

# ITADA

Institut Transfrontalier d'Application et de Développement Agronomique  
Grenzüberschreitendes Institut zur rentablen umweltgerechten Landwirtschaft



1996 - 1998

## Rapport de synthèse du Projet A 3.4. B

### Production intégrée d'asperges en vallée du Rhin supérieur

Chef de projet	M. Würth	(Regierungspräsidium Freiburg)	D
Réalisateurs	W. Piepenbrock	(Institut für Umweltgerechte Landwirtschaft Müllheim)	D
	G. Pfunder	(Amt für Landwirtschaft, Landschafts- und Bodenkultur Freiburg)	D
Partenaires	H. Stengel	(SENE Alolsheim / Landwirtschaftskammer Oberelsaß)	F
	H. Merckling	(Landwirtschaftsberatung Unterelsaß / Spargelförderverein)	F
Associés	Prof. Kleisinger	(Universität Hohenheim)	D
	Prof. Paschold	(Forschungsanstalt Geisenheim)	D

**Etude cofinancée dans le cadre de l'initiative communautaire  
INTERREG II "Rhin Supérieur Centre-Sud"**

---

**Regierungspräsidium Freiburg (RPFR)  
Institut für umweltgerechte Landwirtschaft Müllheim (IfUL)  
Chambres d'Agriculture du Bas-Rhin et du Haut-Rhin**

**ITADA-Secrétariat : 2 allée de Herrlisheim, F-68000 COLMAR**  
Tél : 0 (0.33)3.89.22.95.50 Fax : 0(0.33)3.89.22.95.59 E-Mail : itada@wanadoo.fr

## Sommaire

1	Introduction et position du problème .....	3
1.1	Introduction .....	3
1.2	Position du problème .....	3
2	Methodes .....	4
2.1	Essai d'irrigation de Feldkirch.....	4
2.1.1	Variétés d'asperge cultivée.....	4
2.1.2	Dispositifs d'irrigation.....	4
2.1.3	Description du site expérimental.....	6
2.1.4	Evaluation de la teneur en eau du sol.....	7
2.1.5	Suivis et mesures du sol.....	8
2.1.6	Récolte de l'essai .....	8
2.2	Essai variétés de Rumersheim.....	9
2.2.1	Variétés d'asperges comparées .....	9
3	Economie de la production d'asperges.....	10
3.1	Introduction .....	10
3.2	La culture d'asperges .....	10
3.2.1	Année de préparation et année de plantation .....	10
3.2.2	Années de récolte .....	10
3.2.3	Facteurs exerçant une influence sur le rendement .....	11
3.2.4	Coût de la production d'asperges .....	12
3.3	Données économiques sur les pratiques d'irrigation.....	13
3.3.1	Présuppositions.....	13
3.3.1.1	Irrigation aérienne .....	13
3.3.1.2	Irrigation souterraine .....	14
3.3.2	Comparaison des coûts des deux systèmes.....	14
3.3.3	Classement économique des dispositifs d'irrigation en production d'asperges ..	16
4	Résultats des essais .....	18
4.1	Essai d'irrigation de Feldkirch.....	18
4.1.1	Irrigation .....	18
4.1.2	Rendements et classification des récoltes .....	33
4.1.3	Analyses de sol .....	35
4.1.4	Notations et mesures complémentaires.....	40
4.2	Essais variétés de Rumersheim .....	42
4.2.1	Rendement et précocité de récolte .....	42
4.2.2	Effet de la densité.....	45
4.2.3	Etat sanitaire des parcelles .....	46
5	Discussion des résultats .....	47
5.1	Essai irrigation de Feldkirch .....	48
5.1.1	Pratiques d'irrigation .....	48
5.1.1.1	Comparaison irrigation aérienne - irrigation souterraine .....	48
5.1.1.2	Utilisation pratique de la technique d'irrigation.....	50
5.1.2	Récolte .....	51
5.1.3	Analyse du sol .....	51
5.1.4	Notation de l'état de la culture .....	52
5.2	Essai variétés de Rumersheim.....	53
6	Résumé .....	54
7	Bibliographie .....	59-60

# 1 Introduction et position du problème

## 1.1 Introduction

L'asperge (*Asparagus officinalis* L.) appartient à la famille des Liliaceae. Sa région d'origine est le bassin méditerranéen. En Grèce, on utilisait l'asperge pour faire une couronne sacrée afin d'honorer la déesse APHRODITE. HIPPOKRATES (460-377 avant. Jésus Christ) décrit l'asperge comme une plante médicinale. MARCUS PORCIUS CATO CENSORIUS (234-149 av. Jésus Christ) a détaillé la culture de l'asperge dans son manuel *De Agricultura*. Ses descriptions laissent penser que l'asperge était particulièrement populaire chez les Romains. Au Moyen-Age, l'asperge fut cultivée comme plante médicinale dans les jardins aromatiques des cloîtres. Ce n'est qu'au 16<sup>ème</sup> siècle que l'asperge fut introduit en tant que légume de luxe sur la table des rois et des princes. En France, en Angleterre, aux Pays bas et en Allemagne, l'asperge n'était cultivée qu'à faible échelle afin de satisfaire les besoins des nobles.

Jusqu'au 19<sup>ème</sup> siècle, la culture se fit en planches, de la même façon que le décrit CATO. L'asperge était plantée à environ 30 cm de profondeur dans des sillons comblés le plus souvent par des déchets organiques et recouverte de buttes. Les plantes étaient espacées de 50 x 50 cm dans la plupart des planches composées de 3 à 4 rangs. La culture se faisait jusqu'à lors dans des jardins ou de petites fermes. En 1809, le pâtissier-confiseur français NICOLAS APPERT découvre une méthode de conservation des produits alimentaires. Les nouvelles méthodes de conservation influencèrent également la culture d'asperge et les surfaces en production furent multipliées en forte proportion à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle. A Argenteuil, une commune de la région parisienne, on retrouvait déjà 500 ha d'aspergeraies en 1868, qui alimentaient principalement les restaurants parisiens. L'interruption de la production pendant la première puis la seconde guerre mondiale contribua à la mise en place de champs de production dans d'autres pays et en particulier en Californie. [1].

A partir de cette période, la culture d'asperge connut en raison du bon niveau de vie généralisé une énorme progression. Une enquête réalisée en 1998 en Allemagne a révélé surface d'aspergeraies productives de 11 261 ha (1997: 10 901 ha).

La récolte a atteint 45 513 T (1997: 40 811 T) [9]. En plus de sa propre production, l'Allemagne est un important importateur d'asperges. On estime les importations en 1998 à 41 000 T. [10]. En France, en 1997, 33 000 T d'asperges ont été récoltées. La tendance est cependant à la réduction des surfaces contrairement à l'Allemagne.

## 1.2 Position du problème

La culture d'asperges représente en Rhin supérieur une source de revenu conséquente pour les agriculteurs. De seulement 65 ha en 1985, les surfaces ont été multipliées pour arriver en 1998 à environ 650 ha. Une partie non négligeable des surfaces se trouvent en périmètres de captage d'eau protégés (Wasserschutzgebieten) et sont donc soumises aux limitations réglementaires qui s'y rapportent. Afin de développer une aspergeraie vigoureuse et prometteuse de hauts rendements, une irrigation ciblée est nécessaire surtout pendant la phase d'installation en raison de la sécheresse estivale qui règne en Rhin supérieur. Une irrigation non adaptée aux besoins peut cependant conduire à un lessivage de nitrates à cause d'apports d'eau excessifs. Les irrigations par voie aérienne aujourd'hui très répandues peuvent provoquer des pressions en maladies renforcées à cause des périodes d'humectations de la végétation renforcées. Afin de pouvoir inscrire la production d'asperges dans la durée, celle-ci se doit d'être respectueuse de l'environnement et orientée vers les critères du marché. La production intégrée apporte les fondements qui permettront de

produire des asperges de haute qualité avec une réduction des intrants (fertilisants, produits phytosanitaires).

Grâce à l'optimisation du management de l'irrigation sous l'angle économique et environnemental et par le choix de variétés adaptées et méthodes culturales appropriées, le Rhin supérieur sud devrait être conforté dans sa position de région de production de haute valeur.

Les objectifs suivants ont été poursuivis dans le cadre du projet :

- Amélioration de la qualité des produits récoltés
- Réduction des lessivages d'éléments fertilisants
- Diminution de la durée d'humectation du feuillage par les gouttes d'irrigation et incidence sur la pression des maladies
- Optimisation de l'utilisation des éléments fertilisants
- Économie d'eau

## **2 Methodes**

Pour l'étude de la problématique précédemment décrite, un essai de variétés x densité a été installé à Rumersheim (F) et un essai de comparaison de trois systèmes d'irrigation à Hartheim-Feldkirch (D).

### **2.1 Essai d'irrigation de Feldkirch**

#### **2.1.1 Variété d'asperge cultivée**

La variété retenue est Gijnlim. Elle est très précoce et productive. Ces caractéristiques sont des pointes fermes et des tiges moyennement épaisses. Il n'y a que peu de tiges creuses mais leur nombre est très élevé à la récolte. En conditions de sols secs et crevassés, cette variété accuse une coloration anthocyanique plus forte que chez les autres.

Le nombre de pousses avortées dans les jeunes installations est très élevé, mais il est compensée par l'apparition de nouvelles pousses. Dans des conditions de fortes humidités (brumes), cette variété est menacée par le Botrytis et le Stemphylium.

Gijnlim est une variété qui ne doit pas être récoltée sous nos climats jusqu'à la fin de la saison (21 juin). Une installation surexploitée vieillit plus vite et produit des asperges frêles. Récolter trop peu est aussi négatif car la multiplication des pousses favorise la verse ce qui renforce la pression des maladies foliaires. Il convient donc de surveiller la densité de peuplement.

La récolte doit être conduite de façon rigoureuse à cause du grand nombre de turions. Des distances entre plants de moins de 38 cm sont déconseillées. Pour les aspergeraies les plus poussantes, on peut tabler dans les premières années de pleine récolte avec une récolte de jusqu'à 600 kg / ha et par jour en conditions chaudes au début de saison. [8].

La plantation a été faite en avril 1996. La distance entre rangs est de 2 mètres et entre plantes sur la rang de 38 cm. Les rangées sont orientées sur l'axe nord-sud.

#### **2.1.2 Dispositifs d'irrigation**

Trois systèmes d'irrigation différents ont été installés dans un champ d'asperges à Hartheim. En comparaison du système d'irrigation aérienne à l'aide d'asperseurs circulaires que l'on rencontre couramment, deux systèmes d'irrigation par le sol ont été retenus : T-Tape 515 et NETAFIM RAM 20. Un témoin sans apport d'irrigation a complété le dispositif d'étude. Le pilotage de l'irrigation a été basiquement fait à l'aide d'une horloge de déclenchement. Avec celle-ci, on a pu enregistrer l'heure de début et la durée d'irrigation pour chaque variante. Placés entre les clapets magnétiques et l'horloge de déclenchement, des tensiomètres interrompaient l'irrigation lorsque l'humidité du sol était suffisante.

### Caractérisation des matériels de goutte à goutte

Deux qualités de conduites de goutte à goutte sont testés dans l'essai. La mise en place de ces équipements dans le sol a été réalisée de la même manière pour les deux qualités. Dans une des variantes on a utilisé des conduites de la Firme **NETAFIM** de type RAM 20. La distance entre chaque goutteur est de 30 cm et le débit de 1,6 l/h pour une pression de travail comprise entre 500 et 4 000 hPa. Le diamètre extérieur du tuyau est de 20 mm. Celui-ci est constitué d'un plastique résistant qui lui permet de conserver sa forme initiale dans le sol. Une particularité de ce matériel est sa compensation de pression. Ceci doit permettre un débit régulier au goutteur sous une gamme assez large de pression et garantir aussi une répartition équilibrée de l'eau même pour de grandes longueurs de canalisations.

Dans l'autre variante, le matériel utilisé est moins honoreux par comparaison au premier. Le goutteur T-Tape 515 TSX de la Firme **T-Systems International**, San Diego (California, USA), est réalisé avec une épaisseur de paroi de 0,375 mm. La distance entre deux goutteurs est aussi de 30cm et la pression d'utilisation de 550 hPa (max.. 1 000 hPa). La quantité d'eau apportée par ce type de conduites est 340 LPH/100 m (LPH/100 m = Litre par heure sur 100 m de long). Comme la pression n'est pas compensée, la quantité apportée diminue avec la longueur de conduites installées.

Les deux types de matériels conviennent pour des installations de surface comme pour des installations souterraines.

Au moment de la rédaction de ce rapport, les prix sont de 0,30 DM/m (0,15 €) de T-Tape et de 1,30 DM/m (0,66 €) pour le RAM (Prix T.T.C.). Des prix actualisés pourront être obtenus auprès des distributeurs locaux qui proposent différentes qualités et différentes classes de prix..

L'installation des conduites d'irrigation a été faite en début d'été 1996 après la mise en place de la culture. L'installation a été réalisée avec un matériel d'ouverture de sillon raccordé à un tracteur équipé de roues étroites. Les conduites ont été orientées du côté est des rangées de plantes et placées environ 10 cm en dessous et avec 30 cm de décalage sur le côté des griffes racinaires (Photo 1). Chaque système d'irrigation souterraine fut découpé en deux blocs (T-Tape ouest/est et RAM est/ouest) qui pouvaient être pilotés indépendamment.

### Irrigation aérienne :

L'irrigation aérienne a été réalisée avec des arroseurs circulaires. La distance entre les conduites étaient de 12 m et entre les arroseurs de 18 mm. Les arroseurs étaient fixes et placés à une hauteur de 2 m.

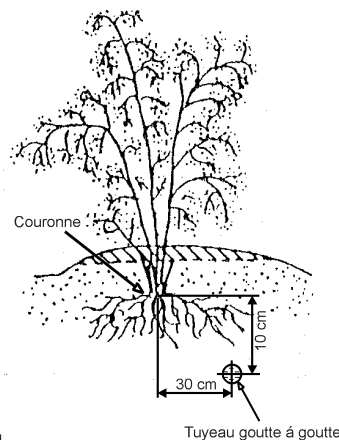


Photo 1 : conduite goutte à goutte dans le sol

### 2.1.3. Description du site expérimental

Début mai 1996, le site expérimental a fait l'objet de prélèvements de la part des services du département „géologie“ du Land à Freiburg. L' examen a révélé qu'il s'agit d'un sol brun de fond de vallée de 80 à 130 cm de limons. Il est qualifié de limon faiblement argileux. Au moment de l'examen, la nappe phréatique se trouvait en dessous de 150 cm et aucun signes d'hydromorphie n'ont été décelés qui auraient pu indiquer une influence de long terme pour la retenue d'eau du recouvrement du sable caillouteux par la couche de limon d'Auen. Avant le début de l'essai, le sol fut défoncé d'environ 60 cm.

En octobre 1997, un prélèvement d'un échantillon de sol suivant la méthode du cylindre (Stechzylinderproben ) a été fait pour déterminer la réserve utile du sol. Une série de 10 cylindres ont été prélevés dans les horizons 20 cm, 50 cm, 80 cm et 110 cm.

