

FICHE TECHNIQUE 13 : POMME DE TERRE

→ **Pour les départements de l'ex-région Auvergne :**

$$X = Pf + Rf - (Ri + Mh + Mhp + Mr + Mrci + Nirr + Xpro)$$

où :

X : apport d'azote sous forme d'engrais minéral de synthèse

Pf : quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan

Rf : quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan

Ri : quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (RSH)

Mh : minéralisation nette de l'humus du sol

Mhp : minéralisation nette due à un retournement de prairie

Mr : minéralisation nette des résidus de récolte

MrCI : minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire

Nirr : azote apporté par l'eau d'irrigation

Xpro : équivalent engrais minéral pour les engrais organiques

1. Calcul des besoins de la culture (Pf)

Tableau des besoins en azote de la pomme de terre consommation :

		Date de défanage								
		10 juil	20 juil	31 juil	10 août	20 août	31 août	10 sept	20 sept	30 sept
Date de plantation	21 mars	230	245	255	265	265	270	275	280	280
	1 avril	225	240	250	260	265	270	275	275	280
	11 avril	215	225	240	255	260	265	270	270	280
	21 avril	205	225	240	250	255	265	265	275	275
	1 mai	195	215	230	240	250	255	260	265	270
	11 mai	155	185	210	225	240	245	255	260	265
	21 mai	140	170	185	210	220	235	240	250	260
	1 juin	50	125	160	185	200	220	225	240	245

Tableau des besoins en azote de la pomme de terre chair ferme :

		Date de défanage								
		10 juil	20 juil	31 juil	10 août	20 août	31 août	10 sept	20 sept	30 sept
Date de plantation	21 mars	180	190	200	205	210	210	215	215	220
	1 avril	175	185	195	200	205	210	210	215	215
	11 avril	165	175	190	195	200	205	210	210	215
	21 avril	160	175	185	195	200	205	205	215	215
	1 mai	155	170	180	185	195	200	200	205	210
	11 mai	120	145	160	175	185	190	200	200	205
	21 mai	110	130	145	160	170	185	190	195	200
	1 juin	40	95	125	145	155	170	175	185	190

2. Détermination de la quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan (Rf)

Tableau des valeurs retenues pour estimer le terme Rf

Type de sols (cf. tableau fiche technique 21)	Reliquat post-récolte en kgN/ha
Alluvions	35
Argilo-calcaire moyen à profond	40
Argilo-calcaire superficiel	30
Argilo-sableux	35
Limons sableux hydromorphes	35
Sableux	35
Terres noires	50
Granitique	35
Volcanique	35

Rf =

3. Détermination de la quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (Ri)

En cas de mesure de reliquat réalisé sur la parcelle, les valeurs à prendre en compte sont les suivantes:

- cumul azote nitrique (NO₃⁻) exprimé en kg N/ha, mesuré sur l'ensemble des horizons prélevés,
- cumul azote ammoniacal (NH₄⁺) exprimé en kg N/ha, mesuré sur les 40 premiers cm (mesure 0-30 + 1/3 de la mesure 30-60 cm par exemple).

Rappel : Pour les reliquats d'azote minéral (N nitrique + N ammoniacal), l'analyse porte sur les trois premiers horizons (90 cm) ; cette profondeur sera réduite en cas d'obstacle à l'enracinement ou d'impossibilité de prélever plus profondément (sol caillouteux).

Cette mesure peut être utilisée pour les parcelles de l'exploitation qui sont dans une situation culturale comparable (nature et conduite du précédent, type de sol,...).

Lorsqu'une synthèse annuelle des Ri est publiée par un organisme reconnu, ces valeurs peuvent être utilisées en lieu et place des tableaux ci-dessous.

