

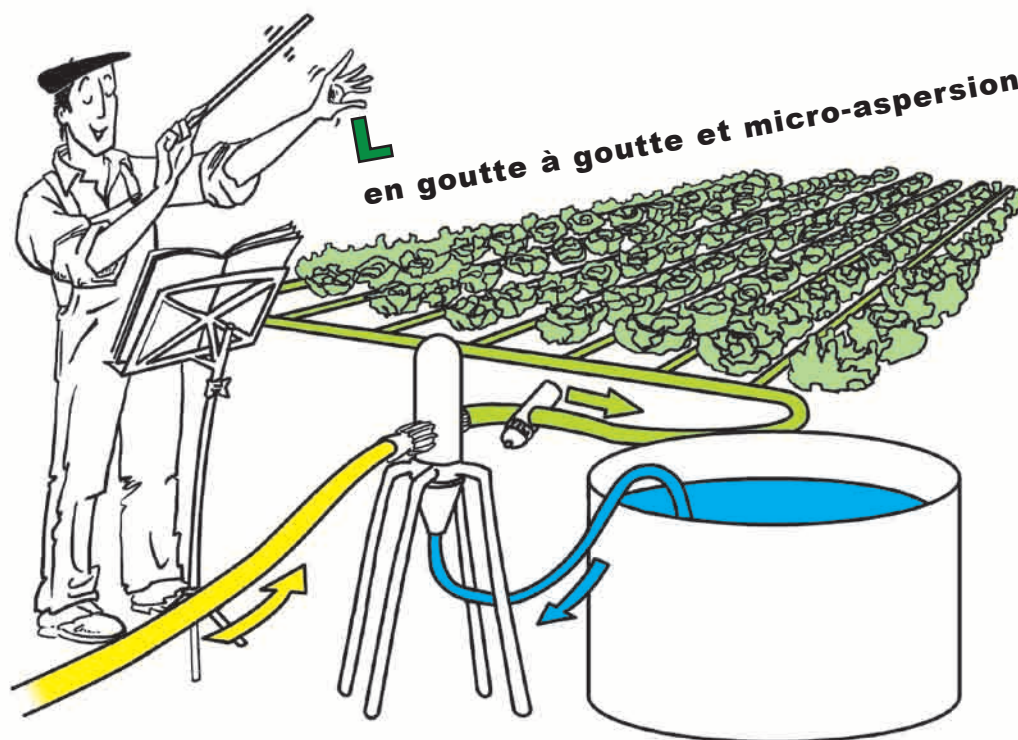
Cette pratique consiste à utiliser le réseau d'irrigation pour apporter en solution dans l'eau tout ou partie de la fertilisation.

Elle est accessible à chacun dès que l'on dispose d'une installation d'irrigation localisée performante.

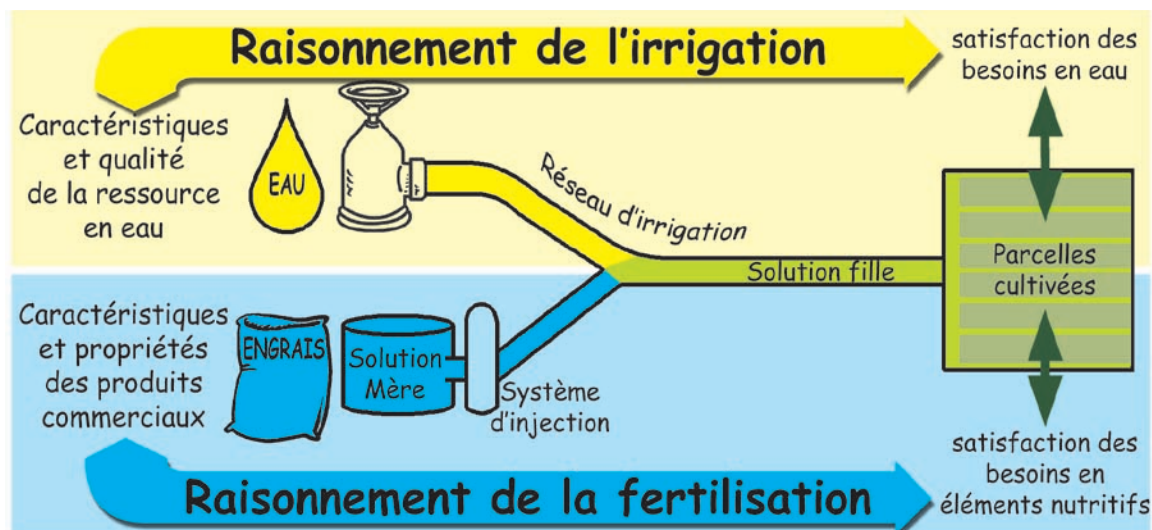
Elle permet de fractionner les apports tout au long de la saison, facteur de qualité de production en s'adaptant mieux aux besoins de la culture.