Dans la fosse ouverte, on ne put pas observer des distinctions au niveau de l'horizon défoncé. A partir d'une profondeur de 60 - 80 cm, on pouvait cependant voir sur la paroi du profil des traces d'humidité par endroits (pseudogley caractéristiques) sous forme de zones blanchâtres diffuses.

Dans le **Tableau 1** sont regroupées les caractéristiques physiques du sol.

Tableau 1 : caractéristiques physiques du sol de Feldkirch.

profondeur [cm]	Poids sec [g/cm³]	Teneur en eau [Vol. %] pour					
		pF 0 0 hPa	pF 0,3 2 hPa	pF 1,8 60 hPa	pF 2,5 300 hPa	pF 0 700 hPa	pF 0 16 000 hPa
20	1,62	39,0	32,8	31,0	28,1	26,7	14,9
50	1,63	38,6	32,1	29,5	26,9	26,0	13,9
80	1,66	37,6	31,6	29,0	26,6	25,4	16,4
110	1,72	35,2	32,2	30,8	28,6	27,3	16,5

profondeur [cm]	Porosité [Vol. %]					Capacité au champ [Vol. %]	Réserve utile [Vol. %]
	Porosité totale	Macro porosité	Porosité grosse	Porosité fine	Micro porosité		
20	39,0	8,0	2,9	13,2	14,9	31,0	16,1
50	38,6	9,1	2,6	13,0	13,9	29,5	15,6
80	37,6	8,6	2,4	10,2	16,4	29,0	12,6
110	35,2	4,4	2,2	12,1	16,5	30,8	14,3

L'analyse de ces données montre une chute de la grosse porosité entre 80 cm (8,6 %) et 110 cm de profondeur (4,4 %). L'introduction d'oxygène indispensable à la croissance des racines dans les horizons profonds est dépendante des volumes et de la continuité des pores de la partie pores grossiers. La faible disponibilité en oxygène en profondeur, ici à partir de 80 cm, conduit à un enracinement encore plus faible de ces horizons. Pendant la phase de végétation, il faut s'attendre à ce que seulement peu d'eau soit consommée dans les niveaux du sol faiblement dotés de racines, ce qui aura pour conséquence que la variation en teneur en eau sera très modeste dans ces horizons. A la suite de l'introduction

assez faible d'oxygène il existe un potentiel de dénitrification entre 60 et 80 cm. Ceci signifie qu'il est possible que des nitrates entraînés en dessous de la zone racinaire puissent être dénitrifiés et transformés en azote gazeux qui repartira dans l'atmosphère.

#### **2.1.4 Evaluation de la teneur en eau du sol**

La teneur en eau du sol est la quantité d'eau contenue dans le sol. Celle-ci est exprimée en pourcentage du poids (g / 100 g) ou bien en pourcentage de volume ( $\text{cm}^3/100 \text{ cm}^3$ ). Une autre façon rencontrée pour exprimer cette humidité du sol est la hauteur d'eau en mm/dm (1 Vol. % = 1 mm) pour 1 dm de sol. Pour l'évaluation de la teneur en eau du sol il existe différentes méthodes, qui se regroupent en méthodes directes (prise d'échantillons) et indirectes (mesures répétées à une même place).

Une méthode est l'évaluation gravimétrique qui est prise en valeur référence par la plupart des autres méthodes appliquées. Un échantillon de sol est alors passé à l'étuve pendant 24 h à 105 °C jusqu'à une humidité d'équilibre. A partir de la perte de poids, la teneur en eau peut être exprimée en pourcentage du poids sec de l'échantillon de sol et si l'on connaît la densité du sol exprimé en pourcentage du volume. Cette méthode est peu coûteuse et applicable la plus part du temps sans moyens particuliers. Un inconvénient de la méthode est sa durée et l'impossibilité à l'automatiser. De plus, cette méthode est une méthode destructive ce qui ne permet pas de refaire une mesure exactement dans le même emplacement (à un autre moment).

Le tensiomètre est une autre méthode pour mesurer l'humidité du sol. Au contraire de la méthode gravimétrique, le potentiel de la matrice de l'eau du sol est mesuré. Le potentiel de la matrice exprime une pression qui est exprimé en tension de l'eau. Le tensiomètre est constitué d'un tube remplie d'eau, au bout duquel on place d'un coté une céramique et de l'autre coté un manomètre étanche. Le tensiomètre peut suivant sa taille être placé à différentes profondeurs. En sols secs, l'eau peut passer par les pores de la céramique et aller vers le sol, la perte en eau occasionnant une pression dans le tensiomètre. Si le sol est réhumecté par irrigation ou une précipitation, le tensiomètre peut par l'intermédiaire de la céramique réabsorber de l'eau et la montée du potentiel de la matrice indiquer par une moindre tension. Le champ de mesure des tensiomètres est limité à environ 800 hPa. Le tensiomètre est d'utilisation simple et une méthode bon marché qui peut être utilisé pour une irrigation automatisée.

Une méthode appliquée courante pour l'estimation du potentiel de la matrice est la méthode du bloc de plâtre. Le capteur est constitué par un bloc de plâtre poreux dans le quel sont introduites deux électrodes. Si le bloc est placé dans le sol, l'eau du sol peut pénétrer le bloc jusqu'à ce que le potentiel de la matrice du bloc de plâtre et celui du sol environnant soient identiques. Une résistance électrique est mesurée dans le bloc en fonction de la teneur en eau de celui-ci, cette résistance étant utilisée pour exprimer le potentiel de la matrice. Le domaine de mesure du plâtre est en comparaison au tensiomètre bien plus large. Un inconvénient est que chaque bloc de plâtre a des caractéristiques faiblement variables et demande donc à être calibré. Un autre désavantage est sa durée de vie limitée. Ses avantages tiennent en un usage simple et peu coûteux. Le temps passé en surveillance est également faible.

Dans l'essai, on a utilisé des capteurs d'humidité du type Watermark " (Irrometer Company). Son principe de fonctionnement est voisin de celui du plâtre mais en revanche on peut aussi mesurer de faibles valeurs de tension. Son champ de mesure est compris entre 0 et 2.000 hPa. Lors d'une même séance de lectures, plusieurs capteurs peuvent être lus. Une correction des valeurs indiquées tenant compte de la température est à prendre en compte

Pour chaque variante, à plusieurs endroits du champ, on a installé trois emplacements de mesures. A chaque emplacement, ont été installés en 1997, 4 capteurs à différentes profondeurs. La profondeur d'installation a été choisie en fonction de la profondeur de la conduite d'irrigation. Le premier capteur a été installé 10 cm au dessus d'une conduite au niveau d'un goutteur et les suivants à 20, 50 et 80 cm en dessous du goutteur. Par référence à la surface du sol, les profondeurs étaient de 20 cm (10 cm au dessus du goutteur), 50 cm (20 cm sous le goutteur), 80 cm (50 cm sous le goutteur) und 110 cm (80 cm sous le goutteur).

Ces profondeurs d'emplacements furent également retenues pour les autres variantes : témoin et irrigation aérienne. En 1998, il fut toutefois renoncé à l'emplacement le plus profond, car à 110 cm de profondeur, durant toute la période de mesure de l'année précédente, de très faibles valeurs de tensions avaient été relevées (= fortes teneurs en eau) qui ne se différenciaient quasi aucunement.

Les données présentées dans les chapitres suivants au sujet des capteurs sont exprimés pour des profondeurs relatives à la surface du sol.

### 2.1.5 Suivis et mesures du sol

Des prélèvements de sols ont été réalisés dans chaque variante et pour les horizons 0 - 30 cm, 30 - 60 cm et 60 - 90 cm pour analyses et détermination des teneurs en nitrates. Les échantillons ont été prélevés à une distance de 30 cm du rang.

### 2.1.6 récolte de l'essai

L'essai a été récolté pour la première fois en 1997. Pour chaque variante, 4 placettes de 100 m<sup>2</sup> ont été récoltées, soit un total de 16 parcelles. Tous les passages nécessaires à la récolte ont été effectués à l'aide de la main d'œuvre disponible sur l'exploitation. A la fin de la récolte, la marchandise recueillie pour chaque parcelle a été découpée, lavée et triée sur les installations en place sur l'exploitation. La classification a été faite suivant la réglementation en vigueur au niveau de l'organisation allemande des producteurs d'asperges. Les différentes classes sont décrites dans le tableau 2.

Tableau 2: **classement des asperges suivant l'organisation allemande des producteurs (EO) à partir de la saison 1997**

Classe	groupe de couleur	diamètre	longueur
I	blanc	26 – 36 mm	17 – 22 cm
I*	blanc	16 – 26 mm	17 – 22 cm
I*	blanc	12 – 16 mm	17 – 22 cm
I court	blanc	commercialisé en classe courte	
II*	blanc	16 mm +	17 – 22 cm
II*	blanc + violet	16 mm +	17 – 22 cm
II	blanc + violet	12 mm +	17 – 22 cm
II	blanc + violet	8 mm +	17 – 22 cm
II* court	blanc + violet	12 mm +	12 – 17 cm
I	violet	16 – 26 mm	17 – 22 cm
II	violet	12 mm +	17 – 22 cm



## 2.2. Essai variétés de Rumersheim

En parallèle à l'essai d'irrigation fut installé un essai à Rumersheim (F) de comparaison variétale et de densité. La plantation a été faite le avril 1996 sur une surface de 9,6 ares. Les variétés testées furent les suivantes :

- Andréas (variété F)
- Vulcan (variété D)
- Mars (variété D)
- Gijnlim (variété NL)
- Thienlim (variété NL)
- Backlim (variété NL)

Les écartements sur le rang étaient de 3 plantes par ml (D1) et 2 plantes par ml (D2). Le dispositif de l'essai est de type blocs à 4 répétitions (Figure 2).

**Tableau 2 : Plan de l'essai**

	2 m	10 m	10 m	10 m	10 m
2 m	1	Backlim D2	Thienlim D1	Gijnlim D2	Andréas D1
	2	Vulcan D2	Mars D1	Thienlim D2	Gijnlim D1
	3	Thienlim D2	Backlim D1	Vulcan D2	Thienlim D1
	4	Andréas D2	Gijnlim D1	Backlim D2	Vulcan D1
	5	Mars D2	Vulcan D1	Andréas D2	Mars D1
	6	Gijnlim D2	Andréas D1	Mars D2	Backlim D1
	7	Gijnlim D1	Thienlim D2	Andréas D1	Vulcan D2
	8	Thienlim D1	Andréas D2	Backlim D1	Mars D2
	9	Mars D1	Backlim D2	Vulcan D1	Gijnlim D2
	10	Backlim D1	Gijnlim D2	Mars D1	Andréas D2
	11	Vulcan D1	Mars D2	Gijnlim D1	Thienlim D2
	12	Andréas D1	Vulcan D2	Thienlim D1	Backlim D2

### 2.2.1 Variétés d'asperges comparées

Les principales caractéristiques des variétés sont décrites en annexe. La description de la variété Gijnlim est faite de façon complète au § 2.2.1.

- \* **Andréas** (var. française)
- \* **Vulcan** (var. allemande)
- \* **Mars** (var. allemande)
- \* **Gynlim** (var. hollandaise)
- \* **Thienlim** (var. hollandaise)

## **3 Economie de la production d'asperges**

### **3.1 Introduction**

La production d'asperges n'est pas comparable aux autres cultures de légumes. Avant de s'engager dans la production d'asperges, il faut prendre en considération un certain nombre de particularités. Pour une bonne réussite de la production, l'agriculteur devra mettre en œuvre toute une série de pratiques adéquates dont les spécificités sont présentées ci-après.

### **3.2 La culture d'asperges**

La culture d'asperges est pérenne avec une durée d'exploitation actuelle de 8 à 10 ans. On distingue plusieurs phases dans la production. La production commence avec une année de préparation et l'année suivante de plantation dénommées année 1. Les années suivantes où débutent la récolte sont nommées année 2 ; année 3 ; etc. Certaines exploitations commencent par une préparation de la parcelle deux ans avant l'année de plantation.

#### **3.2.1 Année de préparation et année de plantation**

Les potentialités et caractéristiques de l'asperge tiennent aux conditions de sol. Préférentiellement, on installe une aspergeraie sur des sols légers, mais on peut aussi produire des asperges sur des sols lourds si l'on adapte les techniques culturales. Une condition de départ est l'existence sur l'exploitation de surfaces disponibles pour la plantation ou bien de pouvoir s'assurer d'un bail de fermage adéquat. Avant les premières recettes tirées de l'aspergeraie, différents niveaux d'investissement sont nécessaires suivant les exploitations. Si les asperges sont commercialisées en ventes directes, il faut aussi prévoir en plus des coûts de production les coûts de préparation, de stockage et de vente. L'installation d'une aspergeraie commence généralement par une année de préparation pendant laquelle les éléments essentiels au succès de la future production sont mis en place. A côté des mesures de préparation du sol pour la future culture d'asperges (correction du pH, de la teneur en matière organique, fumure de fond...) il est nécessaire de défoncer le sol sur une profondeur de 90 cm. L'année suivante, les jeunes plants sont installés au printemps dans des sillons de 40 cm de large et 22 cm de profondeur. Avec les espacements aujourd'hui usuels de 2 mètres entre rangs et de 37 cm entre les griffes, on retrouve un peuplement de 13 500 plantes à l'hectare. Durant l'été, différentes interventions sont nécessaires jusqu'à la réalisation du mulch de la culture à la fin de l'année. Dans l'ensemble, les coûts d'installation de l'aspergeraie pour les années de préparation et de plantation varient suivant les frais d'investissement entre 10.225 €/ha [5] et 12.780 €/ha [6].

#### **3.2.2 Années de récolte**

A partir de la deuxième année, la plantation d'asperges peut être récoltée pour la première fois si elle s'est bien développée la première année. Comme la plantation est encore dans sa phase juvénile, elle ne doit pas être exploitée plus de 2 semaines. Les investissements nécessaires à la préparation, le stockage et la vente doivent être réalisés si cela n'a pas déjà été le cas. En troisième année, la récolte peut être prolongée jusqu'à début juin, puis en quatrième année, sous les conditions climatiques du Rhin supérieur, jusqu'à la mi juin.

### 3.2.3 Facteurs exerçant une influence sur le rendement

Le rendement d'une aspergeraie dépend de plusieurs facteurs : la variété, les conditions locales (sol, climat...) et l'âge de la plantation influencent notamment la productivité. Les rendements progressent jusqu'à la cinquième année d'âge de la plantation puis régressent jusqu'à la fin de l'exploitation de l'aspergeraie. En dehors du rendement, la qualité des asperges et leur répartition dans les classes jouent un rôle aussi très important. Pour le producteur, la partie qui se trouve dans la classe 1 est la plus intéressante car c'est celle qui ramène les meilleurs recettes. Les principaux facteurs influant sur la productivité sont succinctement présentés ci-après.

#### **variété**

Aujourd'hui, on ne plante quasiment plus que des variétés hybrides. Elles sont reconnues comme procurant de meilleurs rendements et des gains de qualité par rapport aux anciennes variétés (populations). Les principales caractéristiques sont la qualité des turions (calibrage, forme, coloration anthocyanique, tenue de la pointe etc), le niveau de rendement, la précocité et la résistance aux maladies.

#### **climat**

L'influence du climat doit être abordée de manière séparée entre l'effet sur la période de récolte et celui sur la période de végétation.