En l'absence de référence de valeur de reliquat azoté en sortie d'hiver, la valeur utilisée sera la moyenne des mesures réalisées dans des situations culturales comparables. Des données historiques départementales apparaissent ci-après :

Tableau des valeurs du département du Puy-de-Dôme (en kgN/ha) :

Précédent												
Type de Sol	Betterave sucrière	Céréales pailles enfouies	Céréales pailles enlevées	Colza	Tourne-sol	Maïs grain ou semence, sorgho	Maïs fourrage	Féverole, lupin	Luzerne, trèfle	Oignons, ail, échalotes, pommes de terre	Pois, soja, haricot, lentille	Moyenne sol
Alluvions	45	45	41	50	30	40	55	60	65	-	50	43
Argilo-calcaire moyen à profond	60	70	75	65	50	65	80	70	90	80	60	68
Argilo-calcaire superficiel	60	60	65	65	50	55	70	60	80	80	60	62
Argilo-sableux	50	45	55	60	45	45	55	60	80	-	55	51
Limons sableux	30	35	35	30	25	30	35	60	65	-	50	37

hydromorphes												
Sableux	25	35	35	30	25	25	30	50	55	-	50	39
Terres noires	65	70	75	65	60	65	80	70	90	80	60	71
Granitique	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40

REMARQUES : pour l'établissement du plan de fumure :

- Pour les parcelles conduites avec CINE à l'automne, le reliquat à prendre en compte doit être diminué de 20 kg/ha.
- Pour les précédents ne figurant pas dans le tableau, se référer à la valeur du reliquat moyen du type de sol (dernière colonne du tableau).
- Pour les parcelles ayant reçu un apport de fumier de ruminants à l'automne, le reliquat à prendre en compte doit être augmenté de 10 kgN / ha par rapport aux valeurs figurant dans ce tableau.

Tableau des valeurs du département de l'Allier (reliquats moyens en kgN/ha) :

Type de Sol	<i>Précédent pois, luzerne, trèfle, PT, PN</i>	<i>Précédent sorgho, maïs, tournesol</i>	<i>Précédent colza, céréales, betterave</i>	<i>Précédent autre</i>
Alluvions	55	50	55	53
Argilo-calcaire moyen à profond	90	75	90	85
Argilo-calcaire superficiel	70	65	70	68
Argilo-sableux	50	50	50	50
Limons sableux hydromorphes	50	50	50	50
Sableux	45	45	45	45
Terres noires	75	75	75	75
Granitique	50	45	50	48

Tableau des valeurs du département de la Haute-Loire (en kg N/ha) :

Type de sol	Précédent				
	<i>Légumineuses, PT, PN</i>	<i>Maïs fourrage, sorgho fourrage</i>	<i>Céréales, colza</i>	<i>Tournesol</i>	<i>Autre</i>
Alluvions	60	50	45	30	46
Argilo-calcaires superficiels	55	45	40	35	44
Sablo-limoneux	50	40	35	30	39
Granitique	40	35	30		35
Volcanique	55	45	40		47

Tableau des valeurs du département du Cantal (en kg N/ha) :

Secteur	<i>Précédent céréales</i>	<i>Précédent prairie</i>	<i>Précédent maïs</i>	<i>Précédent autre</i>
Allanche		30		30
Montsalvy-Saint-Mamet	30	40	30	33
Vieillespese	40	30		35

$$R_i = \boxed{}$$

4. Calcul de la minéralisation nette de l'humus du sol (Mh)

La valeur de Mh dépend en grande partie du taux de matière organique du sol. Pour déterminer la valeur de Mh, l'exploitant se réfère aux tableaux suivants :

Tableau de valeur de minéralisation de la MO du sol (en kgN/ha)

	Système avec résidus de récolte	
	Enfouis une fois sur deux et sans apport de MO	Régulièrement enlevés et avec apport de matière organique tous les 2 à 3 ans ou prairie dans la rotation
Alluvions	45	50
Argilo-calcaire moyen à profond	45	50
Argilo-calcaire superficiel	30	35
Argilo-sableux	40	55
Limons sableux hydromorphes	30	40
Sableux	35	40
Terres noires	55	65
Granitique	30	35
Volcanique	60	70

$$M_h = \boxed{}$$

5. Calcul de la minéralisation nette due à un retournement de prairie (Mhp)

Les valeurs du poste Mhp représentent le supplément de minéralisation pour la période d'établissement du bilan azoté prévisionnel de chaque culture, selon la saison du retournement et l'âge de la prairie au moment du retournement.

