

# Protocole expérimental : Valorisation de l'urine au Domaine de la Jasse

*Étude scientifique sur l'utilisation de l'urine et de  
sous-produits de l'urine en plein champs*



Institut  
Européen des  
Membranes



Rédacteur : MOLLE Geoffrey - Ecosec  
Date de rédaction : 20/07/2018

SCOP ECOSEC

111, Avenue du Faubourg Boutonnet  
34 090 MONTPELLIER

# Table des matières

<b>1.</b>	<b>Données de départ.....</b>	<b>1</b>
1-a.	La vigne : Cépage Merlot.....	1
1-c.	La parcelle : Le Plantier.....	1
1-d.	Objectifs de l'expérimentation.....	1
1-b.	Le système d'irrigation : Tuyau Goutte à Goutte.....	1
<b>2.</b>	<b>Matériel d'expérimentation.....</b>	<b>2</b>
<b>3.</b>	<b>Configuration du système d'injection.....</b>	<b>3</b>
<b>4.</b>	<b>Produits fertilisants utilisés.....</b>	<b>4</b>
4-a.	Apports réellement prévus.....	4
4-b.	Calcul des apports de produits fertilisants.....	5
<b>5.</b>	<b>Protocole.....</b>	<b>7</b>
5-a.	Préambule.....	7
5-b.	Préparation des lignes d'irrigation.....	7
5-c.	Méthodologie de prélèvement de sol.....	8
5-d.	Planification des prélèvements sur l'année 2018.....	8
5-e.	Méthodologie d'irrigation et de fertigation .....	9
5-f.	Méthodologie d'épandage de fertilisant : struvite.....	10



# 1. Données de départ

Pour rappel, voici les données sur lesquels sont basés les calculs et réflexions en lien avec la fertigation par un système Goutte à Goutte (GàG). Ce système est mis à disposition par le Domaine de la Jasse sur une de leurs parcelles viticoles (Plantier).

## 1-a. La vigne : Cépage Merlot

- Longueur de ligne : 90 m
- Largeur des 15 lignes : 35 m
- Espacement inter-rang : 2,5 m
- Écartement des pieds de vignes : 90 cm
- Nombre de pieds de vignes par ligne : 100
- Parcelle exploitée (sur les 15 lignes) : 3150 m<sup>2</sup>
- Surface d'un traitement (3 lignes) : 675 m<sup>2</sup>



Figure 1 : Traitement contre le Mildiou au domaine



Figure 2 : Parcelle expérimentale Plantier



Figure 3 : Épandage de l'urine



Figure 4 : Système d'injection sur la parcelle

## 1-b. Le système d'irrigation : Tuyau Goutte à Goutte

- Type de GàG : incorporé au tuyau PE
- Diamètre nominal : DN16
- Débit théorique des GàG : 2,3 L/h auto-régulant
- Espacement des GàG : 1m
- Hauteur sol / GàG : 30 cm
- GàG par ligne : 90

## 1-c. La parcelle : Le Plantier

- La surface correspond à environ 1/10ème de la surface totale «Plantier» (voir encadré noir).
- La pente imite un dôme (pente ascendante à l'Ouest et descendante à l'Est).
- Le sol est principalement argileux et qualifié de « fertile avec une bonne réserve hydrique » (résultat provenant de l'étude de sol faite en 2010 sur la fosse n°5).



Figure 5 : Vue satellite du Domaine de la Jasse

## 1-d. Objectifs de l'expérimentation

- Étude de l'impact de la fertigation à l'urine sur le colmatage du système d'irrigation goutte à goutte 2018 en comparaison avec une fertilisation à l'Aurin ou à un autre engrais minéral classique.
- Étude du comportement du sol (NaCl, NPK) par traitement en début et fin des expérimentations 2018.
- Étude d'impact de la fertigation à l'urine sur la plante et sa production 2018.

## 2. Matériel d'expérimentation

La liste ci-dessous comprend la totalité du matériel utilisé au cours des expérimentations et les prélèvements d'échantillons / de données. Certains éléments tels que la tarière ou les seaux servant aux mesures de débits appartiennent à l'IRSTEA.