A partir d'une température de 10 – 12 °C, les turions commencent à monter. Suivant l'année, la récolte en Rhin supérieur débute entre les derniers jours de mars et la mi-avril. Le rendement et les températures moyennes restent étroitement liés. Une élévation de la température moyenne de mai de 0,5 °C et le rendement croît de presque 2 q/ha [5] ou selon de cas de 1,7 q/ha pour une variation de 1 °C [1]. Conditionnés par ces relations, les prix des asperges sur les marchés varient dans un sens ou l'autre.

La pluviométrie pendant la saison de récolte n'a pas d'effet prouvé sur la productivité. Les sols ont la plupart du temps une humidité suffisante grâce aux précipitations hivernales.

Pendant la phase végétative qui s'étend de mi-juin à octobre, il n'y a à la vue des résultats des dernières années pas de relations significatives entre la température et le rendement obtenu l'année suivante. Des températures moyennes supérieures à 19 °C favorise la croissance et le rendement de l'année suivante. Des températures moyennes supérieures à 19 °C provoquent en revanche plutôt des chutes de productivité.

L'influence de la pluviométrie recueillie sur cette période est par contre clairement établie, particulièrement celle des mois de juillet et d'août qui revêt une importance capitale sur la productivité de l'année suivante. Le potentiel maximum de turions est atteint l'année suivante dès lors que la pluviométrie sur la période végétative est comprise entre 180 à 250 mm [1].

#### **Durée de la récolte en saison**

Une étude à Ingelheim sur l'effet de la date de fin de récolte sur la productivité et la qualité en asperges a livré les résultats suivants. La fin d'exploitation a varié du 25 mai au 29 juin. Une récolte prolongée au delà du 10 juin n'apporte aucun gain de rendement dans la classe I. Sur le rendement global observé sur cinq ans, aucune différence significative n'a été relevée entre une exploitation s'achevant entre le 8 et 29 juin. En récoltant jusqu'au 29 juin, on accuse en augmentant la période de récolte encore plus la faiblesse de l'installation. Cela signifie que le vieillissement d'une plantation est caractérisée par un abaissement du taux de turions en classe I [4].

#### **Irrigation**

Durant la période de récolte, les réserves en eau du sol assurées par les précipitations hivernales sont la plupart du temps suffisantes, si bien qu'aucune irrigation n'est nécessaire. Dans quelques cas, une irrigation de qualité est réalisée pendant la récolte afin que le sol reste frais et finement motteux pour assurer la qualité des turions. Cette pratique réalisée

avec mise en place de couverture du sol par des films plastiques n'est pas réalisée sous nos conditions.

Comme déjà dit, une alimentation en eau suffisante pendant la phase végétative est importante pour le rendement de l'année suivante. Dans plusieurs essais, on a retrouvé des gains de productivité de 20 à 30 %. Une irrigation supplémentaire renforce plus le rendement dans les sols légers que dans les sols lourds. Une irrigation pour aussi retarder le vieillissement de la plantation.

Une irrigation excédentaire doit cependant être évitée en juillet et août car une carence en oxygène dans le sol peut être préjudiciable au développement des plantes. Des trop fortes pluviométries en septembre et octobre peuvent aussi avoir à des effets négatifs pour la productivité l'année suivante.

### 3.2.4 Coûts de la production d'asperges

Au chapitre 3.2.1, les investissements nécessaires à l'installation d'un hectare de plantation d'asperges ont déjà été présentés. Ils se répartissent en frais d'année de préparation et d'année de plantation. En seconde année et par la suite, on tient compte des coûts d'entretien de la plantation et des frais fixes (fermage...). Si l'on récolte dès la seconde année, il faut tenir compte des frais de récolte et des produits des ventes. Dans la Figure 3, les charges sont décrits par kg d'asperges produite pour une base de rendement net de 45 q/ha [5].

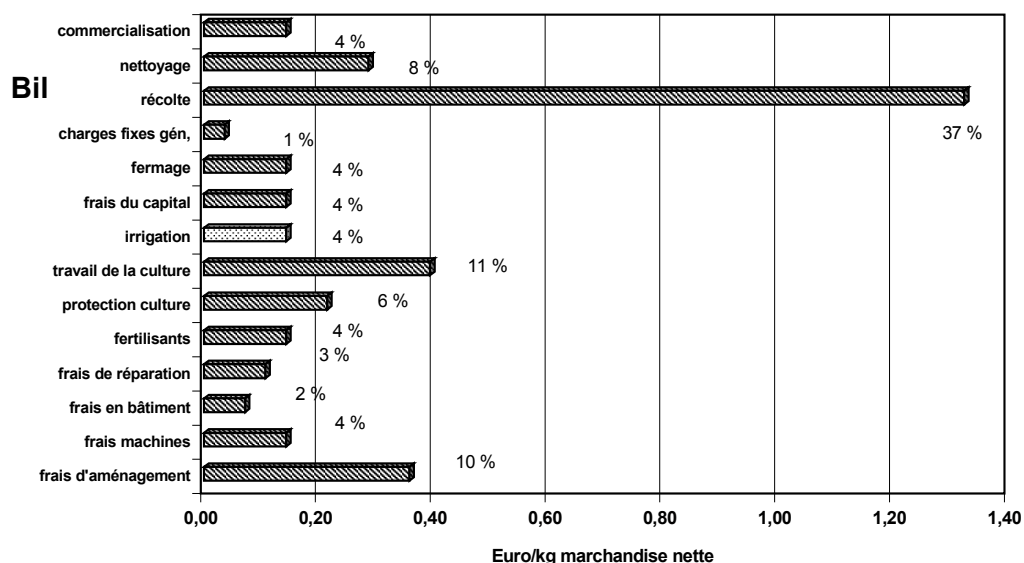


Figure 3 : répartition des charges par kg d'asperges

Près de la moitié des charges sont occasionnées par la commercialisation, la préparation et la récolte des asperges.

Les charges de travail sur la culture et celles d'amortissement des installations sont les autres postes les plus conséquents avec 11 % et 10 %.

### 3.3 Données économiques sur les pratiques d'irrigation

Dans le chapitre suivant, on s'intéresse de plus près aux coûts inféodés aux différentes pratiques d'irrigation introduites dans l'essai. Il s'agit donc de la pratique courante d'irrigation aérienne par aspergeurs circulaires et de l'irrigation souterraine au goutte à goutte.

#### 3.3.1 présuppositions

La comparaison des deux systèmes doit intervenir sous la condition qu'il y a une adduction d'eau au champ déjà préexistante. Les frais de mise à disposition de l'eau (facturation de l'eau) dans les conditions d'étude (pompage d'eau de la nappe) sont considérées comme des valeurs fixes. Les frais d'accès à l'eau sont bien sûr décisif pour la rentabilité de l'irrigation. Ils peuvent aussi influencer sur la décision en faveur d'un système d'irrigation ou d'un autre. Pour les frais d'irrigation, un coût moyen de l'eau de 0,26 Euro/ m<sup>3</sup> a été retenu.

Dans la comparaison des deux systèmes d'irrigation, seuls les charges de distribution de l'eau ont été prises en compte. Ceux-ci incluent les coûts de la structure technique et le temps de travail nécessaire et selon le cas les coûts d'utilisation.

Les coûts présentés ci-dessous se rapportent à un hectare d'aspergeraie équipée d'installation d'irrigation. Les systèmes d'irrigation décrits doivent être établis selon l'état de l'art actuel et être comparables pour ce qui est des données d'irrigation. La durée d'utilisation des deux systèmes doit correspondre à la durée d'exploitation de l'aspergeraie.

##### 3.3.1.1 irrigation aérienne

Pour ce qui concerne le système d'irrigation aérienne, il a été considéré que les équipements (tuyaux, arroseurs...) sont mis en place pour le début d'arrosage fin juin et sont retirés à la fin de l'été début septembre. L'installation est réalisée de telle manière que la réalisation d'un tour d'irrigation ne doit pas engendrer de déplacement de tuyaux ou d'arroseurs. Le système de répartition de l'eau doit comporter les éléments suivants :

Unité de pilotage	204,52 €
Clapets magnétiques (trois unités, avec câblage)	613,56 €
<u>Conduites d'irrigation avec arroseurs</u>	<u>2.045,17 €</u>
<b>Coûts d'investissement (Euro)</b>	<b>2.863,25 €</b>

Dans la saison d'irrigation, on doit tenir compte de charges de main d'œuvre tout comme de coûts de déplacement. Pour ces derniers, les valeurs suivantes ont été retenues :

Mise en place de l'installation au début de saison (6 heures à 7,67 €/h)	46,02 €
Réaménagement occasionné par les interventions (10 h à 7,67 €/h)	76,70 €
Travail de surveillance(1 h à 7,67 €/h)	3,67 €
Déplacements de contrôle (20 h à 7,67 €/h)	153,40 €
Démontage de l'installation en fin de saison (5 h à 7,67 €/h)	38,35 €
<u>Charges en véhicule d'exploitation</u>	<u>10,23 €</u>
<b>Coûts annuels en interventions (main d'oeuvre)</b>	<b>332,37 €</b>

### 3.1.1.2 Irrigation souterraine

En comparaison au système aérien, on retrouve pour les systèmes enterrés des coûts d'installation qui s'ajoutent aux coûts en matériels. L'équipement reste en place dans le sol pendant toute la durée d'exploitation de la plantation d'asperges, et les frais de montage – démontage à chaque saison disparaissent. Les coûts pour ce type d'installation sont donc :

#### *Coûts en matériels :*

Unité de pilotage	204,52 €
Filtre avec armature et manomètre	664,68 €
Clapets magnétiques avec réducteurs de pression (trois éléments + cablage)	920,34 €
Conduite d'amenée 100 m (€/m)	358,00 €
Petits éléments .	255,50 €
<u>Goutte-à-gouttes (5.000 m)<sup>1</sup></u>	<u>767,00 €</u>
Total	3.170,04 €

#### *Coûts d'installation:*

Location d'1 excavateur pour les fossés d'amené (1 jour)	168,73 €
Main d'oeuvre(32 h à 7,67 €/h)	245,44 €
installateurs (8 h à 30,68 €/h)	245,44 €
introduction des goutte-à-gouttes (entrepreneur 4 h/ha, 40,90 €/h)	163,60 €
<u>charges de transport et de véhicules</u>	<u>20,46 €</u>
total	843,67 €

**coûts d'investissement (matériel et installation) 4013,41 €**

Pendant la période d'irrigation, il faut tabler sur les charges en main d'œuvre suivantes :

Contrôle et réparation avant début de saison (4 h à 7,67 €/h)	30,68 €
Travail de surveillance (1 h à 7,67 €/h)	7,67 €
<u>Dépalcements de controle(20 h à 7,67 €/h)</u>	<u>153,40 €</u>
<b>Charges annuelles en main d'oeuvre</b>	<b>191,75 €</b>

Pour ce qui est du temps nécessaire à l'entretien et du coût annuel que cela représente pour un système d'irrigation enterré, il n'existe quasiment pas de référence accessible. Les données mentionnées sont donc estimées sur la base du dispositif expérimental et sont susceptibles dans la pratique à divergences notables.

### 3.3.2 Comparaison des coûts des deux systèmes

Dans la partie précédente, on a présenté les charges en investissement et en main d'œuvre annuelle pour l'irrigation d'un hectare d'asperges pour les deux systèmes d'irrigation. Pour une comparaison économique des deux systèmes, les charges annuelles qui en résultent sont très intéressantes pour les producteurs. Aux frais fixes d'amortissement et de

<sup>1</sup> Le prix du goutte-à goutte retenu est de 0,30 DM/m et le prix qui en résulte pour 5 000 m a été calculé en Euro et arrondi.

paiements d'intérêts pour l'installation s'ajoutent les charges en main d'œuvre et en eau. Dans les exemples de calculs suivants, on a pris en compte une durée de fonctionnement de huit ans [N] pour chaque type d'équipement. Il est aussi retenu un taux d'intérêt de 6 % [q] et des frais de réparations annuelles de 2,5 % de la somme investie. Pour la mise à l'abri des tuyaux et arroseurs du système aérien, on a compté 1 % de la valeur investie. Les coûts d'accès à l'eau retenus sont de 0,26 €/m<sup>3</sup>. Pour ce qui est de l'irrigation sousterraine, il est accepté une moindre consommation d'eau qu'en irrigation aérienne en raison d'une meilleure efficacité de l'eau apportée.

Les charges annuelles sur 1 ha pour le système aérien sont les suivantes :

coûts d'investissement [A] (€/ha)	2.836,25 €
valeur résiduelle [Rw]	0,00 €
<i>coûts fixes (€/Jahr):</i>	
intérêts $(A+Rw)/2*(q/100)$	85,90 €
amortissement $(A-Rw)/N$	357,91 €
entreposage des équipements	28,63 €
<i>coûts variables (€/ha):</i>	
coûts en eau d'irrigation 100 mm (1 mm = 10 m <sup>3</sup> /ha)	260,00 €
réparations	71,58 €
main d'oeuvre	332,37 €
<b>Total des coûts fixes et variables (€/ha)</b>	<b>1136,39 €</b>

Il faut compter pour les charges annuelles sur 1 ha du système souterrain avec :

Coûts d'investissement [A] (€/ha)	4013,71 €
Valeur résiduelle[Rw]	0,00 €
<i>Coûts fixes (€/Jahr):</i>	
Intérêts $(A+Rw)/2*(q/100)$	120,41 €
Amortissement $(A-Rw)/N$	501,71 €
entreposage	0,00 €
<i>coûts variables (€/ha):</i>	
coûts en eau d'irrigation 60 mm (1 mm = 10 m <sup>3</sup> /ha)	156,00 €
réparations	100,34 €
main d'oeuvre	191,75 €
<b>Total des coûts fixes et variables (€/ha)</b>	<b>1070,21 €</b>

A l'aide de ces calculs, on s'aperçoit que l'irrigation souterraine malgré des coûts en investissement beaucoup plus élevés est comparable voire légèrement moins onéreuse pour ce qui est des charges globales annuelles. Comme les écarts de prix pour les goutte-à-

goutte sont importants, les coûts d'investissement peuvent vite s'élever au dessus de 5 000 €/ha (voir § 2.1.2). Cette étude montre également que l'irrigation goutte-à-goutte s'avère supérieure surtout lorsque le coût de l'eau est élevé, grâce à la bonne efficacité de l'eau apporté.

### 3.3.3 Classement économique des dispositifs d'irrigation en production d'asperges

Les coûts annuels induits par l'irrigation doivent au moins être couverts par le surcroît de rendement ou de recettes apporté. Si cela est relativement facile à décrire pour des cultures annuelles, il en est tout autrement pour une culture pluriannuelle comme celle de l'asperge dotée de plusieurs phases de développement et d'effets induits par une alimentation en eau supplémentaire assez variables. L'irrigation peut en effet avoir les conséquences suivantes sur une aspergeraie :

- Augmentation du rendement total
- Amélioration de la qualité et augmentation du poids moyen des asperges
- Développement améliorée de l'aspergeraie lors des trois premières années et par là même amélioration de son rendement potentiel sur la durée de vie totale

On ne peut prévoir dans quelle mesure les effets mentionnés vont avoir une incidence car ils sont dépendant de facteurs extérieurs tels que les conditions météorologiques et la durée de la récolte.