Elle permet de limiter les pertes par lessivage.

Elle optimise l'assimilation de certains éléments (N, K) pour les productions de plein champ en cas de pluies insuffisantes au printemps.

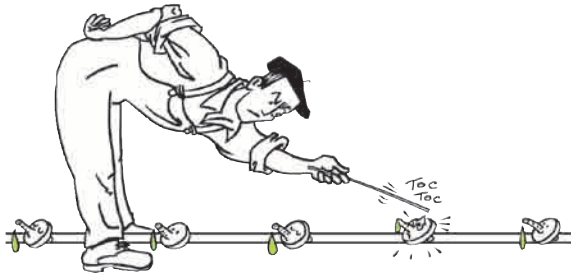


Il s'agit de raisonner et piloter ensemble deux techniques culturales majeures :
l'irrigation et la fertilisation.



Il faut donc prévoir **une installation d'injection adaptée au réseau d'irrigation** et aux pratiques de fertilisation souhaitées et surtout respecter des **règles précises de fonctionnement.**

MAÎTRISER LE FONCTIONNEMENT DE SON INSTALLATION D'IRRIGATION



Un bon entretien de l'installation est une garantie d'irrigation fertilisante homogène !

Il est indispensable de vérifier que la pression est suffisante pour faire fonctionner l'irrigation et l'injection des engrais dans de bonnes conditions. Tenir compte des pertes de charge provoquées par les équipements d'injection.

Les goutteurs ou autres distributeurs doivent tous bien fonctionner !!
L'homogénéité de distribution du réseau d'irrigation assure un apport régulier des éléments fertilisants sur toute la parcelle.

ESTIMER LES BESOINS RÉELS

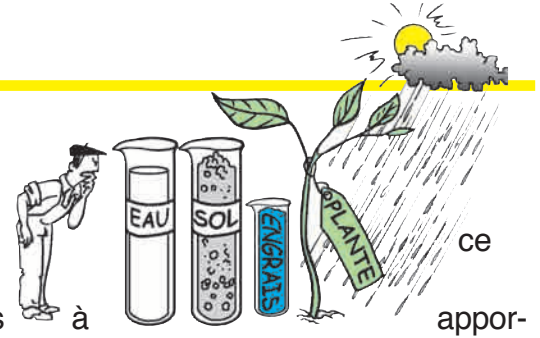
Avant de choisir l'engrais, il est **INDISPENSABLE** de :

- **Faire une analyse d'eau** pour vérifier son pH et qu'elle contient naturellement.
- **Faire une analyse de sol** pour déterminer les éléments ter et combler judicieusement une carence éventuelle.
- **Evaluer les besoins de la plante** en fonction de ses objectifs de production et de qualité.

Cela permet de faire un calcul correct de la dose de fertilisant nécessaire à prévoir.

Tout excès peut provoquer des accidents physiologiques sur la production, des pollutions préjudiciables à l'environnement.

Pour ces estimations, ne pas hésiter à consulter son conseiller !



PRÉPARER LA SOLUTION MÈRE

La "solution mère" est une solution concentrée : c'est de l'eau dans laquelle on a dissous des engrais.

Elle est préparée dans une cuve :

- soit à partir d'un mélange d'engrais simples ou complets solides solubles,
- soit avec des engrais complets sous forme liquide prêts à l'emploi.