### •Système d'injection et fertigation

- 1 Manchon de raccordement Plasson
- 1 CPC 1/2" sur DN 50
- 3 CPC 3/4" sur DN50
- 2 Tube 3ML DN 50 PEHD
- 3 Coude 90° 50x50 Plasson
- 1 TE 90° taraudé 1"1/2 Plasson
- 1 Mamelon réduit 1"1/2x1"
- 1 Raccord mâle 1"1/2 Plasson
- 1 Raccord femelle 1"1/4 Plasson
- 1 Raccord réduit M/F 1"1/4x1"
- 1 Union droite F/F 1"
- 1 Filtre ARKAL 1" 130µ
- 1 Raccord express laiton 1"
- 1 Testeur électronique COMBO pH / Sel / Température Hanna
- 2 Flacon de solution de calibration pH7 - 4
- 1 Flacon de solution d'hivernage pour Testeur
- 3 Vanne F/F 1"1/2
- 1 Compteur d'eau 1" 5m<sup>3</sup>/h + raccord
- 3 Jonction PAL CAN D16
- 1 PE JETTUBE MICRO DN16 x1,2 couronne de 25ML
- 1 Raccord express laiton 1"+JT
- 1 Embout PAL CAN D16 3/4"
- 1 Mamelon réduit laiton 1/2" -1/4"
- 1 Manomètre Axial INX 16b D63 1/4P Glycérine



Figure 6 : Système d'injection lors de sa conception



Figure 7 : Système d'injection des produits

### •Échantillonnage de sol

- 1 Tarière pouvant prélever à 60 cm
- 2 caisses plastiques pour homogénéisation des échantillons
- 4 flacons d'analyses étiquetés pour l'horizon 0-30 cm
- 4 flacons d'analyses étiquetés pour l'horizon 30-60 cm
- 1 barre à mine de minimum 1 mètre



Figure 8 : Prélèvement de sol

### •Transport et stockage

- 2 bidons plastique d'urine
- 1 tonne à eau transparente
- 8 Mètres tube souple DN40
- 1 Pompe thermique
- 4 Colliers métalliques



Figure 9 : Stockage de l'urine avant épandage

### •Suivi de débit

- 8 petits seaux sans hanse
- 1 balance : précision au gramme
- 1 chronomètre
- 1 machine DYMO LetraTag portable



Figure 10 : Mesure de débit

### 3. Configuration du système d'injection

Cette parcelle Plantier (représentée ci-contre) est constituée de 15 lignes couvrant une surface de 3150 m<sup>2</sup>, nous avons fait le choix de la diviser en 5 sections appelées « traitement ». Chacun de ces traitements comporte donc 3 lignes de vignes et couvre une surface de 675 m<sup>2</sup>.

Les 5 traitements sont :

- L'Aurin : produit suisse (société Eawag) provenant de l'urine
- L'eau claire : eau classique nous servant de référence
- Urine 1 : fertilisant d'Ecosec (tapis incliné écodomeo)
- Struvite : fertilisant d'Ecosec (précipité de l'urine)
- Urine : fertilisant d'Ecosec pour doublon des résultats

Sur ce premier schéma sont représentés les lignes et les prélèvements de sol collectés le 28/06/2018.

Le second schéma représente le montage d'Ecosec afin de pouvoir injecter les traitements dans le GàG et procéder à l'irrigation.

Ce système comporte 5 éléments importants :

- Manomètre : servant d'information sur la pression
- Cuve de fertilisation : permet d'introduire les fertilisants
- Filtre disque 130 micromètre : filtre les eaux (MES)
- Compteur de débit : permet de savoir ce qu'il se passe au GàG
- Vannes : servant à choisir les éléments alimentés