Si l'aspergeraie souffre de stress hydrique pendant sa phase d'installation, les pertes de rendement qui en résulteront suite au mauvais potentiel de rendement sur les années suivantes peuvent représenter plusieurs fois les coûts d'un apport d'eau supplémentaire. De même, si une irrigation peut permettre de prolonger la durée d'exploitation de l'aspergeraie, les incidences sont très positives sur la rentabilité de celle-ci et sur le calcul des charges globales.

Considérant les charges annuelles de l'irrigation souterraine, et en laissant de côté la problématique technique, on doit estimer quelle sera le gain de rendement nécessaire pour compenser les coûts liés à l'irrigation. Pour ce faire on doit également prendre en compte les dépenses induites par le gain de rendement dans les autres compartiments de la production. On considérera ici que des dépenses supplémentaires ne sont induites qu'au niveau de la récolte et du nettoyage –préparation des asperges.

Pour ce qui est de la préparation des asperges, on tablera sur un rendement de 30 kg par heure de main d'œuvre. Avec un coût de 7.67 Euro/h le coût par kg d'asperges est de 0.26 Euro (valeur arrondie). Les dépenses supplémentaires induites à la récolte sont très difficiles à estimer car le gain de rendement peut être en partie réalisé par une progression du nombre de turions mais aussi par une augmentation du poids moyen de ces derniers. En tenant compte de ces considérations, un surcoût de 0,10 Euro/kg est retenu pour la récolte. Les données qui s'en suivent sont :

Coûts d'irrigation :	1.070,21 €/an et par ha
Coûts supplémentaires de tri et de préparation :	0,26 €/kg
Coûts supplémentaires de récolte :	0,10 €/kg



Pour une espérance de rendement de 8.000 kg/ha (rendement annuel non irrigué) et une recette moyenne de 3,32 €/kg d'asperges, ces charges supplémentaires nécessitent un gain de productivité de :

<b>Gain de rendement nécessaire :</b>	<b>361,56 kg</b>
<u>Recettes supplémentaires :</u>	<u>1.200,38 €</u>
moins coût supplémentaire de tri :	94,01 €
moins cout supplémentaire de récolte :	36,16 €
<u>moins coût supplémentaire d'irrigation :</u>	<u>1070,21 €</u>
Différence:	0,00 €

Les couts supplémentaires occasionnés par l'irrigation sont couverts par un gain de productivité de 362 kg/ha. Pour une espérance de rendement de 8 000 kg/ha, ceci correspond à un gain de rendement de 4,5 %.

## 4. Résultats des essais

### 4.1 Essai d'irrigation de Feldkirch

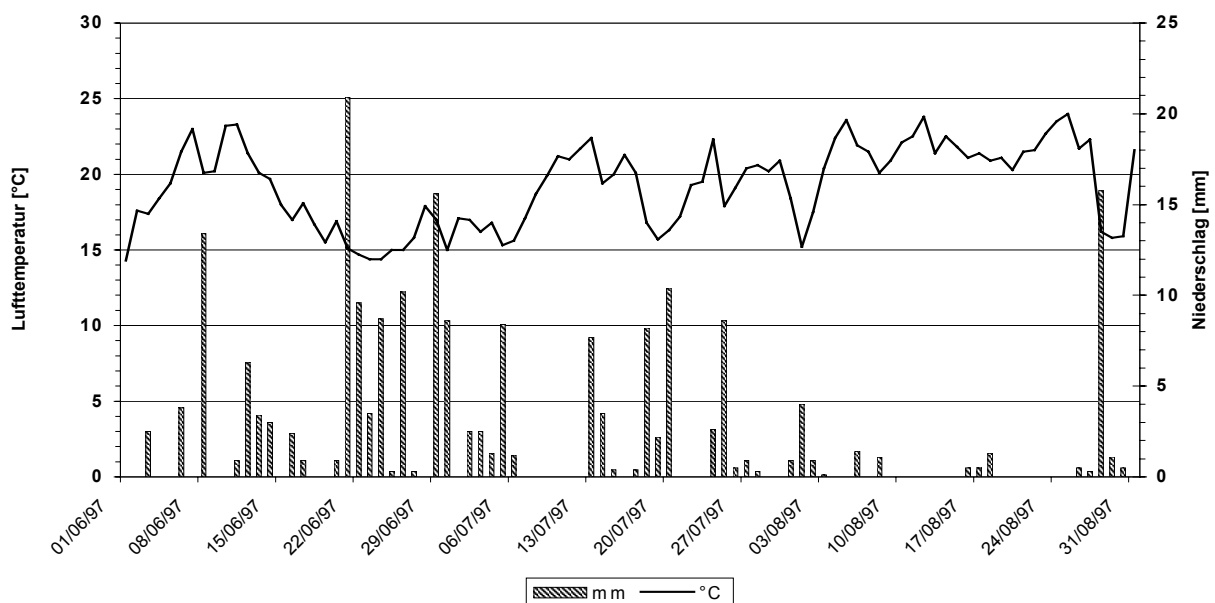
Les années 1996 et 1997 sont marquées par des étés riches en pluviométrie. Ceci a naturellement été peu favorable à l'expérimentation car l'aspergeraie a été suffisamment alimentée en eau par les pluies durant cette phase déterminante pour son potentiel de productivité. Ainsi, le développement des plantes a été du point de vue de l'alimentation hydrique non discriminé entre les différentes variantes de l'essai. Seule l'année 1998/1999 a connue un été sec en comparaison des années précédentes. L'installation des racines des plantes est toutefois à cette date (3<sup>ème</sup> année) déjà si développée que les plantes peuvent utiliser l'eau des horizons profonds du sol et qu'ainsi un apport d'eau supplémentaire ne joue pas un rôle si déterminant que lors des deux premières années de développement. Cependant les effets des différents régimes hydriques sur la culture restent à mesurer sur les années de pleine production (4 à 6<sup>ème</sup> année) et jusqu'à la fin de l'exploitation de l'aspergeraie.

#### 4.1.1 Irrigation

Lors de l'année d'installation, il a été volontairement renoncé à une irrigation. D'un côté parce que les pluviométries de mai à septembre étaient suffisantes avec 360 mm et de l'autre côté parce que la première récolte pouvait donner de meilleures conclusions sur d'éventuels autres effets (en particulier les effets de sol) au niveau du rendement, sans irrigation différenciée entre les variantes.

En 1997, il y eu aussi des pluviométries suffisantes en juin avec 115,2 mm et 62,5 mm en juillet. Ce n'est qu'au début d'août qu'une période de sécheresse s'est installée, rendant possible le premier déclenchement de l'irrigation à partir de mi-août (Figure 4).

Figure 4 : température de l'air et pluviométrie sur l'essai durant juin-août 1997



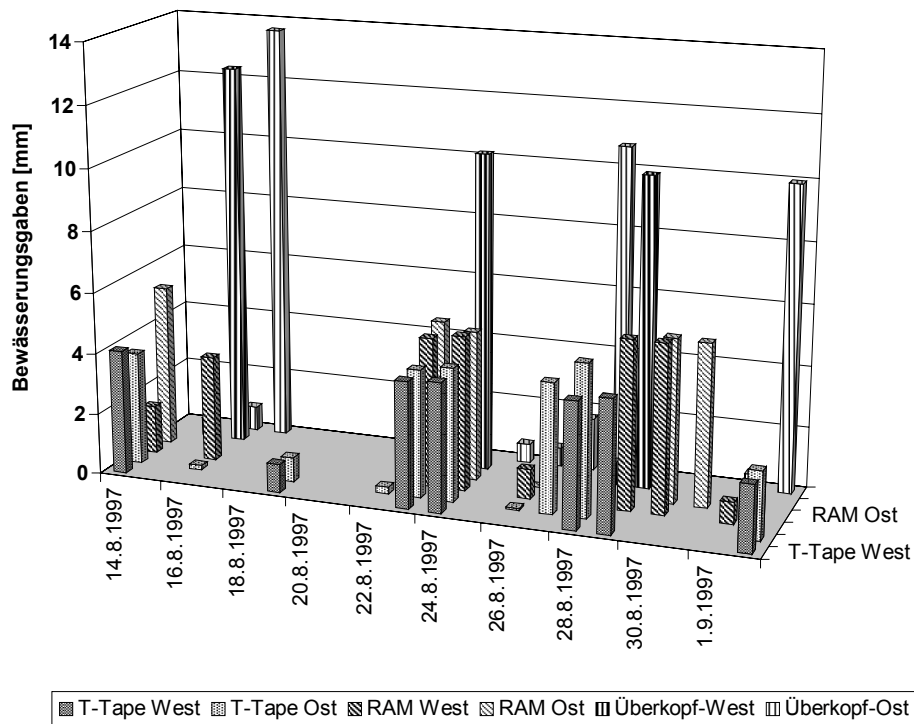
Des cycles fixes d'irrigation ont été mis en œuvre afin de pouvoir comparer les quantités d'eau utilisées lors de chaque période et parce qu'aucune connaissance n'était encore acquise sur l'effet de l'irrigation souterraine dans les conditions de sol du site expérimental. On renonça à la conduite de l'irrigation à l'aire de tensiomètres car il ne restait plus que seulement deux semaines avant début septembre, date à partir de laquelle un apport d'eau supplémentaire n'a plus de sens.

A l'aide des informations techniques disponibles sur les systèmes souterrains on a pu transformer les quantités d'apports d'eau souhaités en temps de fonctionnement des installations .

Pour les apports d'eau des systèmes enterrés, il a été calculé un apport de 10 mm à chaque séquence d'irrigation. Les quantités d'eau totales apportées pour chaque variante sont rassemblées dans le tableau 3 et les apports individuels décrits dans la figure 5.

**Tableau 3 : quantité d'eau totale apportée suivant les variantes en 1997**

<b>Partie</b>	<b>Nombre de rangs</b>	<b>Surface en m<sup>2</sup></b>	<b>Apport en mm</b>
aérien côté ouest	12	2400	34,5
aérien côté est	12	2400	38,6
T-Tape côté ouest	7	3010	26,5
T-Tape côté est	8	3440	27,8
RAM côté ouest	7	3010	28,6
RAM côté est	7	3010	27,1



**Figure 5 : Apports d'eau en mm selon les variantes en 1997**

La quantité d'eau apportée dans le cas de l'irrigation aérienne a été plus importante dans le cas de l'irrigation aérienne que dans celle de l'irrigation souterraine car une profondeur d'environ 30 cm de sol qui correspond à l'horizon de sol au dessus des racines d'asperges doit d'abord être saturée en eau.

Les temps de fonctionnement des différents systèmes a été choisie de façon à ce que le système souterrain soit en œuvre pendant les périodes de nuits. Le système aérien fut programmé pour que l'arrosage intervienne dans les premières heures de la matinée.

Suite à une prise d'échantillon le 18.08.1997, on a pu constater une absorption significative d'azote par les plantes, si bien qu'un apport de 60 kg N/ha fut estimé indispensable. Celui-ci est intervenu lors de la dernière semaine d'août par l'intermédiaire de l'installation d'irrigation aérienne, ce qui représentait à cette époque la meilleure voie d'apport du fertilisant. Pour ce qui concerne les installations souterraines, on a effectué les apports à l'aide d'une station de fertilisation comprenant

des unités doseuses et par l'intermédiaire d'un " Bypass " associé à l'armature distributrice de la fosse d'irrigation. Comme pour le système aérien, la possibilité de couplage d'une station de fertilisation avec la fosse d'irrigation n'existait pas, celle-ci a été reliée aux conduites d'amenées aux différentes sections d'arrosage.

La figure 6 présente les valeurs des tensions du sol pour les profondeurs 20, 50 et 80 cm en liaison avec les apports d'irrigation souterraine (RAM) et les pluies.

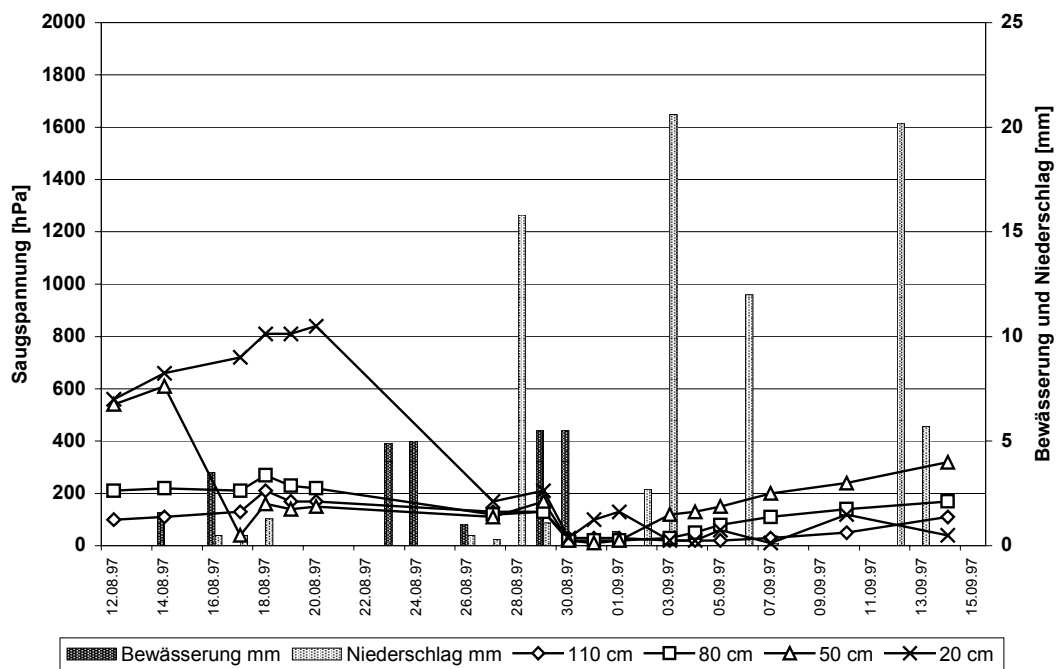


Figure 6 : évolution de la tension du sol pour l'irrigation souterraine (Parcelle 16, RAM)