Elle est injectée dans le réseau grâce à un appareil d'injection.

Après avoir déterminé les besoins de la culture, l'irrigation fertilisante peut être pratiquée :

- Soit pour apporter l'ensemble de la fumure (N, P, K, Mg, ... et les oligoéléments, comme le fer sous forme chélatée, par exemple).
- Soit en complément de la fumure de fond au cours de la saison.

Tous les éléments fertilisants peuvent être apportés par l'irrigation mais avec certaines contraintes de mise en oeuvre !



On choisira les engrais selon 3 critères :

1

LA NATURE DE L'EAU

« **les eaux calcaires posent parfois des problèmes** » En présence de calcaire, le phosphate précipite, choisir un type d'engrais acidifiant (phosphate monoammonique) ou encore acidifier l'eau avant la dissolution.

2 LA COMPATIBILITÉ DES ENGRAIS EN SOLUTION MÈRE

« se méfier des mélanges »

Tous les engrais ne peuvent être mélangés entre eux : certaines associations d'éléments sont déconseillées, pour éviter toute précipitation. Ils devront alors être utilisés successivement ou être mis dans des cuves différentes.

Ne pas hésiter à faire un essai en petite quantité dans le cas de nouveau produit.

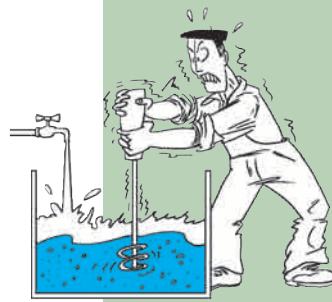
NON : Le mélange nitrate de chaux avec phosphate monoammonique est à éviter !

OUI : On mélangera sans problème du nitrate de potasse et du sulfate d'ammoniaque.

	Nitrate de magnésie	Nitrate d'ammonium	Nitrate de chaux	Sulfate d'ammoniaque	Sulfate de magnésie 16 %	Phosphate monoammonique	Nitrate de potasse
Nitrate d'ammonium	OUI						
Nitrate de chaux	OUI	OUI					
Sulfate d'ammoniaque	OUI	OUI	NON				
Sulfate de magnésie 16 %	OUI	OUI	NON	OUI			
Phosphate monoammonique	OUI	OUI	NON	★	★		
Nitrate de potasse	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	
Phosphate monopotassique	OUI	OUI	NON	★	★	OUI	OUI

Un ordre de manipulations à respecter !

- ✓ Remplir la cuve au 3/4 d'eau.
- ✓ Verser progressivement l'engrais dans l'eau et agiter la solution
- ✓ Puis, compléter en eau au volume voulu et agiter jusqu'à dissolution.



MAUVAIS
Ne jamais verser l'eau sur l'engrais : on provoque une prise en masse !



BON
Verser toujours l'engrais dans l'eau

★ L'association phosphate/sulfate exige au préalable d'acidifier l'eau de préparation avec de l'acide nitrique. La dose est à déterminer avec l'aide d'un conseiller.

TOUJOURS VERSER L'ACIDE DANS L'EAU, JAMAIS L'EAU DANS L'ACIDE !! ET SE PROTÉGER LES MAINS ET LES YEUX !!

3 LA SOLUBILITÉ DES ENGRAIS

« préférer les plus solubles lors de la préparation de la solution-mère »

Tous les engrais n'ont pas la même solubilité dans l'eau : lors de la préparation, procéder du moins soluble au plus soluble, c'est-à-dire des engrais potassiques et phosphatés aux engrais à base de magnésium et de nitrate.

Les engrais complets sont plus onéreux que les engrais simples, mais sont d'une utilisation très facile.

Ils ne correspondent pas toujours à l'équilibre entre éléments, souhaitable pour la culture, cela oblige alors à un réajustement avec des engrais simples pour obtenir la composition voulue.

La solubilité est plus faible quand la température est plus basse !

En tenir compte selon les conditions météorologiques et la situation des bacs d'autant plus que la dissolution abaisse la température de l'eau !