Tableau des valeurs retenues pour estimer le terme Mhp (en kg N/ha)

	Age de la prairie				
	< 18 mois	2-3 ans	4-5 ans	6-10 ans	> 10 ans
<i>Pour une destruction de printemps</i>					
1 ^{ère} culture après le retournement	20	60	100	120	140
2 ^{ème} culture après le retournement	0	0	25	35	40
<i>Pour une destruction d'automne</i>					
1 ^{ère} culture après retournement	10	30	50	60	70

Pour calculer le poste Mhp, il faut multiplier la valeur de Mhp lue dans le tableau ci-dessus par le coefficient correcteur correspondant au mode d'exploitation de la prairie du tableau ci-dessous.

Tableau des coefficients correcteurs pour la prise en compte du mode d'exploitation dans le calcul de Mhp

	Effet du mode d'exploitation	
	Graminées pures	Association graminées - légumineuses
Patûre intégrale	1,0	1,0
Fauche + patûre	0,7	1,0
Fauche intégrale	0,4	1,0

Minéralisation nette due à un retournement de prairies = Mhp =

6. Détermination de la minéralisation nette des résidus de récolte (Mr)

Tableau des valeurs retenues pour estimer le terme Mr

Précédent	Effet du précédent sur la minéralisation (u/ha)
Céréales pailles enfouies, maïs grain ou semence irrigué	- 20
Maïs grain ou semence en sec, ray grass dérobé, sorgho grain, tournesol	-10
Céréales pailles enlevées, maïs fourrage, méteil céréales dominantes, prairie**, sorgho fourrage, autre culture	0
Méteil protéagineux dominants	10
Jachère de crucifère, jachère de graminées	15
Betterave, colza, luzerne ou trèfle : retournement + 2 ans*, pois, soja, haricot, pomme de terre	20
Féverole, lupin, jachère de légumineuses	30
Luzerne ou trèfle : retournement + 1 an*	40

* : les luzernières ne sont pas considérées comme des prairies. Leur effet est à prendre en compte via le tableau ci-dessus. L'effet retournement est pris en compte les deux années suivant le retournement.

** : valeur qui tient compte du tableau pour estimer Mhp

Minéralisation nette des résidus de récolte = Mr =

7. Détermination de la minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (MrCI)

Tableau des valeurs de minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire (en kgN/ha)

	Production de la CI (tMS/ha)	Ouverture du bilan en sortie hiver		Ouverture du bilan en avril*	
		Destruction nov/déc	Destruction > janv	Destruction nov/déc	Destruction > janv
CRUCIFÈRES (moutarde, radis,...)	≤ 1	5	10	0	5
	2 (>1 et <3)	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
GRAMINÉES DE TYPE SEIGLE, AVOINE,...	≤ 1	0	5	0	0
	2 (>1 et <3)	5	10	0	5

	≥ 3	10	15	5	10
GRAMINÉES DE TYPE RAY-GRASS	≤ 1	5	10	0	5
	2 (>1 et <3)	10	15	5	10
	≥ 3	15	20	10	15
LÉGUMINEUSES**	≤ 1		20		10
	2 (>1 et <3)		30		20
	≥ 3		40		30
HYDROPHYLLACEES (Phacélie)	≤ 1	0	5	0	0
	2 (>1 et <3)	5	10	0	5
	≥ 3	10	15	5	10
MÉLANGE GRAMINÉES - LÉGUMINEUSES	≤ 1	5	13	3	5
	2 (>1 et <3)	13	20	5	13
	≥ 3	20	28	13	20
MÉLANGE CRUCIFÈRES - LÉGUMINEUSES	≤ 1	8	15	3	8
	2 (>1 et <3)	15	23	8	15
	≥ 3	23	30	15	23