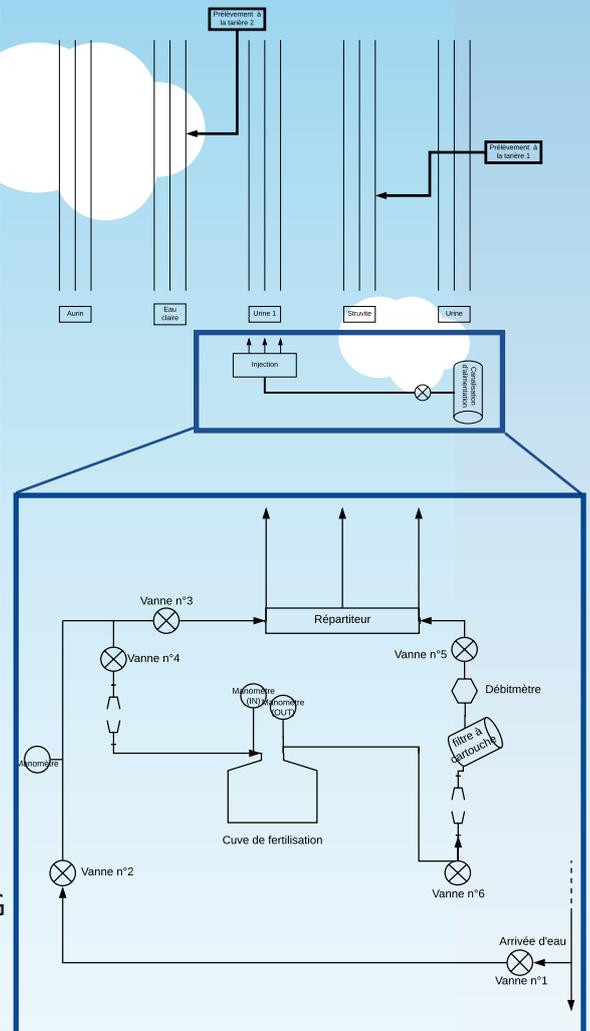


Figure 11 : Schéma de la configuration des lignes (en haut) ainsi que le schéma de la configuration du système d'injection



Figure 12 : Ligne de goutteurs auto-régulants



Figure 13 : Parcelle expérimentale Plantier



Figure 14 : Canalisation d'arrivée d'eau

## 4. Produits fertilisants utilisés

Nous avons choisi de nous baser sur l'élément azote (N) pour nos calculs d'apports en nutriments, excepté pour l'apport en struvite qui, quant à lui, est basé sur le phosphore (P). Les résultats présentés ci-dessous proviennent, soit d'analyses en laboratoire (urine, struvite), soit de produits stables (engrais chimique, Aurin).

Engrais Chimique	Apport correspondant		Par traitement
Nitrate de Magnésium 11.0.0/15 100 kg / Ha	N	11	0,743
	P	0	0,000
	K	0	0,000
	MgO	15	1,013
	Mg	9,04	0,611
Nitrate de Potassium 13.0.46 100 kg / Ha	N	13	0,878
	P	0	0,000
	K (K2O)	46	3,105
	K	38,17	2,576
MAP 12.61.0 25 kg / Ha	N	12	0,203
	P (P2O5)	61	1,029
	P	26,63	0,449
	K	0	0,000
Urée (Nouaison) 46.0.0 40 kg / Ha	N	46	1,242
	P	0	0,000
	K	0	0,000

Voici la composition NPK/Mg des produits fertilisants normalement utilisés par le Domaine de la Jasse.

Ils décomposent habituellement leur fertilisation en deux périodes distinctes :

- 1er apport en Mai **en vert**
- 2nd apport en Juillet **en bleu**

Ces apports ont été radicalement modifiés pour des raisons principalement météorologiques. Les précipitations de 2018 n'ont laissé aucun répit entre début Avril et fin Juin 2018, le Domaine de la Jasse constatant l'excès d'eau, n'a pas pu fertiliser leurs sols dans de bonnes conditions (risque de lessivage vers la rivière des fertilisants liquides).