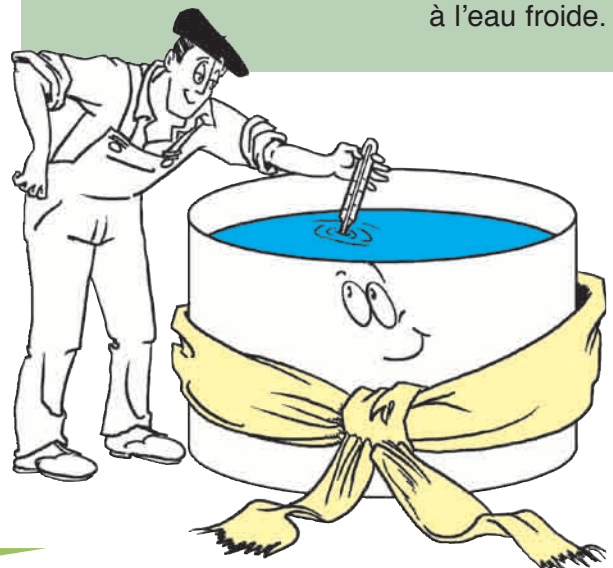
Il est conseillé de protéger les cuves du froid et d'éviter de préparer les solutions à l'eau froide.

Dissolution délicate : ne pas dépasser 100 kg/1000 l d'eau

Nitrate de potasse (13 N - 46 K₂O)
Phosphate monopotassique (51 P₂O₅ - 34 K₂O)
Phosphate monoammonique (12 N - 60 P₂O₅)

Dissolution facile : on peut aller jusqu'à 200 à 250 kg/1000 l d'eau MAXIMUM

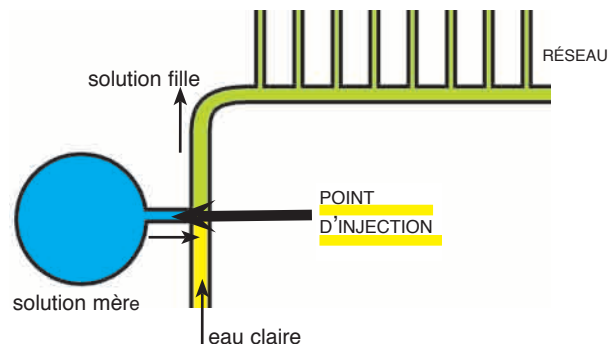
du moins soluble Sulfate de magnésie 16% (16 MgO)
Sulfate d'ammoniaque (21 N)
Nitrate de chaux (15,5 N - 26 CaO)
Nitrate d'ammonium (34,5 N)
au plus soluble Nitrate de magnésie (11 N - 15MgO)



INJECTION DE L'ENGRAIS DANS LE RÉSEAU

L'engrais dissous dans la "**solution-mère**" passe dans le réseau au **point d'injection**.

La solution mère se dilue dans le réseau. L'eau d'irrigation fertilisante est alors appelée "**solution-fille**" ou solution fertilisante ou solution nutritive.



Quel que soit le matériel d'injection utilisé, la **CONCENTRATION FILLE** ne doit pas dépasser 2 g/l.

L'ENGRAIS INJECTÉ SE RETROUVE DANS LE RÉSEAU

DÉBIT D'INJECTION X CONCENTRATION MÈRE = DÉBIT DE RÉSEAU X CONCENTRATION FILLE

$$\frac{\text{DÉBIT D'INJECTION (l/h)}}{\text{DÉBIT DE RÉSEAU (l/h)}} = \frac{\text{CONCENTRATION FILLE (g/l)}}{\text{CONCENTRATION MÈRE (g/l)}} = \text{RAPPORT D'INJECTION (\%)}$$

Certains matériels permettent de régler directement ce rapport, sur d'autres on règle, plus ou moins précisément le débit d'injection !

$$\text{CONCENTRATION DE LA SOLUTION MÈRE (g/l)} = \frac{\text{POIDS TOTAL D'ENGRAIS (g)}}{\text{VOLUME DE SOLUTION (l)}}$$

$$\text{DÉBIT DU RÉSEAU (l/h)} = \text{NOMBRE DE DISTRIBUTEURS} \times \text{DÉBIT D'UN DISTRIBUTEUR (l/h)}$$