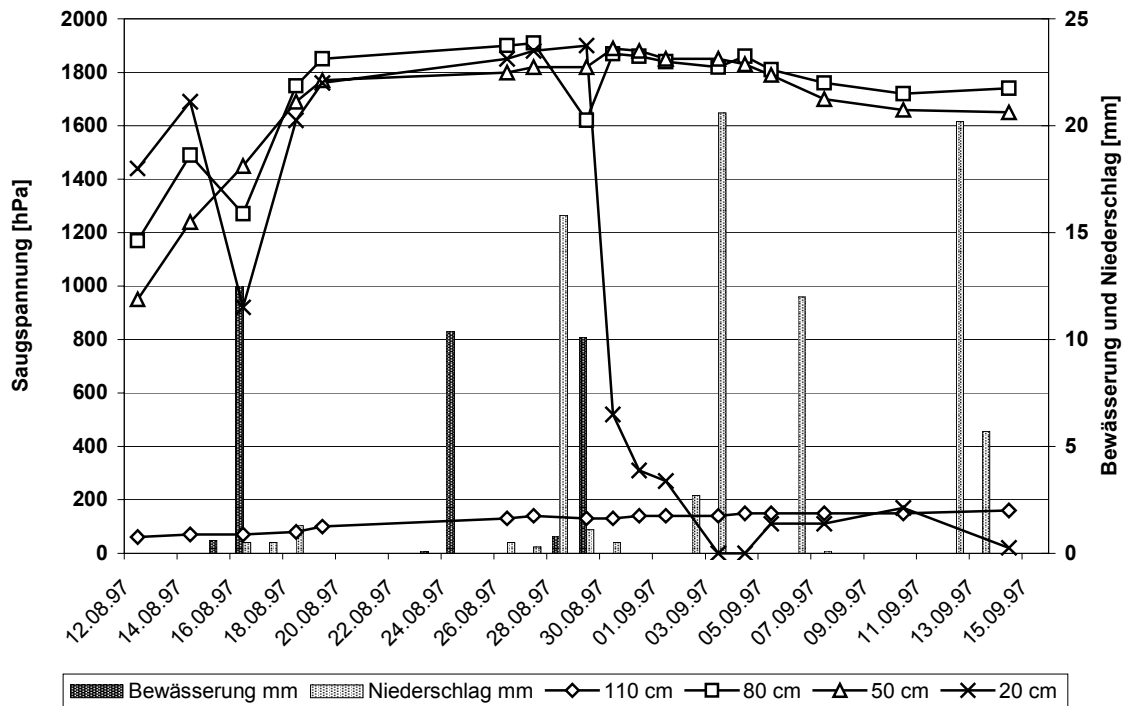
Le premier apport d'eau a été déclenché pour l'irrigation souterraine le 14.08.1997 avec une quantité d'eau visée de 5 mm rapportée à la surface totale à irriguer. A l'aide du compteur d'eau, il a été constaté que la quantité d'eau réellement apportée dans la partie RAM différait de celle souhaitée (cf. Figure 5). La raison jusqu'alors inconnue réside dans le fait que vers 20 h (comme aussi le matin vers 11 h pour environ 2 heures) l'alimentation en courant de l'installation de pompage a été coupée pour environ une heure et qu'ainsi il n'y avait pas d'eau de disponible. Bien que le temps d'arrosage ait été conforme au pilotage de l'irrigation, il n'a cependant pas été apporté la quantité totale d'eau souhaitée sur la durée totale d'apport suite à ce cycle d'irrigation défaillant (durée de 120 minutes).

L'apport manquant a été apporté après coup le 16.08.1997 lorsque l'origine du problème eut été identifié.

Les cycles d'irrigation des 14 et 16.08.1997 ont eu pour effet une nette diminution de la valeur de la tension mesurée dans le sol à 50 cm de profondeur (soit 20 cm au dessous des conduites goutte à goutte). A 80 cm et 110 cm de profondeur, on a pas pu constater de modification de la teneur en eau du sol. A 20 cm de profondeur, soit 10 cm au dessus des conduites d'apport d'eau, on a également pas observé de modifications suite à l'irrigation. Suite à la défaillance d'un des appareils de lecture des sondes aucune valeur n'a pu être relevée entre le 21 et le 26.08.1997. Comme sur cette période on pouvait s'attendre à des tensions du sol encore accrues et que les premiers apports d'eau n'avaient pas encore eu d'effet sur les horizons profonds du sol, il a été réalisé un apport de 5 mm le 23 et le 24.08.1997. Les mesures suivantes du 27.08.1997 montrèrent pour toutes les profondeurs des valeurs de tensions du sol mesurées entre 100 et 170 hPa. Les deux derniers apports d'eau des 29 et 30.08.1997 ont été réalisées en liaison avec les apports de fertilisants déjà mentionnés. Ceci fut le moyen le plus approprié d'apporter à cette date les éléments fertilisants dont les plantes avaient besoin. Les valeurs de tensions du sol continuèrent à monter légèrement jusqu'à la mi-septembre malgré des précipitations importantes. Les valeurs des tensions restèrent jusqu'à la fin des mesures à la mi-octobre, à tous niveaux de profondeur, entre 400 hPa et 1 400 hPa malgré l'augmentation des pluies. Des observations analogues à celles décrites ci-dessus ont été faites sur les autres points de mesures installés dans les variantes d'irrigation souterraine. Ces observations motivèrent les apports d'eau décidés.

Les évolutions des teneurs en eau du sol à différentes profondeurs sont présentées dans la figure 7 pour la variante en irrigation aérienne.

Figure 7 : valeurs de tensions du sol pour l'irrigation aérienne

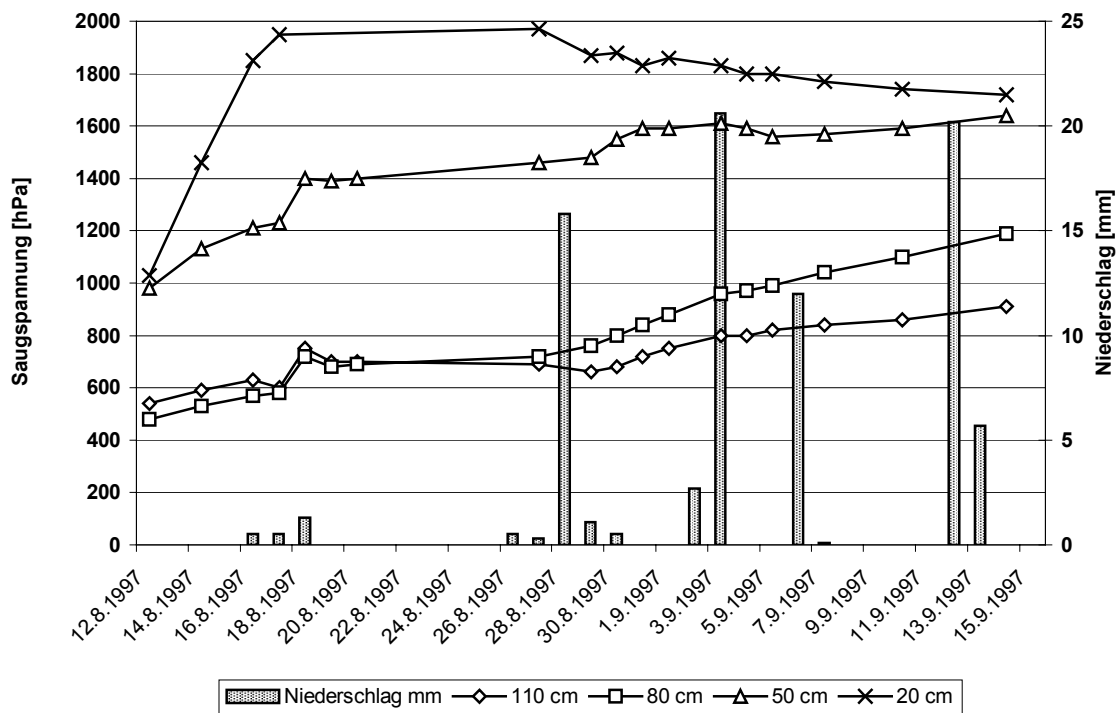


Un premier apport de 12.5 mm effectué le 16.08.1997 est immédiatement suivi d'une baisse de la tension dans le sol à 20 cm de profondeur : celle-ci passe de 1 690 hPa à 920 hPa. Suite au climat chaud et de températures moyennes juste au dessus de 20 °C, la tension remonte cependant à cette profondeur à nouveau à 1 620 hPa. On remarque la chute de la tension à 80 cm de profondeur d'environ 220 hPa alors qu'à 50 cm aucune différence n'est constatée.

Une cause possible de ce phénomène pourrait être la progression de l'eau d'irrigation directement vers l'horizon 80 cm par des fentes présentes dans le sol. La valeur de tension remonte cependant rapidement à nouveau au dessus de 1 800 hPa. Un nouvel apport de tout juste 10 mm le 24.08.1997 ne s'est traduit par aucune répercussion dans les différentes profondeurs mesurées. Seule une pluie de 16 mm qui s'est ajoutée à l'apport de 10 mm des 28 et 29.08.1997 provoque une chute des tensions sensible à 20 cm de profondeur jusqu'à une valeur de 500 hPa. Suite à différents épisodes pluvieux dans la première moitié de septembre, cette valeur descend en dessous de 200 hPa. Dans les profondeurs 50 et 80 cm, les valeurs des tensions n'évoluent pas. A 110 cm de profondeur, la valeur de la tension du sol reste pour toute la période de suivi en dessous de 200 hPa. La raison au maintien d'une valeur faible de tension du sol pour l'horizon à 110 cm de profondeur serait à rapprocher de l'existence d'une ligne de partage des eaux (dynamique de circulation de l'eau) qui se ferait dans ce niveau du sol. A ce niveau du sol, le gradient hydraulique ne varie guère.

Si l'on renonçait à une alimentation en eau supplémentaire par irrigation, alors les valeurs de tension de l'eau du sol montaient pour presque tous les niveaux de profondeur durant la période considérée (figure 8). Jusqu'environ le 18.08.1997, l'augmentation des tensions est relativement forte, puis la progression devient plus lente. Au contraire de l'évolution des valeurs obtenue pour l'irrigation de surface, la tension à 20 cm ne réagit que faiblement aux précipitations. Ce n'est qu'à partir du 28.08.1997 que les valeurs enregistrées à 20 cm diminuent lentement, alors que celles des autres profondeurs continuent de monter.

**Figure 8 : tensions de l'eau du sol sans irrigation**





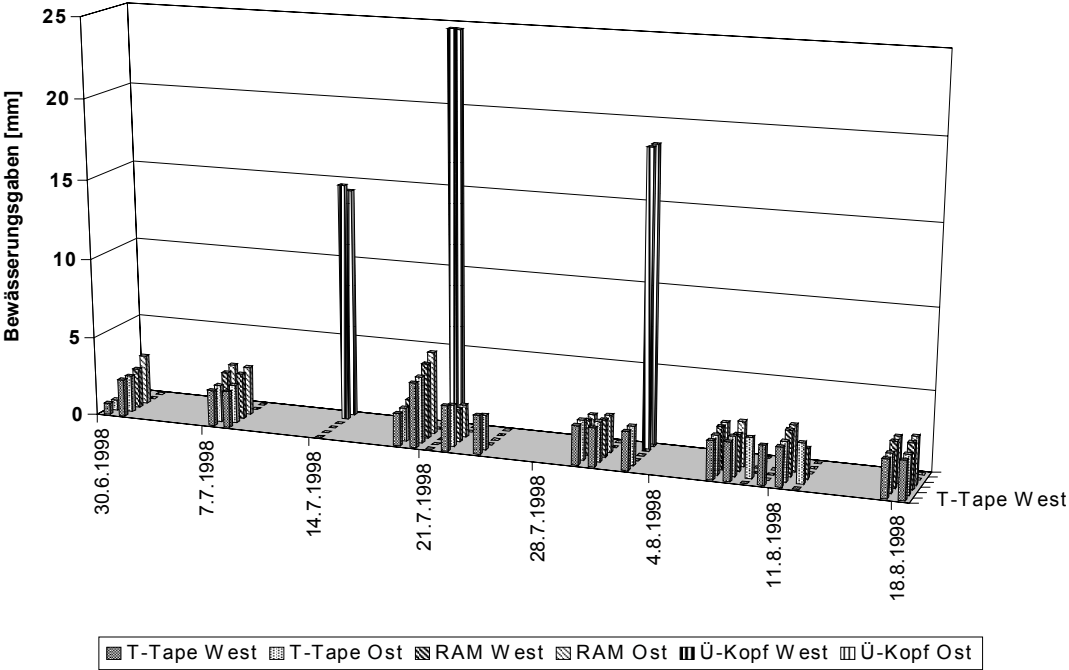
En 1998, on a comme en 1997 aussi suivi les valeurs de tensions de l'eau dans le sol pendant la période d'irrigation pour les différentes variantes. On renonça au suivi pour la profondeur 110 cm car à la vue des résultats de l'année précédente, aucune connaissance nouvelle n'était à attendre des résultats procurés et que l'on pouvait par là réduire considérablement le temps de travail nécessaire au suivi. L'irrigation de 1998 fut pilotée pour la première fois à l'aide des tensiomètres. Ces derniers furent placés près d'un élément goutteur avec un décalage de 10 cm sur le rang et de 3 cm sur le côté. Les tensiomètres ont été utilisés de manière à ce qu'en dessous d'une valeur de 200 hPa de tension du sol, une irrigation soit engagée. L'irrigation aérienne fut à partir de la mi-juillet pilotée à l'aide des conseils du service de la météorologie allemande et du service d'information sur l'irrigation du BLHV (syndicat badois des exploitants agricoles) proposé pour la première fois. En tenant compte des caractéristiques du sol et de la culture, des conseils spécialisés ont été donnés pour l'irrigation deux fois par semaine sur la période d'irrigation, en fonction des pluviométries reçues et des apports d'eau effectués. Ce conseil peut être obtenu par l'utilisateur par voie de fax comme pour le service météo (Wetterfax).

Le tableau 4 présente les quantités totales d'eau reçues par les différentes variantes en 1998 et la figure 9 les apports individuels.

**Tableau 4 : total des apports d'eau effectués en 1998 pour les différentes variantes**

<b>section</b>	<b>Nombre de rangs</b>	<b>Surface en m<sup>2</sup></b>	<b>Apport en mm</b>
Überkopf Westseite	12	2400	58,2
Überkopf Ostseite	12	2400	57,5
T-Tape Westseite	7	3010	40,7
T-Tape Ostseite	8	3440	43,4
RAM Westseite	7	3010	37,9
RAM Ostseite	7	3010	38,5

Figure 9 : apports d'eau en mm pour les différentes variantes en 1998



**Figure 10 : évolution des tensions de l'eau du sol pour l'irrigation souterraine (T-Tape parcelle 10)**

La figure 10 présente l'évolution de la tension du sol entre le 19.07 et le 30.08.1998.. A partir du 23.07.1998, les tensiomètres ont été associés au pilotage de l'irrigation et les durées d'irrigation quotidiennes réglées à partir des outils de pilotage.