### 4-a. Apports réellement prévus

Besoin à l'hectare		Dose Nutriments	
Nutrifix N-P 10.20.0 Masse/Hectare	N	10	
	P	20	
	K	0	
	Nutriments	N	10
		P	20
		K	0
		Mg	0

Le Domaine de la Jasse a décidé de modifier fondamentalement leurs apports pour arriver à une quantité de fertilisant (Nutrifix N-P) de 10 kg/ha, apporté en une fois (vendredi 29/06 au matin).

L'application de cette faible quantité de solution nutritive ne permet pas d'acquiescer des résultats exploitables.

Besoin à l'hectare		Dose Nutriments	
Nutrifix N-P 10.20.0 Masse/Hectare	N	10	
	P	20	
	K	0	
	Nutriments	N	10
		P	20
		K	0
		Mg	0

Pour cette raison nous avons choisi de multiplier par un facteur 10 les apports, et donc de nous baser sur un apport de 100 kg de Nutrifix à l'hectare.

Les apports se sont donc basés sur les valeurs de **10 kg de N/ha** et de **20 kg de P/ha**.

## 4-b. Calcul des apports de produits fertilisants

### • Urine :

Volume total initialement prévu pour 2018 : 720 litres / 675 m<sup>2</sup> (428L en Mai puis 292 L en Juillet 2018).

Volume réellement épandu en 2018 :

(Date d'épandage : du 28/06 au 04/07)

Ligne Urine : 33.75 Litres / 675 m<sup>2</sup>

Ligne Urine 1 : 33.75 Litres / 675 m<sup>2</sup>

L'urine provient d'un événement ponctuel (festival de la BAF) sur Montpellier le 07/04/2018. Elle a été récoltée à l'aide de 6 urinoirs et de 2 cabines de toilettes sèches séparatives installées par Ecosec (MADA compact équipé de tapis inclinés Ecodoméo). L'urine est stockée dans une tonne à eau translucide et suivie en pathogènes juste avant l'épandage.

(Voir tableau à gauche en bas de page)



Figure 15 : Remplissage à l'urine

### • Struvite :

Masse totale initialement prévue pour 2018 : 3,94 kg, apportés en une fois, prévu en Mai 2018 (apport basé sur le phosphore).

Masse réellement épandue en 2018 :

(Date d'épandage : du 28/06 au 04/07)

Ligne Struvite : 1,35 kg / 675 m<sup>2</sup> (soit 5 g par GàG)

Elle provient de la station d'épuration de Castres, gérée par la Castraise des Eaux et la société Naskéo.

Nous avons choisi de nous baser sur le phosphore afin de ne pas surcharger les lignes en élément phosphore (P).

(Voir tableau au milieu en bas de page)



Figure 16 : Préparation des quantités de struvite

### • Aurin :

Volume total épandu en 2018 : 73 litres sur l'année (43 L en Mai puis 30 L en Juillet 2018).

Volume réellement épandu en 2018 :

(Date d'épandage : du 28/06 au 04/07)

Ligne Aurin : 3,510 L / 675 m<sup>2</sup>

L'Aurin est produit par l'entreprise Suisse Eawag et provient de la distillation, suivie de la nitrification de l'urine humaine. Il est depuis 2018 autorisé en production d'agriculture alimentaire humaine.

(Voir tableau à droite en bas de page)



Figure 17 : Produit Aurin du groupe Suisse Eawag

Urine Ecosec	
Composition	
Total N (mg/L)	4257
DCO	3600
COT (mgC/L)	
IC (mgC/L)	
SO42- (mg/L)	231
S (mg/L)	77
PO43- (mg/L)	471
P (mg/L)	154
Ca2+ (mg/L)	34
Mg2+ (mg/L)	2
Na+ (mg/L)	892
K+ (mg/L)	733
Cl- (mg/L)	1524

Figure 18 : Concentration de l'urine

Aurin		
Composition %		mg/L
Total N	4,2	42000
COT (mgC/L)	0,1	1000
P2O5	0,4	4000
P	0,175	1750
K2O	1,8	18000
K	1,494	14940

Figure 19 : Concentration de l'Aurin

Struvite Naskéo		
Composition		mg/L
Total N	0,049	49000
P	0,114	114000
K2O	0,0016	16000
K	0,001	1000
MgO	0,017	17000
Mg	0,010	10000

Figure 20 : Concentration de la struvite

• Complément en engrais conventionnel

Afin de se rapprocher au mieux des besoins de la vigne, nous complétons les déficits à l'aide d'engrais minéraux liquides seulement sur les éléments les plus importants pour la plante (N-P-K).