Calcul pratique

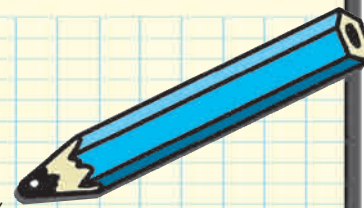
✓ On a 180 kg d'engrais dans une cuve de 1200 litres de solution.

$$\text{Concentration mère} = C_m \text{ (g/l)} = \frac{180 \times 1000 \text{ (g)}}{1200 \text{ (l)}} = 150 \text{ g/l}$$

✓ On a une parcelle avec 2600 distributeurs de 4 l/h. Débit du réseau = $2600 \times 4 = 10400 \text{ l/h}$

✓ Si on veut injecter cette solution avec un rapport d'injection de 1% (=0,01), on doit avoir : débit d'injection = $10\,400 \text{ l/h} \times 0,01 = 104 \text{ l/h}$

✓ On obtiendra une concentration fille = $150 \text{ g/l} \times 0,01 = 1,5 \text{ g/l}$



On peut moduler le fonctionnement de son installation

voir exemples pages suivantes

Cela permet :

- En modifiant le volume de solution mère
- En modifiant la concentration de la solution mère
- En choisissant un rapport d'injection avec une concentration mère déterminée, pour obtenir la concentration fille voulue dans le réseau.
- En associant des bacs de compositions différentes.

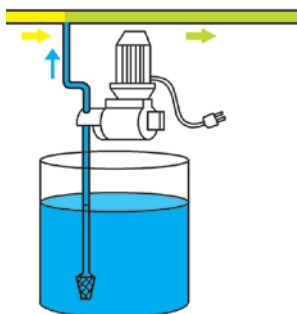
- d'obtenir une autonomie suffisante de l'installation (une semaine par exemple), sans intervention
- de limiter le fond de cuve.
- de répondre aux besoins variables d'une culture
- de fertiliser différentes parcelles
- d'envisager une automatisation

PRÉCISION ET STABILITÉ DE L'INJECTION SELON LE MATÉRIEL D'INJECTION

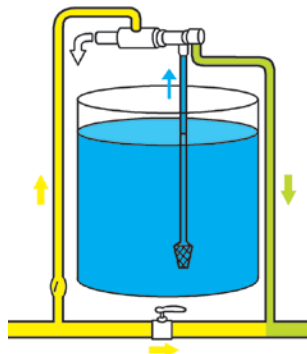
LES MATÉRIELS QUI PERMETTENT LA FERTILISATION LA PLUS PRÉCISE ET QUI PEUVENT S'AUTOMATISER

Le débit d'injection se règle précisément sur l'appareil qui est à fonctionnement volumétrique

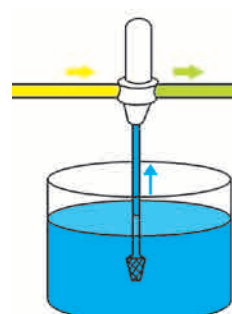
Pompe doseuse électrique



Pompe doseuse hydraulique en dérivation



Doseur hydraulique proportionnel en ligne



En cas de variation de pression ou de débit dans le réseau (changement de poste d'arrosage par exemple), on peut maintenir la stabilité de la concentration-fille aux distributeurs :

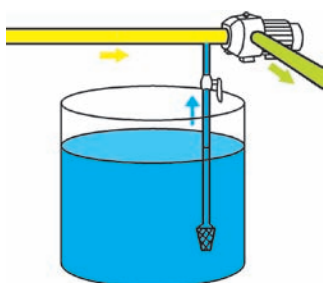
- avec une **pompe doseuse électrique** asservie au débit grâce à un volucompteur ou à la conductivité
- avec un **doseur hydraulique proportionnel** monté en ligne ou en by-pass total.
- avec une **pompe doseuse hydraulique** en dérivation, une **pompe doseuse électrique** non asservie ou un **doseur hydraulique proportionnel** en by-pass partiel : il faut recalibrer le réglage pour adapter le débit d'injection.