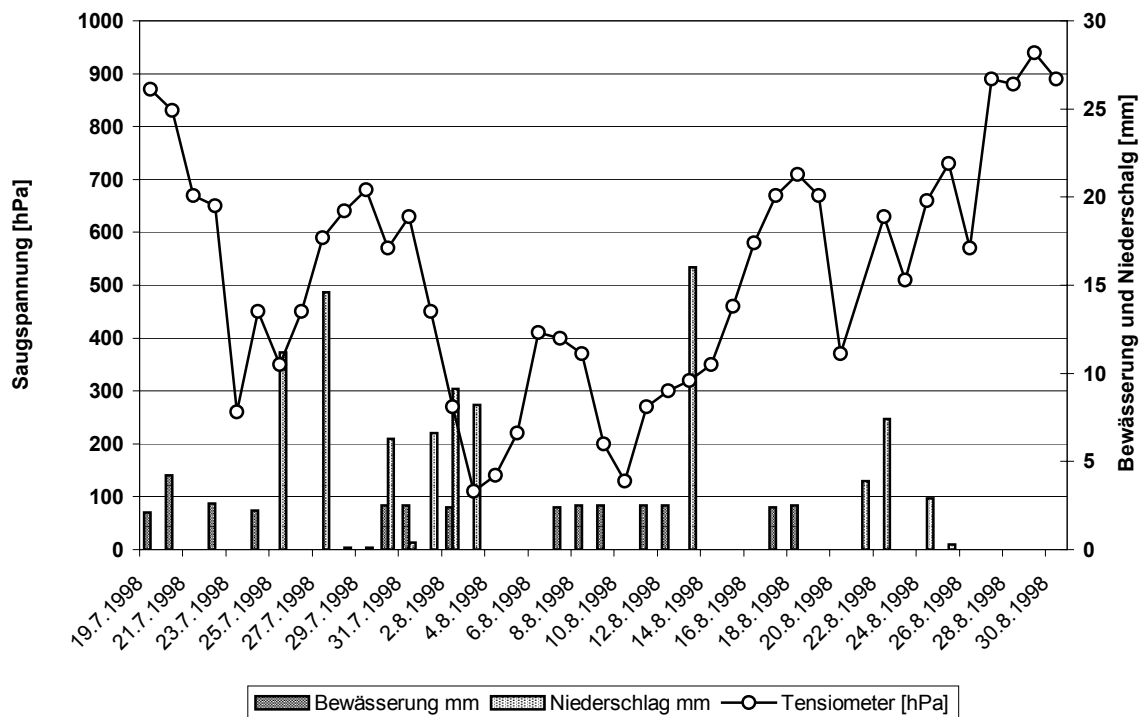
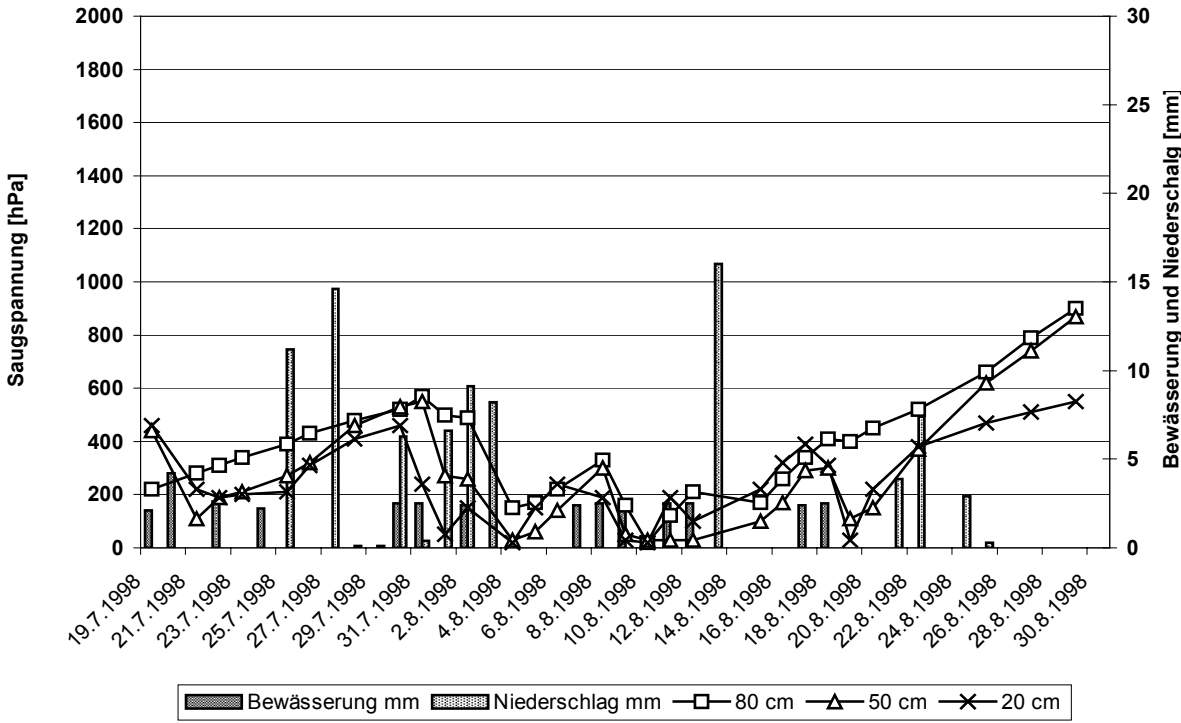


Figure 11 : évolution de la tension mesurée par le tensiomètre de pilotage pour l'irrigation souterraine (T-Tape)



Les tensions mesurées au niveau du tensiomètre de pilotage sont présentées dans la figure 11.

Au niveau des profondeurs 20 et 50 cm on peut constater une diminution sensible de la tension après les apports d'eau du 19 et 20.07.1998 (Figure 9). A 80 cm on ne constate aucun changement. Entre le 25 et le 29.07.1998, aucun arrosage n'a été possible à cause de réparation au niveau du puit. Sur cette période, la tension est montée à tous les niveaux de 400 à 600hPa.

Après reprise de l'irrigation et précipitations naturelles, les valeurs de tension observée tombèrent pour l'ensemble des profondeurs suivies en dessous de 200 hPa.

Au 01.08.1998, il a été nécessaire de compléter l'eau manquante dans le tensiomètre après le relevé d'une tension d'une valeur de 450 hPa. L'introduction d'eau prévue à midi ne fut pas réalisée car la tension dans le tensiomètre à ce moment était inférieure à 200 hPa, point de décrochage du tensiomètre. Ce n'est que le jour suivant que l'apport d'eau fut réalisé après que la valeur de tension du tensiomètre fut revenue à presque 300 hPa.

Après qu'au 03.08.1998, les valeurs de tension de trois des quatre tensiomètres de pilotage soient tombées en dessous de 200 hPa, il y eu une intervention manuelle pour l'irrigation. Au 07.08.1998, le programme d'irrigation fut à nouveau actif dès lors que les tensions des tensiomètres avaient re-dépassé les 20 hPa.

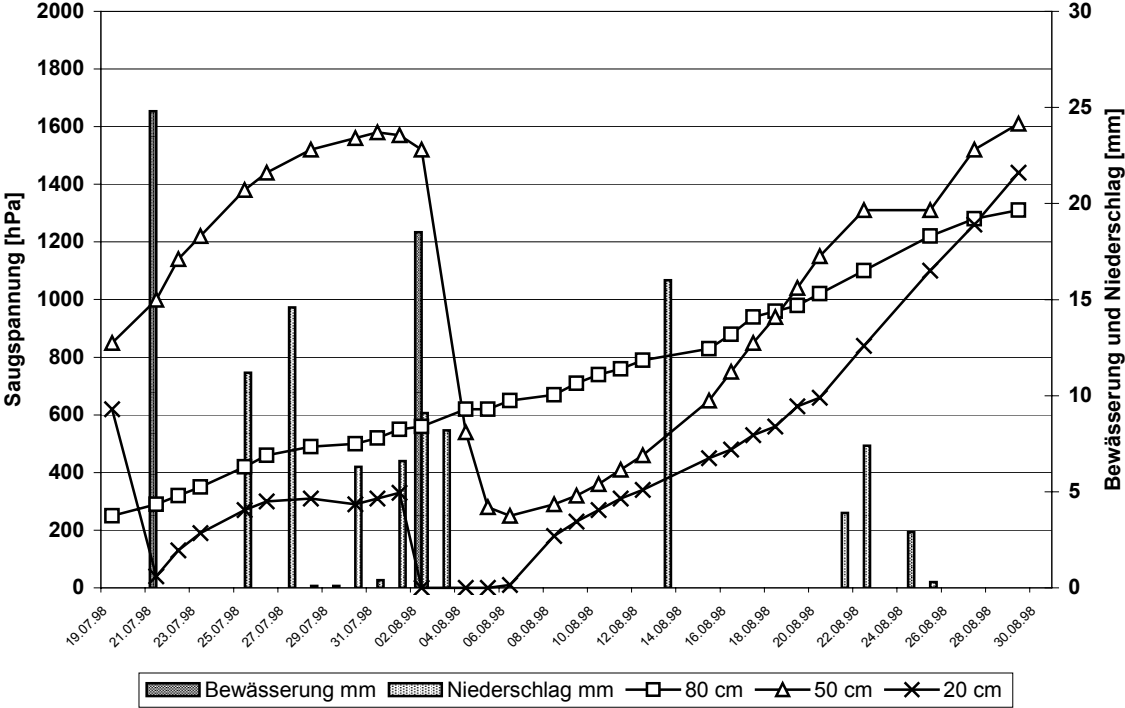
Les trois jours suivants, le programme d'irrigation fut à nouveau exécuté jusqu'au 10.08.1998 date à laquelle le programme de pilotage à partir de tensiomètres fut suspendu. Lors des deux jours suivants, les valeurs de tensions du tensiomètre restèrent au dessus du point de décrochage et l'irrigation fut réalisée. Après une pluie très conséquente le 13.08.1998 vers deux heures, le programme d'irrigation fut arrêté, car les valeurs mesurées par les autres capteurs d'humidité du sol indiquaient une humidité suffisante. Après une nouvelle remontée des valeurs, le programme d'arrosage fut à nouveau actionné, toutefois le programme ne fut pas réalisé ce jour là à cause d'une panne de l'appareil de pilotage. Sur les deux journées qui suivirent, l'irrigation fut conduite conformément au programme pour ensuite être définitivement arrêtée le 19.08.1998.

La figure 12 présente les valeurs de tension pour l'irrigation aérienne.

Un premier apport de 15 mm a été effectué le 14.07.1998, puis l'irrigation a été conduite sur la base des conseils donnés par le service d'information sur l'irrigation (BID). La panne du système d'irrigation entre le 25 et le 29.07.1998 a toutefois entravé partiellement la mise en application des recommandations.

Sur la base du conseil du BID il a été fait le 21.07.1998 un apport de 25 mm. Il est facile de reconnaître l'effet induit à 20 cm par cet apport qui s'avère par contre sans incidence sur les autres niveaux. Au 24.07.1998, un autre conseil recommandait un nouvel apport de 23 mm pour le 26.7.1998. Celui-ci ne fut pourtant pas réalisé. Après deux épisodes pluvieux les 25 et 27.07.1998 qui apportaient un total de 26 mm d'eau, l'irrigation fut annulée. La teneur en eau à 20 cm de profondeur continua d'évoluer jusqu'à la fin du mois de juillet en fonction des précipitations, tandis qu'aux niveaux plus profonds, aucune évolution n'était perceptible. En raison des valeurs de tensions mesurées il a été décidé un apport d'eau de 20 mm dans la nuit du 01.08. au 02.08.1998, indépendamment des conseils du BID. Après l'irrigation, des précipitations arrivèrent la nuit du 02.08 et le jour suivant pour un total de 17 mm. Ce n'est qu'à la suite de ces pluies et de l'irrigation réalisée que l'on a mesuré une variation de la tension de l'eau à 50 cm de profondeur. A 80 cm, aucune évolution ne fut observée. A partir de début août, il n'y eut plus aucun avis de déclenchement d'irrigation. Les valeurs de tension varièrent alors pour toutes les profondeurs entre 600 et 800 hPa, ce qui confirma la possibilité d'abandonner les apports d'eau. De nouvelles pluies jusqu'à la fin du mois ne conduisirent pas à de nouvelles variations des mesures faites.

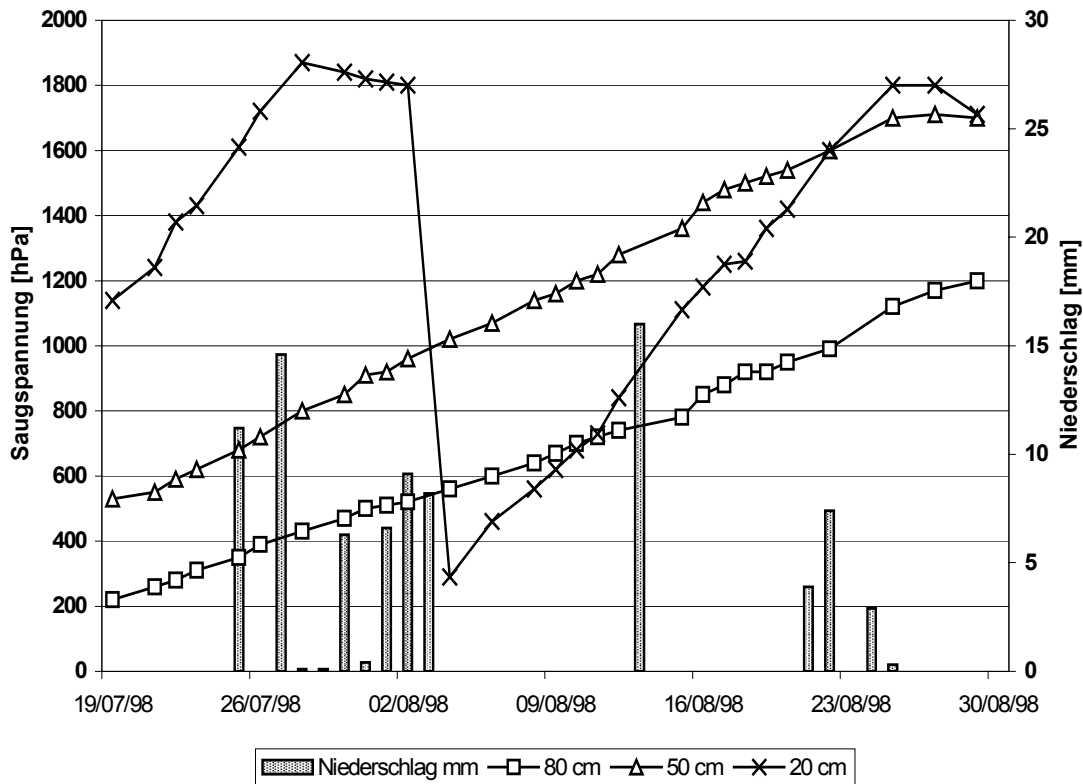
Figure 12 : évolution des tensions de l'eau du sol pour l'irrigation aérienne



**Figure 13 : évolution des tensions de l'eau du sol en l'absence d'irrigation**

La figure 13 présente l'évolution des tensions de l'eau du sol en l'absence d'irrigation

Dans les profondeurs 50 et 80 cm, les valeurs de tension se renforcèrent constamment sur toute la période considérée : départ de 220 à 530 hPa pour arriver à 1 200 à 1 700 hPa. Les précipitations de fin juillet – début août ne montrent un effet que pour le niveau 20 cm.





#### 4.1.2 Rendements et classification des récoltes

La première récolte a été faite en 1997. Un épisode très doux en février permettait en février 1997 un début des travaux extérieurs dans d'excellents délais et après fraissage et buttage des champs d'asperges, la récolte pouvait commencer début avril. Dans l'essai, la récolte a démarré le 11.04.1997 et achevée le 08.05.1997 après 20 jours de récolte. Les précipitations de fin avril ont décalé la date d'achèvement de la récolte souhaitée pour une installation qui n'a que deux ans d'âge.

Le tableau 5 présente les rendements réalisés et les répartitions entre les différentes catégories des asperges récoltées.