Le complément s'effectue avec des engrais du même type que ceux utilisés par le Domaine de la Jasse :

Nous n'avons donc pas pu utiliser : Nitrate de Potassium : 13.0.46/0  
 MAP : 16.61.0/0  
 Urée : 46.0.0/0

Le Domaine de la Jasse a choisi de fertiliser uniquement par l'ajout de **Nutrifix N-P (10.20.0/0)**, afin de coller aux pratiques du vigneron, nous avons utilisé ce produit sur chacun des traitements.



Figure 21 : Produit fertilisant Nutrifix N-P

Après équilibrage en fonction des apports, nous avons conclu les quantités suivantes de produits à épandre et leurs besoins/excès associés :

Sur la parcelle de 675m <sup>2</sup>	
Urine (l)	33,750
Nutrifix N-P (kg)	5,738

Excès en éléments Azote (N) : 0.628 kg/ha  
 Besoin en éléments Phosphore (P) : 2.923 kg/ha  
 Excès en éléments Potassium (K) : 0.366 kg/ha

Sur la parcelle de 675m <sup>2</sup>	
Struvite (kg)	1,350
Nutrifix N-P (kg)	5,940

Excès en éléments Azote (N) : 0.220 kg/ha  
 Besoin en éléments Phosphore (P) : 0.120 kg/ha  
 Excès en éléments Potassium (K) : 0.200 kg/ha

Sur la parcelle de 675m <sup>2</sup>	
Aurin (l)	3,510
Nutrifix N-P (kg)	5,805

Excès en éléments Azote (N) : 0.784 kg/ha  
 Besoin en éléments Phosphore (P) : 2.709 kg/ha  
 Excès en éléments Potassium (K) : 0.777 kg/ha



Figure 22 : Bidon d'urine (blanc) et d'Aurin (bleu)



Figure 23 : Parcelle irriguée à l'Aurin



Figure 24 : Cuve de fertilisation en vidange

## 5. Protocole

### 5-a. Préambule

-L'intégralité des mesures, opérations ou éventuelles remarques doivent obligatoirement être notées sur la feuille nommée « A-2d : Tableau de suivi des expérimentations » qui sert de tableau de bord et permettra de garder la trace des diverses actions/remarques.

-Les prélèvements de sol initiaux (28/06/2018) ne proviendront que de deux trous. En effet, nous partons du principe que la parcelle est suffisamment homogène pour ne pas avoir besoin de multiplier les analyses.

-Le protocole décrit ci-dessous concerne les tâches opérationnelles en lien avec l'expérimentation du projet Valurine au Domaine de la Jasse.

### 5-b. Préparation des lignes d'irrigation

1. Identifier la ligne centrale des 3 lignes pour chacun des 5 traitements (en début de parcelle) avec une étiquette, à l'aide de la machine DYMO (placer les étiquettes après les goutteurs).

2. Identifier les 16 goutteurs pour chacun des 5 traitements (urine, urine 1, Aurin, struvite, eau claire) à l'aide de la machine DYMO (placer les étiquettes après les goutteurs).

- A. Choisir 4 goutteurs favorables (en début de ligne) de dénomination « traitement » f1-f2-f3-f4.
- B. Choisir 4 goutteurs médians (au milieu de la ligne) de dénomination « traitement » m1-m2-m3-m4.
- C. Choisir 4 goutteurs médians (au milieu d'une ligne) de dénomination « traitement » m5-m6-m7-m8.
- D. Choisir 4 goutteurs en conditions défavorables (en fin de ligne) de dénomination «traitement» d1-d2-d3-d4.

3. Identifier les 5 goutteurs par traitement (les choisir alléatoirement) où seront effectués les prélèvements de sol, à l'aide de la machine DYMO (placer les étiquettes après les goutteurs).