LES MATÉRIELS SIMPLES, ROBUSTES ET MOINS CHERS

Le fonctionnement de ces appareils est lié à un positionnement des vannes souvent imprécis. Il dépend également du fonctionnement du réseau, parfois irrégulier.

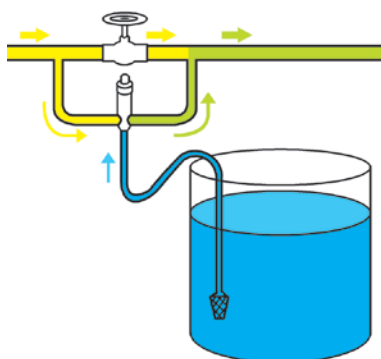
Le débit injecté et la concentration fille sont moins stables. Mais cela peut être acceptable dans certaines situations.

L'aspirodoseur



La dépression créée par la pompe d'irrigation aspire la solution fertilisante.

Le système Venturi



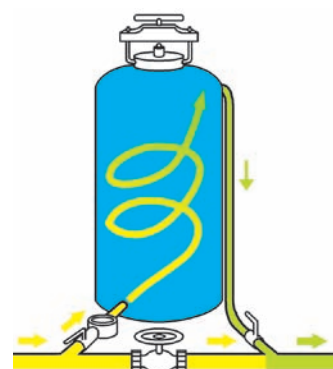
La dépression créée par le Venturi aspire la solution fertilisante.

Le fertiliseur ou dilueur

Une partie de l'eau de la canalisation principale dérive dans le fertiliseur et entraîne la solution fertilisante. La **concentration diminue donc au fur et à mesure de l'injection**.

Le débit d'injection et la quantité d'engrais sont alors difficiles à contrôler. C'est pourquoi il est impératif de vider tout l'engrais de l'appareil sur une même parcelle. Avant de passer à la parcelle suivante on vérifie que tout l'engrais est passé en mesurant la salinité aux distributeurs.

Un compteur à l'entrée de l'appareil permet de contrôler le débit dérivé.



Il faut faire des essais pour évaluer le temps nécessaire pour passer le volume préparé et régler le débit d'injection : faire passer un bac d'eau pure en notant le réglage des vannes et le temps pour vider la cuve.

POUR CALCULER UN TEMPS DE FERTILISATION À PARTIR D'UNE INSTALLATION CONNUE

Pour organiser son planning de travail, on détermine le temps nécessaire pour faire passer une certaine quantité d'engrais diluée dans un certain volume d'eau.

Cela peut être utile pour envisager un fractionnement des apports et programmer des automatismes.

$$\text{TEMPS DE FERTILISATION (h)} = \frac{\text{QUANTITÉ D'ENGRAIS À INJECTER (g)}}{\text{DÉBIT DU RÉSEAU (l/h)} \times \text{CONCENTRATION FILLE (g/l)}}$$

Calcul pratique

- ✓ On a 180 kg (= 180 000 g) d'engrais dans une cuve de 1200 litres

$$\text{Concentration mère} = \frac{180\,000\text{ g}}{1200\text{ l}} = 150\text{ g/l}$$

ON NE DÉPASSE PAS LES 250 g/l PRÉCONISÉS !

- ✓ On a une parcelle avec 2600 distributeurs de 4 l/h, soit un débit du réseau = $2600 \times 4 = 10400\text{ l/h}$

- ✓ Le rapport d'injection est réglé 1,2% = 0,012.

$$\text{On obtient donc une Concentration fille} = 150\text{ g/l} \times 0,012 = 1,8\text{ g/l}$$

LA CONCENTRATION FILLE
EST BIEN INFÉRIEURE
À 2 g/l !

- ✓ Le temps total de fertilisation pour vider ce bac sera :

$$T = \frac{180\,000\text{ g}}{10\,400\text{ l/h} \times 1,8\text{ g/l}} = 9,6\text{ heures} = 9\text{ h } 37\text{ mn}$$

ON A DONC UNE AUTONOMIE D'ENVIRON 9 h
EN TENANT COMPTE DU FOND DE CUVE !