**Tableau 5 : rendements et répartition dans les différentes catégories en 1997 (sans distinction d'irrigation)**

	<b>Irrigation aérienne</b>	<b>témoin</b>	<b>T-Tape</b>	<b>RAM</b>
<b>Rendement total</b>	20,2 dt/ha	19,1 dt/ha	18,5 dt/ha	19,4 dt/ha
<b>catégories</b>				
I blanc 26-36	0,8 %	0,0 %	0,5 %	0,2 %
I blanc 16-26	18,9 %	18,0 %	17,5 %	19,7 %
I blanc 12-16	13,8 %	15,0 %	15,5 %	13,7 %
I blanc court	0,3 %	0,3 %	0,4 %	0,4 %
II blanc 16+	25,4 %	21,7 %	26,5 %	26,5 %
II blanc +violet 16+	11,9 %	12,6 %	9,4 %	10,2 %
II blanc +violet 12+	21,5%	24,1 %	21,6 %	20,9 %
II blanc +violet 8+	7,4 %	8,3 %	8,6 %	8,4 %
II blanc /violet court	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %

On ne trouve pas de différences notables entre les rendements individuels et les répartitions dans les différentes catégories. La plus grande partie des asperges récoltées se trouve dans la catégorie II blanc 16+. Si l'on y ajoute la catégorie blanc-violet 16 +, les chiffres avoisinent alors les 34,3 à 37,3 %. Dans la classe II, les catégories blanc violet 12 + suivent avec entre 20,9 et 24,1 % et la catégorie blanc-violet 8 + avec 7,4 à 8,4 %. Dans les catégories I, les classes blanc 16-26 et blanc 12-16 recueillent ensuite les plus gros scores. Les classes blanc 26-36 et court sont peu représentées.

Le début de récolte en 1998 a été difficile en raison d'un retour du froid dans la première moitié d'avril et a été reporté au 20 avril. La récolte a été arrêtée le 01 juin après 41 jours. Les températures moyennes journalières de l'air oscillèrent entre 10 et 15 °C jusqu'au 7 mai 1998 avec toutefois de brèves montées au dessus de 22 °C. Grâce à ces séquences de températures élevées, avec des maxima dépassant les 30 °C, les quantités journalières récoltées s'élevèrent significativement. Dans la deuxième moitié de mai, les températures moyennes descendirent à nouveau entre 15 et 18 °C. Les rendements et les répartitions des asperges entre les catégories sont rapportés dans le tableau 6.

**Tableau 6 : rendements et répartition dans les différentes catégories en 1998**

	<b>Irrigation aérienne</b>	<b>témoin</b>	<b>T-Tape</b>	<b>RAM</b>
<b>Rendement total</b>	68,4 q/ha	73,8 q/ha	74,9 q/ha	77,9 q/ha
<b>Catégories</b>				
I blanc 26-36	0,6 %	0,6 %	0,4 %	0,5 %
I blanc 16-26	8,1 %	7,4 %	7,4 %	7,9 %
I blanc 12-16	5,6 %	5,6 %	5,6 %	4,4 %
I blanc court	0,9 %	0,4 %	0,5 %	0,5 %
II blanc 16+	31,1 %	32,5 %	35,5 %	33,7 %
II blanc +violet 16+	8,7 %	5,9 %	8,0 %	10,3 %
II blanc +violet 12+	34,9 %	36,5 %	33,1 %	33,9 %
II blanc +violet 8+	9,9 %	10,8 %	9,3 %	8,4 %
II blanc /violet court	0,2 %	0,3 %	0,2 %	0,4 %

Les rendements atteints en deuxième année de récolte sont compris entre 68,4 et 77,9 q/ha et sont conformes aux performances habituelles locales. Les différences entre les différentes variantes et le témoin sont, comme on s'y attendait après une période de végétation de première année riche en précipitations, si faibles que l'on ne met pas en évidence d'effet significatif de l'irrigation.

Avec 74,9 q/ha pour la Variante T-Tape à 77,9 q/ha pour la Variante RAM, les gains de rendement vont de 1,1 à 4,1 q/ha par rapport au témoin. On remarque le mauvais rendement de la variante irrigation aérienne qui donne un rendement inférieur de 5,4 q/ha au témoin.

Peu de différences sont constatées au niveau de la répartition des récoltes entre les catégories comme l'année précédente. Si l'on compare les différences entre les deux années, on s'aperçoit que les répartitions entre les classes ont évolué. Des déplacements assez nets sont observables entre les classes. Les classes *II blanc 16+* et *II blanc 12+* représentent ensemble avec environ 70 % les catégories les plus fortes. Les effectifs des classes *I blanc 16-26* et *I blanc B 12-16* sont nettement plus bas qu'en 1997. Les différences entre les deux années sont en revanche faibles dans les classes *II blanc + violet 16+* et *II blanc + violet 8+*. Les répartitions entre les autres classes sont analogues et dotées de faibles effectifs.

La récolte de 1999 a été poursuivie jusqu'au 15-20 juin et l'exploitation des données n'a pas pu être effectuée dans le cadre de ce rapport (*achevé fin mai 1999*).

#### 4.1.3 Analyses de sol

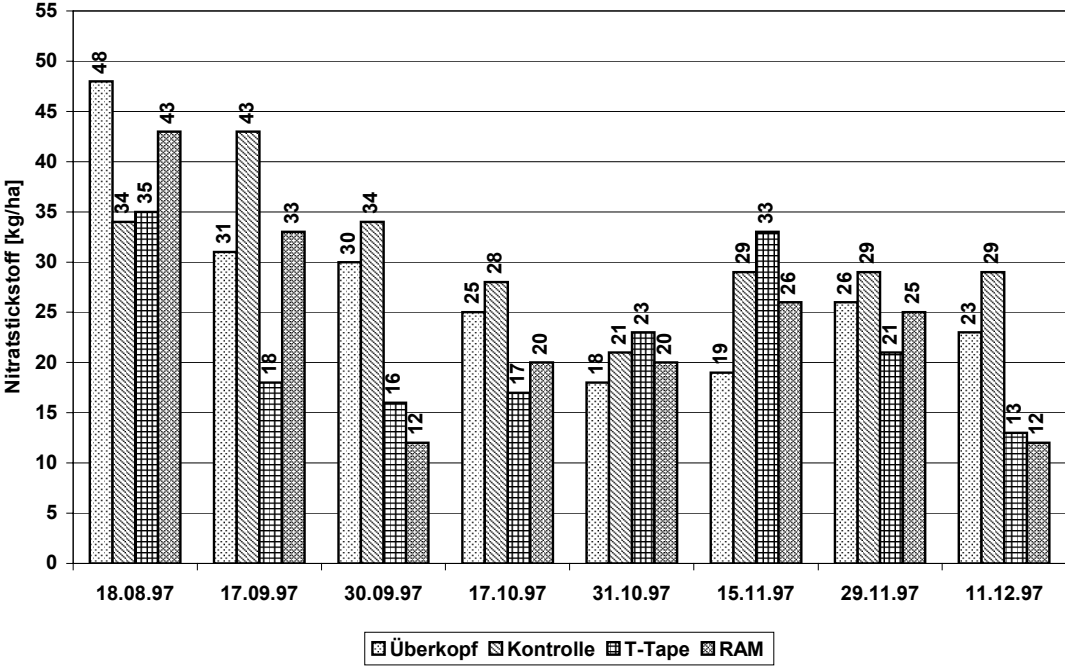
L'asperge a des besoins en azote minéral qui évoluent au cours de son existence en fonction de son développement. L'année de plantation, le besoin de l'ordre de 3,0 g/plante est très faible et représente pour une plantation dense de 13 500 plantes /ha un besoin d'environ 40 kg N/ha. En deuxième année, les racines absorbent plus d'azote car leur croissance est cette année là maximale. Le besoin par plante arrive à 14 g N/plante ce qui correspond à environ 180 kg N/ha. A partir de la troisième année, la culture d'asperges dispose d'une réserve au début de la récolte supérieure à 30 kg N/ha si bien que l'apport d'azote ne doit plus servir qu'à compenser les exportations par les récoltes, la croissance des réserves racinaires et l'azote présent à l'automne dans les enveloppes sèches d'asperges. Le besoin par plante atteint à ce moment 7 g/plante soit environ 100 kg N/ha [7].

En 1997, plusieurs prélèvements pour analyse de l'azote minéral du sol ont été effectués après la récolte. L'analyse nécessaire pour le calcul de la fertilisation effectué après la récolte (8. Mai 1997) donna pour l'ensemble de la surface d'essai les résultats suivants : teneur à 0-30 cm = 56 kg N, à 30-60 cm = 20 kg et à 60-90 cm = 18 kg N.

Les interventions de fertilisation nécessaire ont été réalisées en lien direct avec ces résultats, et en tenant compte des besoins de la culture en deuxième année de production ainsi que des bases pour le calcul de la fertilisation en vigueur en périmètre de captage protégé (WSG). Fin août, une nette faim des plantes en azote était observable et un apport de 60 kg N/ha a été décidé par voie d'irrigation.

La figure 14 présente les valeurs d'azote minéral présentes dans le sol (somme des horizons 0 –90 cm) et le tableau 7 chacune des valeurs individuelles des différents horizons échantillonnés.

Figure 14 : quantités d'azote minéral présentes dans le sol (somme des horizons 0 –90 cm) en 1997



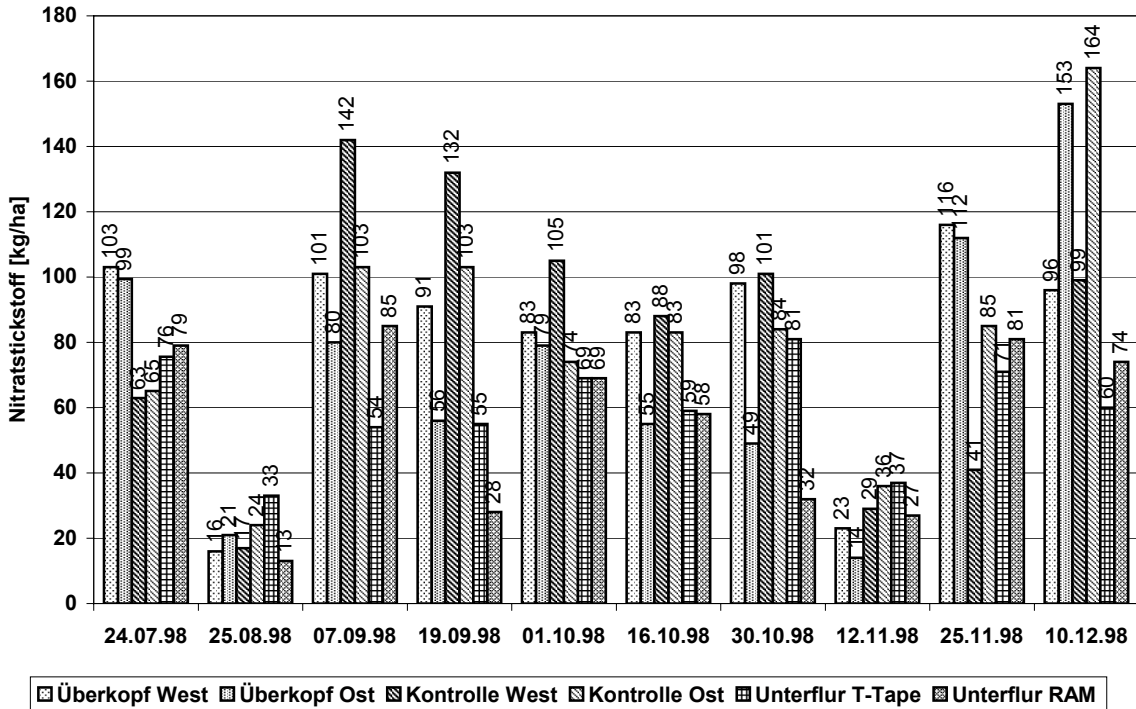
**Tableau 7 : quantité d'azote minéral  $N_{min}$  dans les horizons échantillonnés en 1997 (kg N/ha)**

	aérien			témoin			T-Tape			RAM		
	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm
18.08.97	35	5	8	20	6	8	19	4	12	28	6	9
17.09.97	18	8	5	27	8	8	5	3	10	18	9	6
30.09.97	20	5	5	24	4	6	10	3	3	5	3	4
17.10.97	11	5	9	16	7	5	8	5	4	8	5	7
31.10.97	10	4	4	10	4	7	8	6	9	6	7	7
15.11.97	7	7	5	9	12	8	6	17	10	6	10	10
29.11.97	8	12	6	8	15	6	6	6	9	6	7	12
11.12.97	9	8	6	9	10	10	4	3	6	3	3	6

Les teneurs en nitrates du sol restent en dessous de la valeur seuil de 45 kg N/ha imposé par le Décret SchALVO pour tous les prélèvements – exception faite de celui correspondant à l'irrigation aérienne le 18.08.1997. Si l'on s'intéresse aux teneurs dans les différents horizons, on constate que celles-ci sont les plus faibles à toutes les dates dans l'horizon le plus profond (60-90 cm). Elles varient entre 4 et 10 kg N/ha suivant la variante. Une image assez identique se retrouve pour la profondeur 30-60 cm avec toutefois quelques valeurs allant jusqu'à 17 kg N/ha. Ce n'est que dans l'horizon le plus superficiel que l'on retrouve des valeurs élevées à la récolte, qui descendent toutefois pour être inférieures à 10 kg N/ha à la fin octobre.

L'année 1998 s'est révélée particulièrement difficile pour ce qui est des teneurs en nitrates dans le sol. Après prise d'échantillons, il a été effectué une fertilisation de 120 kg N/ha au début de la période de végétation sur l'ensemble de l'essai. Les règles de base qui s'imposent en périmètre de captage ont été respectées dans le calcul de la quantité d'azote à apporter. Le tableau 15 présente les valeurs d'azote minéral mesuré dans le sol sur l'horizon 0-90 cm. Le tableau 8 présente les valeurs individuelles pour les différents horizons. Les cotés est et ouest des parcelles du témoin et de la variante irrigation aérienne ont fait l'objet de prélèvements distincts.

Figure 15 : Teneur totale en nitrates sur 0 - 90 cm (1998)



**Tableau 8 : teneur en azote minéral dans les différents horizons en 1998 (kg N/ha)**

	Aérien Ouest			Aérien est			Témoin ouest		
	0-30	30-60	60-90	0-30	30-60	60-90	0-30	30-60	60-90
24.07.98	87	10	7	84	7	9	46	8	9
25.08.98	8	5	3	8	6	7	11	3	3
07.09.98	75	16	10	51	20	9	120	14	8
19.09.98	63	21	7	31	17	8	117	10	5
01.10.98	62	12	9	56	14	9	78	18	9
16.10.98	52	22	9	33	14	8	61	19	8
30.10.98	48	39	11	25	13	11	72	21	8
12.11.98	11	8	4	5	5	4	13	12	4
25.11.98	45	63	8	58	45	9	13	18	10
10.12.98	39	47	10	37	91	25	53	35	11
	Témoin est			T-Tape			RAM		
24.07.98	46	7	12	60	8	8	61	9	9
25.08.98	16	4	4	28	3	2	8	2	3
07.09.98	84	12	7	42	5	7	71	9	5
19.09.98	77	18	8	45	6	4	21	4	3
01.10.98	53	12	9	56	8	5	41	20	8
16.10.98	54	22	7	41	15	3	34	19	5
30.10.98	50	25	9	56	17	8	14	9	9
12.11.98	21	11	4	15	17	5	12	9	6
25.11.98	29	51	5	25	38	8	30	36	15
10.12.98	72	80	12	19	26	15	30	30	14

Un examen des résultats indique les valeurs de nitrates les plus faibles se retrouvent dans les horizons les plus faibles jusqu'au mois de décembre. Dna si l'horizon 30-60 cm, on constate également très peu de variations jusqu'à la mi novembre. Les valeurs restent sauf exception entre 5 et 20 kg N/ha. Ce n'est qu'à partir de la fin novembre que les valeurs augmentent nettement pour l'ensemble des variantes dans l'horizon moyen. Le plus remarquable est la montée des valeurs pour la variante „irrigation aérienne du côté est“ de 45 kg N/ha au 25.11.1998 à 91 kg N/ha au 10.12.1998 ainsi que pour le témoin „est“ de 51 kg N/ha à 80 kg N/ha sur la même période. Pour le témoin du côté ouest, les valeurs ne montent que de 17 kg à 35 kg N/ha. Dans les autres variantes, les valeurs de l'horizon intermédiaire restent aussi basses que lors des autres prélèvements.