*(Comme expliqué en préambule, l'état initial avant tout épandage ne concerne que 2 trous sous 2 goutteurs d'où nous sortons donc 4 échantillons).*

- A. Choisir les 5 goutteurs de façon à avoir des échantillons représentatifs de la parcelle.
- B. Les noter trou « n°... » et repérer au sol le prélèvement (amas de pierre par exemple).



Figure 25 : Entrée de la ligne irriguée par l'Aurin



Figure 26 : Échantillons de sol avant congélation

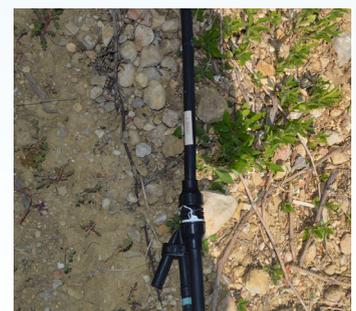


Figure 27 : Entrée de la ligne irriguée à l'urine (urine 1)

### 5-c. Méthodologie de prélèvement de sol

1. Creuser à l'aide de la tarière de 0 à 30 cm aux alentours du goutteur (dans un rayon de 10 cm) précédemment identifié et récupérer la terre de 0 à 30 cm des 5 goutteurs dans une caisse en plastique.
  - A. Mélanger les 5 échantillons et homogénéiser dans une caisse plastique.
  - B. Récupérer 500 g de ce sol homogénéisé 0 à 30 cm pour chacun des 5 traitements.
  - C. Placer dans les poches plastiques prévues et étiquetter l'échantillon (avec le traitement, la profondeur et la date) avant de le congeler.
2. Continuer à creuser de 30 à 60 cm et réitérer les étapes 1-A, B et C, prendre une autre caisse plastique (pour ne pas mélanger les horizons) et renseigner la profondeur sur les étiquettes
3. Reboucher les trous avec les restes de sol des caisses plastiques avant de réitérer la manœuvre sur les autres traitements.
4. Placer les 10 échantillons (5 à l'horizon 0-30 cm et 5 à 30-60 cm) provenant des 5 traitements dans une glacière, puis les conserver au congélateur (étiquette à placer dans le sachet plastique).

### 5-d. Planification des prélèvements sur l'année 2018

-1ère session de prélèvements (avant l'épandage) effectuée le 28 Juin 2018 : 4 échantillons provenant de seulement 2 trous sur toute la parcelle Plantier (voir le préambule de la page précédente).

- 2 Échantillons (0-30 cm et 30-60 cm) du trou 1 pris au hasard sur la parcelle
- 2 Échantillons (0-30 cm et 30-60 cm) du trou 2 pris au hasard sur la parcelle



Figure 28 : Échantillons du trou 2 (0-30 cm et 30-60 cm)

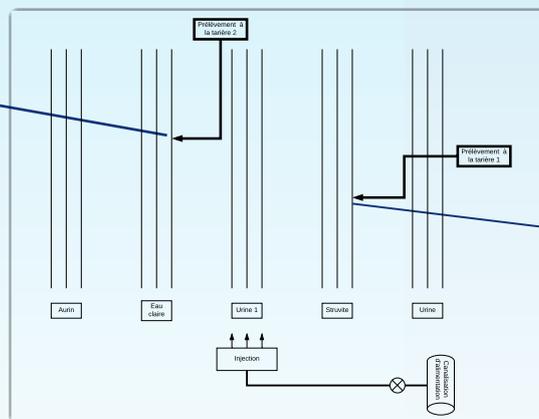


Figure 29 : Échantillons du trou 1 (0-30 cm et 30-60 cm)

-2ème session de prélèvements après les vendanges : 10 échantillons provenant de 5 trous chacun (suivre la méthodologie de prélèvement de sol ci-dessus).