- ✓ Dans ce même cas de figure, si on prévoit de fractionner l'apport ou de n'apporter que 25 kg (25 000 g) d'engrais par apport. La durée de fertilisation sera :

$$T = \frac{25\,000\text{ g}}{10\,400\text{ l/h} \times 1,8\text{ g/l}} = 1,33\text{ heures} = 1\text{ h } 20\text{ mn}$$

- ✓ On peut gagner du temps en augmentant le rapport d'injection en veillant à ne pas dépasser 2 g/l pour la concentration fille !

ATTENTION : AVEC UN FERTILISEUR-DILUEUR LA CONCENTRATION DE SOLUTION MÈRE DIMINUANT DANS LE BAC, LE CALCUL CI-DESSUS NE PEUT S'APPLIQUER !

POUR INJECTER UNE QUANTITÉ D'ENGRAIS FIXÉE, DANS UN TEMPS DONNÉ

Le temps de fertilisation doit toujours être inférieur au temps d'irrigation, compte tenu du temps de rinçage. En période de faibles besoins en eau, la durée de fertilisation peut être une contrainte.

Il est alors nécessaire de bien vérifier que la concentration au niveau des distributeurs ne dépasse pas 2 g/l. On peut, si nécessaire, fractionner l'apport sur plusieurs arrosages.



$$\text{CONCENTRATION FILLE (g/l)} = \frac{\text{QUANTITÉ D'ENGRAIS À INJECTER (g)} \times 60}{\text{DÉBIT DU RÉSEAU (l/h)} \times \text{TEMPS DE FERTILISATION (mn)}}$$

POUR RÉGLER LE DÉBIT D'INJECTION OU LE RAPPORT D'INJECTION

On veut impérativement faire passer une certaine quantité d'engrais dans un temps donné sans dépasser une concentration de 2 g/l aux distributeurs ! Cela impose un certain débit d'injection ou un certain rapport d'injection.

$$\text{RAPPORT D'INJECTION (\%)} = \frac{\text{DÉBIT D'INJECTION (l/h)}}{\text{DÉBIT DE RÉSEAU (l/h)}} = \frac{\text{CONCENTRATION FILLE (g/l)}}{\text{CONCENTRATION MÈRE (g/l)}}$$

CALCUL PRATIQUE

- ✓ On a 100 kg (= 100 000 g) d'engrais dans une cuve de 1000 litres

$$\text{Concentration mère} = \frac{100\,000\text{ g}}{1000\text{ l}} = 100\text{ g/l}$$

- ✓ On a une parcelle avec 2600 distributeurs de 4 l/h, soit un débit du réseau = $2600 \times 4 = 10\,400\text{ l/h}$

- ✓ On accepte une concentration fille de 2 g/l

- ✓ Le débit d'injection nécessaire sera :

$$\text{Débit d'injection (l/h)} = 10\,400\text{ l/h} \times \frac{2\text{ g/l}}{100\text{ g/l}} = 208\text{ l/h}$$



ON VÉRIFIE QUE
L'APPAREIL DONT ON
DISPOSE PEUT
ASSURER CE DÉBIT OU
CE RAPPORT
D'INJECTION

- ✓ Si on dispose d'un appareil type fertiliseur, aspirodoseur ou venturi, on fait des essais "à vide" pour vérifier et caler le débit d'injection.
- ✓ Si on dispose d'une pompe hydraulique ou d'une pompe électrique, on règle le débit d'injection.
- ✓ Ou alors on dispose d'un doseur hydraulique proportionnel ou d'une pompe électrique asservie au débit et on règle le rapport d'injection.

$$\text{Rapport d'injection (\%)} = \frac{\text{Débit d'injection (l/h)}}{\text{Débit du réseau (l/h)}} = \frac{208}{10\,400} = 0,02 = 2\%$$

$$\text{ou Rapport d'injection (\%)} = \frac{\text{Concentration fille (g/l)}}{\text{Concentration mère (g/l)}} = \frac{2}{100} = 0,02 = 2\%$$

EN CAS DE LIMITE DE L'APPAREIL POUR ASSURER LE DÉBIT DONNÉ, IL EST POSSIBLE D'AUGMENTER LA CONCENTRATION MÈRE EN VEILLANT TOUJOURS À NE PAS DÉPASSER 200 À 250 g/litre

CALCUL PRATIQUE

- ✓ On a 300 kg (= 300 000 g) d'engrais à faire passer en une semaine à raison de 1 heure par jour (soit 7 heures).