* : date d'ouverture du bilan dans certains cas pour les cultures d'été (maïs, pomme de terre)

** : destruction possible à partir du 1^{er} mars dans les zones vulnérables d'Auvergne-Rhône-Alpes (PAR AuRA)

Source : brochure « cultures intermédiaires – Impacts et conduite », ARVALIS/CETIOM/ITB/ITL, août 2011 (chapitre 17)

Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire = MrCI =

8. Calcul de l'azote apporté par l'eau d'irrigation (Nirr)

La teneur en nitrates de l'eau d'irrigation doit être connue par l'exploitant (arrêté du 19 décembre 2011) soit :

- par une analyse réalisée par l'agriculteur (prestataire privé ou au moyen d'un appareil de mesure) datant de moins de 4 ans,
- dans le cadre d'une campagne réalisée par un organisme local à renouveler tous les 4 ans.

Pour les agriculteurs irriguant à partir d'une prise d'eau superficielle dans un cours d'eau et si cette ressource est intégrée à un réseau de suivi qualité géré par les agences de l'eau, ce dernier n'est pas tenu de faire réaliser une analyse. Il pourra utiliser les résultats disponibles sur internet.

Le tableau suivant permet de faire la correspondance entre la hauteur d'eau apportée et le nombre d'unités d'azote correspondant, sur la base du calcul :

$$\mathbf{Nirr = V \times C / 443}$$

Avec V : quantité d'eau apportée en mm annuellement

C : concentration en nitrates de l'eau d'irrigation (mg NO₃⁻/L)

Irrigation (en mm)	Concentration en nitrates dans l'eau (en mg/l)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
20	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5
40	1	2	3	4	5	5	6	7	8	9
60	1	3	4	5	7	8	9	11	12	14
80	2	4	5	7	9	11	13	14	16	18
100	2	5	7	9	11	14	16	18	20	23
120	3	5	8	11	14	16	19	22	24	27
140	3	6	9	13	16	19	22	25	28	32
160	4	7	11	14	18	22	25	29	33	36
180	4	8	12	16	20	24	28	33	37	41
200	5	9	14	18	23	27	32	36	41	45

Tableau de la quantité d'azote apportée par l'eau d'irrigation (en kg d'N par ha)

Azote apporté par l'eau d'irrigation = N_{irr} =

9. Calcul de l'azote disponible pour la culture sous forme minérale apporté par un PRO (X_{pro})

X_{pro} = quantité PRO épandue (t MB/ha ou m³ MB/ha) x teneur N PRO (kg/t MB ou kg/m³ MB) x K_{éq}

A défaut d'analyse de la teneur en azote des effluents organiques de l'exploitation, les teneurs de référence pour chaque type d'effluents sont définies dans la fiche technique 19. Les coefficients d'équivalence K_{éq} sont définis dans la fiche technique 19.

X_{pro} = teneur x K_{éq} x quantité épandue =

Calcul de l'apport minéral en engrais de synthèse = X

Rappel de l'équation retenue pour l'ex-région :

$$X = Pf + Rf - (Ri + Mh + Mhp + Mr + MrCI + N_{irr} + X_{pro})$$

→ Pour les départements de l'ex-région Rhône-Alpes :

La dose d'azote apportée ne doit pas dépasser la valeur donnée par la formule ci-dessous :

$$X \leq \text{Dose plafond} - X_{pro} - N_{irr}$$

où :

N_{irr} : azote apporté par l'eau d'irrigation

X_{pro} : pour un PRO apporté durant la campagne, azote disponible pour la culture sous forme minérale durant tout son cycle de développement

Classification des antécédents cultureux

La notion d'antécédent cultural combine un effet lié au précédent et un effet lié aux pratiques de fertilisation antérieures.