	Traitement	Composition des échantillons	
		Horizon 0-30 cm	Horizon 30-60 cm
Ligne	Urine	1 mélange de 5 trous	1 mélange de 5 trous
	Struvite	1 mélange de 5 trous	1 mélange de 5 trous
	Urine 1	1 mélange de 5 trous	1 mélange de 5 trous
	Eau claire	1 mélange de 5 trous	1 mélange de 5 trous
	Aurin	1 mélange de 5 trous	1 mélange de 5 trous

Figure 30 : Tableau récapitulatif des échantillons de sol à récolter pour analyse

## 5-e. Méthodologie d'irrigation et de fertigation

### 1ère étape : Brancher le système d'irrigation

- Le branchement en entrée s'effectue au niveau de la vanne N°2 directement sur la sortie mise en place à cet usage par le Domaine de la Jasse.
- Une fois les tubes de DN16 goutte à goutte coupés en entrée de parcelle, le branchement en sortie s'effectue directement sur les colliers de prise en charge avec les tubes de goutte à goutte.

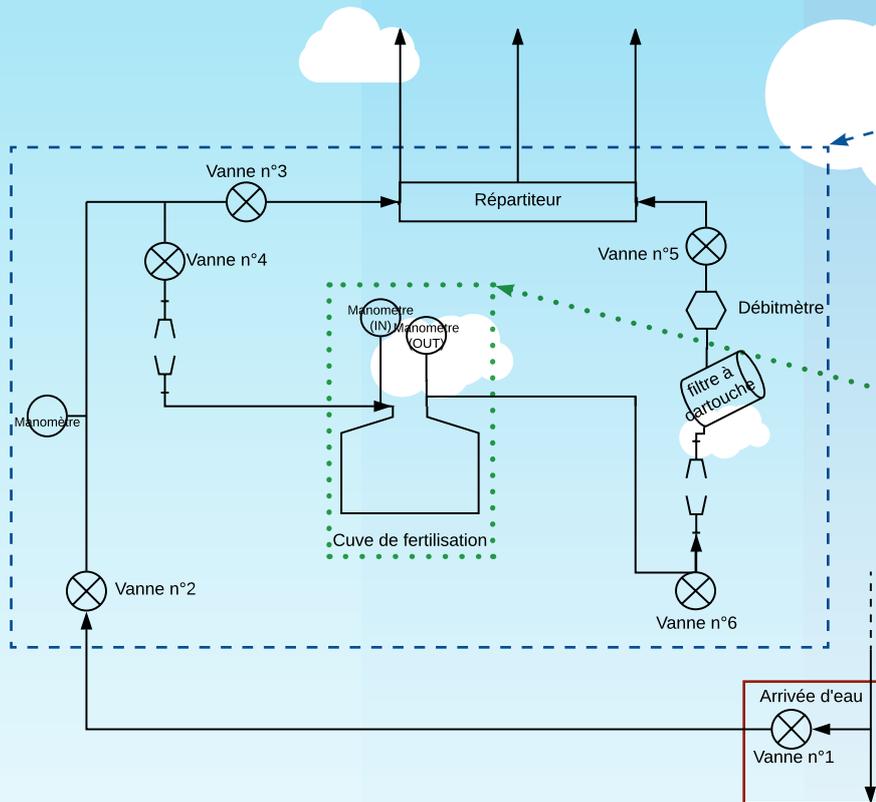


Figure 31 : Système d'injection de solution



### 2ème étape : Mise sous pression à l'eau claire du système

- Ouverture des vannes N°1, 2, 4 et 5 (Vannes N°6 et 3 fermées).
- Arrosage à l'eau claire jusqu'à stabilisation du manomètre d'entrée (Pression 6.5 - 7 bars est un signe de saturation des canalisations en eau).

### 3ème étape : Mesure de débit des goutteurs

- Assurez-vous d'avoir identifié les 16 goutteurs par traitement servant à mesurer le débit.
- Mesurer 4 goutteurs en conditions favorables pendant 5 min (en début de ligne) (dénomination f1-f2-f3-f4).
- Mesurer 4 goutteurs en conditions défavorables pendant 5 min (en fin de ligne) (dénomination d1-d2-d3-d4).
- Mesurer 4 goutteurs en conditions médians pendant 5 min (vers le milieu d'une ligne) (dénomination m1-m2-m3-m4).
- Mesurer 4 goutteurs en conditions médians pendant 5 min (vers le milieu d'une ligne) (dénomination m5-m6-m7-m8).