- ✓ Les parcelles ont 6250 distributeurs de 4 l/h.
Débit du réseau = $6250 \times 4 = 25\,000\text{ l/h}$

- ✓ La concentration de la solution fille sera :

$$\frac{300\,000\text{ g}}{25\,000\text{ l/h} \times 7\text{ h}} = 1,7\text{ g/l}$$

LA CONCENTRATION FILLE EST
BIEN INFÉRIEURE À 2 g/l !

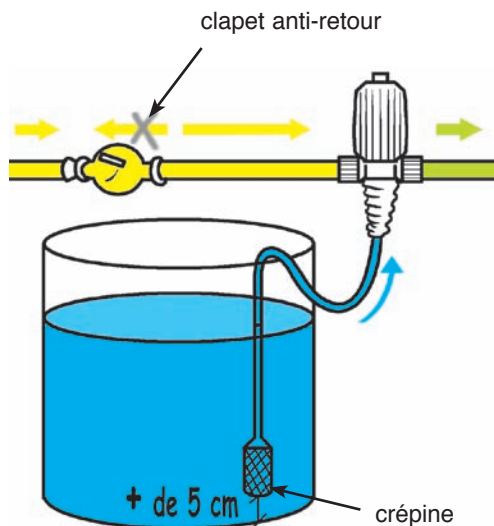
- ✓ Si on avait prévu un temps d'irrigation de 1/2 h par jour au lieu d'une heure, la concentration aux distributeurs aurait été de 3,4 g/l, ce qui est bien au-delà des 2 g/l tolérés.

QUELQUES RECOMMANDATIONS PRATIQUES

✓ Il faut toujours un **clapet anti-retour** avant le point d'injection pour prévenir toute pollution de la source d'eau.

✓ Pour éviter que des impuretés ne passent dans le réseau d'irrigation :

- Il faut mettre une crépine à l'aspiration.
- L'aspiration de la solution mère doit se faire à plus de 5 cm du fond du bac
- Eviter d'agiter la solution mère pendant l'injection
- Un filtre à tamis est indispensable après le point d'injection dans le réseau.



Les produits concentrés sont corrosifs et irritants. Respecter les précautions et protection d'usage.



✓ **Ne jamais démarrer la fertilisation tant que le réseau n'est pas en pression.** Le réseau doit être totalement rempli avant de démarrer l'injection d'engrais afin que toutes les plantes reçoivent la même quantité d'engrais.

✓ Selon la dimension du réseau, **5 à 15 minutes de rinçage** sont nécessaires pour limiter les dépôts ou colmatages aux distributeurs.

✓ Un **contrôle** (compteur, tensiomètres ...) **précis de la dose d'irrigation apportée** doit être pratiqué pour

- éviter les excès ou manque d'eau
- limiter les lessivages ou les concentrations trop importantes d'engrais

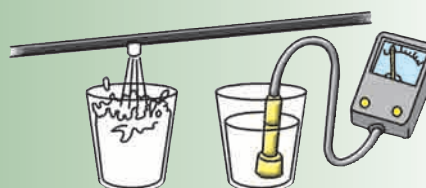
UN MOYEN SIMPLE DE VÉRIFIER LA CONCENTRATION FILLE !

Un contrôle à la sortie d'un distributeur à l'aide d'un conductivimètre permet de mesurer la quantité globale des sels minéraux contenus dans l'eau d'irrigation.

La lecture du conductivimètre X 0,8 = quantité de sels.

C'est la concentration fille.

elle ne doit pas dépasser 2 g/l.



exemple : conductivité de 2 ms/cm x 0,8 = concentration de 1,6 g/l

Pour compléter ce document, consulter les fiches Eau Fertile :

- Les appareils d'injection - 2002

- Contrôle et entretien d'une installation d'irrigation localisée - 2^{ème} édition - 2007