Antécédents pauvres	Antécédents moyens	Antécédents riches
Céréales	Pomme de terre (récoltée en mai ou juin)	Chou-fleur d'hiver
Couvert végétal	Chou et brocolis récoltés à l'automne	Haricot
Ray Grass Italien	Artichaut	Brocolis et chou-fleur récoltés au printemps
Sol nu	Carotte	Choux dégradés
Oignon Poireau	Epinard	
Echalote	Pois	
Endive	Chou pommé (faible taux de récolte)	
Céleri	Couvert après précédent riche	
Salade	Echalote (avec plastique)	
Pomme de terre récoltée en automne	Poireau feuilles laissées au champ	
Chou pommé (fort taux de récolte)	Chou non dégradé	
Drageon		
Poireau feuilles exportées		
Betterave		

En cas d'apport régulier de matière organique pour une culture d'été et/ou d'automne (20 à 30 t/ha de fumier, 10 à 20 t/ha de compost) :

- un antécédent pauvre devient un antécédent moyen
- un antécédent moyen devient un antécédent riche.

1. Détermination de la dose plafond

Tableaux des doses plafonds

Cultures	Rendement brut indicatif en t/ha	Doses plafonds (en kg N efficace / ha)		
		Antécédent cultural pauvre	Antécédent cultural moyen	Antécédent cultural riche
Pommes de terre primeur	35-55	180	160	150
Pommes de terre consommation		210	200	180

Source : Arvalis

$$Dose\ plafond = \boxed{}$$

2. Calcul de l'azote disponible pour la culture sous forme minérale apporté par un PRO (Xpro)

$X_{pro} = \text{quantité PRO épanchée (t MB/ha ou m}^3 \text{ MB/ha)} \times \text{teneur N PRO (kg/t MB ou kg/m}^3 \text{ MB)} \times K_{éq}$

A défaut d'analyse de la teneur en azote des effluents organiques de l'exploitation, les teneurs de référence pour chaque type d'effluents sont définies dans la fiche technique 19. Les coefficients d'équivalence $K_{éq}$ sont définies dans la fiche technique 19.

$$X_{pro} = \text{teneur} \times K_{\text{eq}} \times \text{quantité épandue} = \boxed{}$$

3. Calcul de l'azote apporté par l'eau d'irrigation (Nirr)

La teneur en nitrates de l'eau d'irrigation doit être connue par l'exploitant (arrêté du 19 décembre 2011) soit :

- par une analyse réalisée par l'agriculteur (prestataire privé ou au moyen d'un appareil de mesure) datant de moins de 2 ans,
- dans le cadre d'une campagne réalisée par un organisme local à renouveler tous les 4 ans.

Pour les agriculteurs irriguant à partir d'une prise d'eau superficielle dans un cours d'eau et si cette ressource est intégrée à un réseau de suivi qualité géré par les agences de l'eau, ce dernier n'est pas tenu de faire réaliser une analyse. Il pourra utiliser les résultats disponibles sur internet.

Le tableau suivant permet de faire la correspondance entre la hauteur d'eau apportée et le nombre d'unités d'azote correspondant, sur la base du calcul :

$$Nirr = V \times C / 443$$

Avec V : quantité d'eau apportée en mm annuellement

C : concentration en nitrates de l'eau d'irrigation (mg NO₃⁻/L)

Tableau de la quantité d'azote apportée par l'eau d'irrigation (en kg d'N par ha)

Irrigation (en mm)	Concentration en nitrates dans l'eau (en mg/l)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
20	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5
40	1	2	3	4	5	5	6	7	8	9
60	1	3	4	5	7	8	9	11	12	14
80	2	4	5	7	9	11	13	14	16	18
100	2	5	7	9	11	14	16	18	20	23
120	3	5	8	11	14	16	19	22	24	27
140	3	6	9	13	16	19	22	25	28	32
160	4	7	11	14	18	22	25	29	33	36
180	4	8	12	16	20	24	28	33	37	41
200	5	9	14	18	23	27	32	36	41	45

$$\text{Azote apporté par l'eau d'irrigation} = Nirr = \boxed{}$$