Manipulation : placer 4 seaux non loin de chaque goutteur lorsque le système fonctionne. Les placer à l'aplomb des goutteurs à  $T = 0$  (toutes les 10 secondes, soit  $T_0$ ,  $T_{10}$ ,  $T_{20}$  et  $T_{30}$ ) et répéter la manœuvre après les 5 min dans le même ordre. Peser chaque seau rempli (préparer la balance en amont : tarer la balance avec un seau vide). Répéter la manœuvre sur chaque traitement.

#### 4ème étape : fertigation

- Fermer la vanne N°2
- Vidanger une partie de la cuve de fertilisation au sol
- Insérer la quantité voulue de fertilisant dans la cuve de fertilisation (urine ou Aurin)
- Insérer la quantité voulue de fertilisant complémentaire dans la cuve de fertilisation (Nutrifix)
- Relever le compteur de débit et le noter à  $Q = 0$
- Ouvrir les vannes N°4 et 5
- Ouvrir la vanne N°2
- Surveiller le manomètre d'entrée du système (de 6 à 7.5 bars)
- Surveiller les manomètres entrée / sortie de la cuve de fertilisation
- Épandre jusqu'à ce que la totalité des 1,428 m<sup>3</sup> ( $Q_0 + 1428 \text{ L}$ ),
- Après les 1,428 m<sup>3</sup> épandus, fermer la vanne N°1 puis la N°2
- Ouvrir la vanne de vidange de la cuve de fertilisation pour la vider
- Débrancher les colliers de prise en charge et réitérer la manœuvre pour les autres traitements.

*Note importante : chaque traitement doit recevoir le volume correspondant à la mesure du débit ainsi que les 1428 L de l'épandage, cela afin que les traitements reçoivent la même quantité d'eau.*

#### 5ème étape : Démontage du système et remise en place de la parcelle

- Débrancher le système d'injection avant la vanne N°2.
- Débrancher les tubes de DN16 goutte à goutte des raccords allant aux colliers de prise en charge.
- Ramener dans le hangar du domaine le système d'injection ainsi que la cuve de fertilisation.

### 5-f. Méthodologie d'épandage de fertilisant : struvite

#### 1ère étape : Préparation de l'épandage manuel

- Préparer un récipient pouvant prélever 5 grammes de struvite (dans notre cas un bouchon) ainsi qu'un récipient servant de réserve lors des déplacements dans les rangées.

$$\text{struvite par G\grave{a}G} = \frac{\text{Poids total de struvite épandue}}{\text{Nombre de G\grave{a}G par traitement}} = \frac{1.35}{3 * 90} = 0.005 \text{ kg (5g) de struvite par G\grave{a}G}$$

*Note importante : vérifier que les prélèvements de sol ont été fait sur le traitement struvite.*

#### 2ème étape : Épandage de la struvite

- S'équiper des deux récipients notés dans l'étape 1 ci-dessus, remplir le seau de grande capacité de struvite et parcourir les 3 rangées.
- À l'aide du petit récipient calibré pour l'essai (bouchon de récipient) déposer les 5 grammes de fertilisant là où tombe la goutte d'eau.
- Se déplacer dans les rangées et y déposer pour chaque goutteur la quantité voulue de struvite, afin que les goutteurs dissolvent la poudre au cours du temps.

#### 3ème étape : Épandage du complément fertilisant

- Brancher le système d'injection de fertilisant et suivre les étapes comme décrites dans la partie « Système d'irrigation et de fertigation ».
- À l'aide du système d'irrigation et de la cuve de fertilisation injecter la quantité de fertilisant complémentaire dans le système Goutte à Goutte et fournir les 1428 L à la parcelle (visible avec le compteur de débit).
- Finir avec la séparation des systèmes pour rangement comme expliqué dans l'étape 5 ci-dessus.

# Planification du projet Valurine

