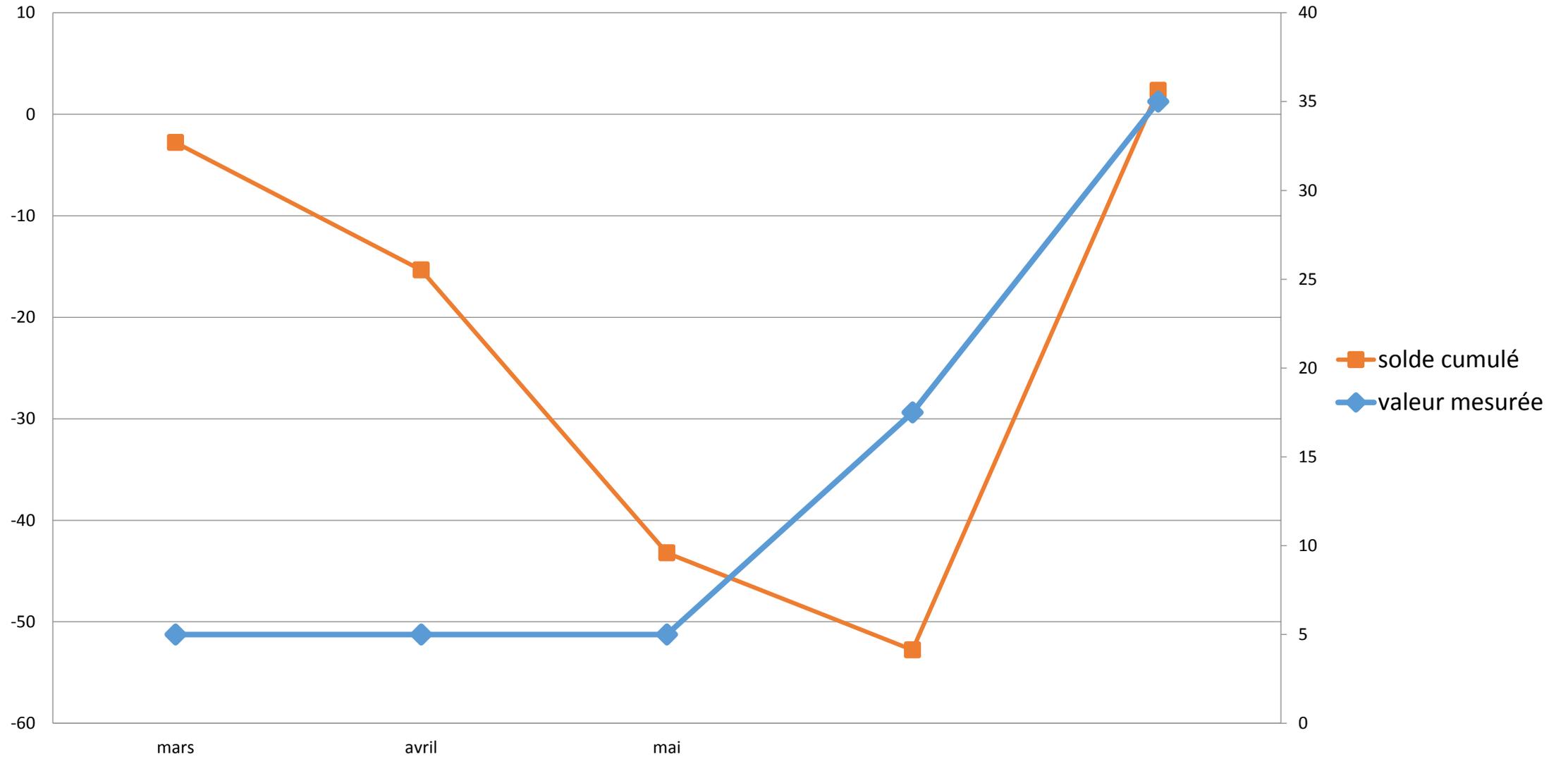


- **Pour le phosphore, les soldes cumulés mensuels (besoins – apports) et les mesures de la concentration de P dans la solution du sol avec le photomètre, ne sont pas toujours corrélées.**
- **On observe de bons coefficients de corrélation de ces deux séries de mesures, pour certaines parcelles (coefficients de 0,8 à 0,9)et très faibles pour d'autres, sans explications évidentes.**

Comparaison pour la potasse entre solde cumulés mensuels et K mesurée dans la solution du sol



Potasse - Nav P3



- **Pour la potasse les mesures du K disponibles par le photomètre sont corrélées avec les soldes cumulés mensuels théoriques pour certaines parcelles, et pas du tout pour d'autres, sans qu'on sache pourquoi : les coefficients de corrélation entre les deux séries de mesures varient pour le groupe de parcelles qui semblent cohérentes de 0,76 à 0,97 et pour d'autres groupes de parcelles ces mêmes coefficients de corrélation n'ont pas de valeurs significatives .**
- **Effet de l'irrigation ?**
- **Influence d'autres facteurs (structure du sol ?)**

Quelles conclusions tirer de ces suivis agronomiques ?

- Il y a besoin de mieux comprendre la dynamique de la minéralisation de l'azote sur certains types de sol (minéralisation non conforme aux modèles théoriques)
- Dans nos régions méditerranéennes, il faut apporter l'azote tôt en saison et ensuite c'est souvent inutile compte tenu des dynamiques de minéralisation fortes (d'où un risque de déséquilibre charge / vigueur au détriment de la qualité, mesuré par le rapport N /K)
- Il est nécessaire de cumuler des références pour l'interprétation des données des mesures de flux d'éléments disponibles en Phosphore et Potassium (via le photomètre ou d'autres mesures) afin de piloter la ferti-irrigation. Définition de seuils et de ratios critiques (N/K et N/P...)
- Influence des autres facteurs (irrigation, structure du sol,...) ?