C'est au niveau de l'horizon superficiel que l'on constate les plus fortes variations. Par ex. on trouve pour le témoin du côté ouest un bond de 11 kg N/ha au 25.08.1998 à 120 kg N/ha deux semaines plus tard. Sur la même période, les valeurs de l'horizon superficiel évoluent aussi significativement à la hausse dans les autres variantes. Une autre date remarquable est le 12.11.1998. Toutes les valeurs mesurées sont nettement en dessous de la valeur maximum de 45 kg N/ha acceptée dans SchALVO. Au prélèvement précédent et à celui qui suit, les valeurs sont au dessus de ce seuil. Si l'on compare les résultats en fonction des conduites d'arrosage, on peut constater que les irrigations souterraines procurent les plus

faibles valeurs en nitrates surtout en décembre. Les variations de prélèvement en prélèvement sont aussi plus faibles que chez les autres modes d'irrigation.

#### 4.1.4 Notations et mesures complémentaires

##### Notations

Pour le jugement de l'état végétatif, des notations ont été conduites sur 4 x 10 plantes par variante. Les éléments relevés ont été : le nombre de tiges, le nombre de tiges avortées (mortes), le taux de tiges au diamètre > à 10 mm et < à 10 mm et le nombre de jeunes tiges. En 1997, suite à la forte humidité de l'été, on a effectué les notations qu'au mois d'octobre. Les résultats sont présentés dans le tableau 9, ci-dessous.

**Tableau 9 : notation de l'état de l'aspergeraie en Octobre 1997**

	témoin	T-Tape	RAM	témoin
Nombre de tiges	419	359	418	371
Tiges mortes	36,8 %	41,5 %	33,7 %	45,8 %
Tige > 10 mm	31,5 %	42,9 %	40,0 %	39,4 %
Tige < 10 mm	31,7 %	15,6 %	26,3 %	14,8 %
Nouvelles tiges	-	-	-	-

On remarque en 1997 le taux de tiges mortes particulièrement élevé. On obtient le taux le plus élevé avec 45,8 % dans la variante " irrigation aérienne ". Les variantes T-Tape avec 41,5 % et le témoin avec 36,8 % suivent. L'irrigation souterraine RAM montre le taux le plus bas. On ne retrouve quasiment pas de différences entre les variantes pour ce qui est du nombre total de tiges > 10 mm. Le nombre de tiges < à 10 mm est en revanche plus important chez le témoin et la variante RAM.

En 1998, la première notation a été faite au début de juillet avec le début de l'arrosage. Une seconde notation a été réalisée ensuite au début de septembre. Le **Tableau 10** montre les résultats de la notation de juillet 1998.

**Tableau 10 : notation de l'état de l'aspergeraie en Juillet 1998**

	témoin	T-Tape	RAM	témoin
Nombre de tiges	254	248	245	244
Tiges mortes	-	-	-	-
Tige > 10 mm	42,1 %	39,9 %	42,0 %	47,5 %
Tige < 10 mm	57,1 %	58,1 %	55,1 %	52,5 %
Nouvelles tiges	0,8 %	2,0 %	2,9 %	-

Les résultats ne varient que peu . Comme on pouvait s'y attendre, il n'y avait plus de tiges mortes dans l'aspergeraie. Les résultats sont rapportés dans le tableau 11.



**Tablelle 11 : notation de l'état de l'aspergeraie en Septembre 1998**

	<b>témoin</b>	<b>T-Tape</b>	<b>RAM</b>	<b>aérienne</b>
Nombre de tiges	458	488	447	481
Tiges mortes	19,6 %	10,5 %	10,1 %	9,1 %
Tige > 10 mm	30,8 %	38,3 %	38,5 %	37,8 %
Tige < 10 mm	44,8 %	48,1 %	48,5 %	48,9 %
Nouvelles tiges	4,8 %	3,1 %	2,9 %	4,2 %

Les résultats lors de cette notation se distinguent pratiquement pas entre les variantes T-Tape, RAM et l'irrigation aérienne. On peut seulement constater un nombre de tiges mortes plus fort dans le témoin avec 19,6 %. Le nombre de tiges > à 10 mm est par contre plus faible dans le témoin avec 30,8 % que dans les autres variantes. Une même tendance est observée pour le nombre de tiges < 10 mm avec seulement 44,8 %.

#### **Culture intermédiaire :**

Il est obligatoire en périmètre de captage protégé par la loi SchALVO et fort recommandé en dehors, de semer un couvert végétal dans les passages entre les rangées de l'aspergeraie. Le 22.07.1997 il a donc été procédé à un semis de radis fourrager. Fin octobre, un prélèvement a été réalisé dans tous les objets de l'essai pour connaître la teneur en azote de la végétation. Les résultats ont indiqué un prélèvement de 47 kg N/ha dans le témoin, de 54 kg N/ha dans la variante irrigation aérienne, de 58 kg N/ha dans la variante irrigation souterraine T-Tape et de 61 kg N /ha dans la variante RAM.

En 1998, un couvert de radis a été semé au 12.08.1998. Les jours suivants, il a été observé une différence d'installation du radis entre les variantes. Dans les parcelles irriguées par voie souterraine, un meilleur développement pouvait s'observer le long des rangées à la hauteur des canalisations d'apport d'eau, tandis que dans la parcelle irriguée par voie aérienne, la végétation était plus homogène sur toute la surface. Dans la parcelle témoin, un développement moindre et plus irrégulier que dans les autres parcelles était constaté. La végétation se développa ensuite de mauvaise manière pour des raisons non appréhendées mais qui rendirent un second semis indispensable. Celui-ci ne put intervenir pour des raisons de météorologie que le 09.09.1999. Par la suite, il n'y eut développement que d'une faible végétation très irrégulière.

## 4.2 Essai variétés de Rumersheim

L'essai a été mis en place en 1996 par M. Stengel (SENE/CTIFL). Après disparition de la SENE (dépôt de bilan), l'essai a été repris par M. Merckling de la C.A. 67.

L'essai installé chez le GAEC WALTER et fille, à Rumersheim-le-Haut (68) répond à des problématiques très contemporaines : une aspergeraie respectueuse de l'environnement (réduction d'intrants) peut-elle répondre aux besoins du marché en terme de qualité, et aux exigences des producteurs (rentabilité économique) ?

Six variétés d'asperges sont testées dans cet essai, et leur production est comparée au niveau quantité et qualité.

Deux densités de plantation ont été choisies afin de voir dans quelle mesure les faibles densités peuvent améliorer la qualité sanitaire de la plantation plants.

L'essai, installé le 10 avril 1996 sur une surface de 9,6 are, n'est entré dans sa première année de production qu'en 1998.

### 4.2.1 Rendement et précocité de la récolte

En première année de production, la récolte dure en moyenne 4 à 6 semaines.

Sur l'essai, elle s'est étalée **du 20 avril au 19 mai 1998**, avec 20 jours de récolte.

La récolte des variétés Andréas et Gynlim a été stoppée 4 jours plus tôt (le 15 mai) afin de diminuer l'écart de rendement qu'il existe entre ces deux variétés et les autres et éviter de trop favoriser les variétés tardives à la saison prochaine.

Le rendement total de Andreas atteint 3,53 t/ha et celui de Gynlim 3,15 t/ha (tableau 12).

Les autres variétés procurèrent des rendements inférieurs à 3 t/ha.

La variété Backlim ne procura que moins de 2 t/ha et montre une tardivité importante.

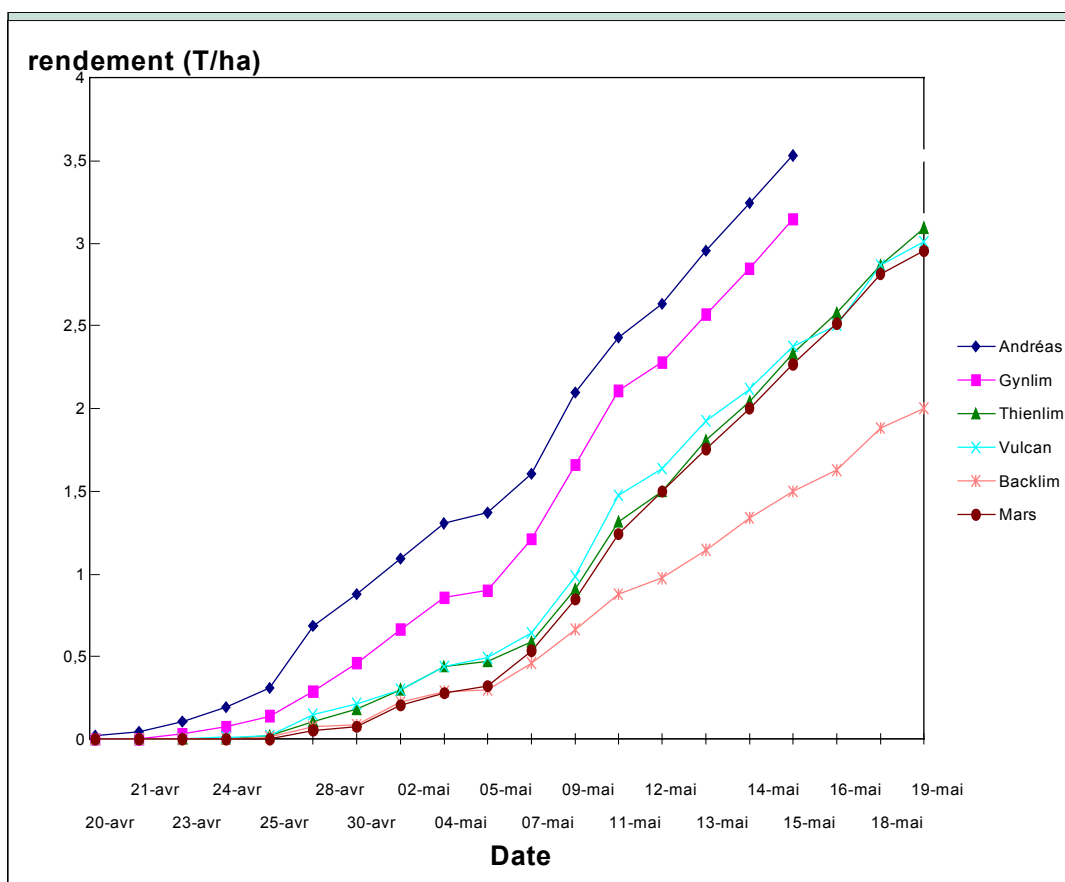
Tableau 12 : évolution du rendement par variété en t/ha  
(toutes densités confondues : densité moyenne = 2,5 plants/m linéaire)

Date	<u>20-04</u>	<u>25-04</u>	<u>30-04</u>	<u>5-05</u>	<u>11-05</u>	<u>15-05</u>	<u>19-05</u>
<b>Andréas</b>	0.02	0.308	0.877	1.368	2.432	<b>3.529</b>	-
<b>Gynlim</b>	0.005	0.137	0.462	0.897	2.111	<b>3.15</b>	-
<b>Thienlim</b>	0	0.021	0.183	0.474	1.319	<b>2.328</b>	<b>2.87</b>
<b>Backlim</b>	0	0.0075	0.082	0.299	0.874	<b>1.502</b>	<b>1.881</b>
<b>Vulcan</b>	0.003	0.02	0.216	0.493	1.471	<b>2.373</b>	<b>2.866</b>
<b>Mars</b>	0	0	0.079	0.316	1.242	<b>2.2672</b>	<b>2.813</b>

La récolte des asperges des variétés Thienlim, Mars, Vulcan et Backlim a été prolongée quatre jours. Les 3 premières voient leur production augmenter jusqu'à atteindre pratiquement celle de Gynlim; tandis que Backlim se détache encore plus avec un rendement inférieur à 2 T/ha (1,881 T/ha).

Andréas et Gynlim débutent leur production 5 jours avant les autres variétés (figure 16). Andréas est légèrement précoce par rapport à Gynlim, et cet écart de rendement reste constant tout au long de la saison. La production démarre autour du 25 avril chez les 4 autres variétés. Backlim se détache de Thienlim, Vulcan et Mars 10 jours plus tard et voit sa production augmenter plus lentement. L'écart de production qui se crée alors entre Backlim et les 3 autres variétés ne cesse d'augmenter jusqu'à la fin de la récolte.

Figure 16 : rendement cumulé par variété

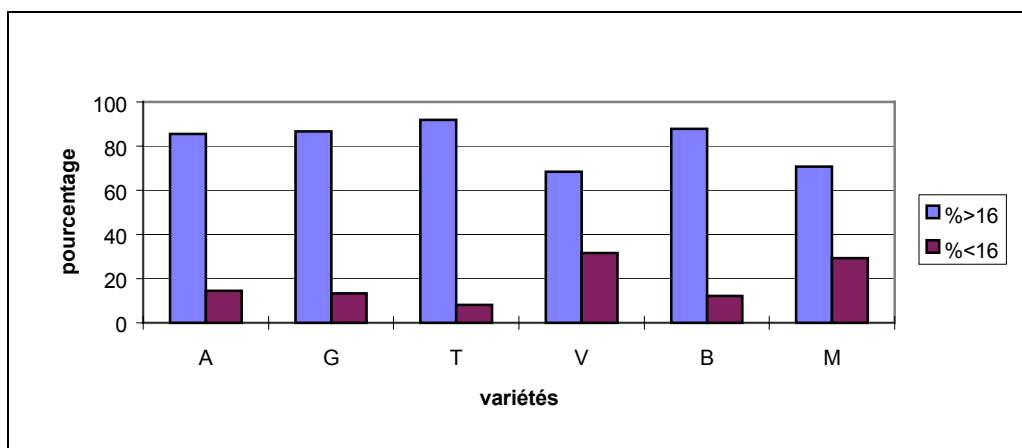


## Répartition des asperges en dessous de 16 mm et au dessus

On a cherché à évaluer la proportion de turions dont le diamètre est supérieur à 16 mm par rapport à ceux dont le diamètre est inférieure à cette valeur. Les pourcentages sont exprimés par rapport au nombre total de turions calibrés (différent du nombre total de turions récoltés). C'est le nombre de turions, et non la masse, qui est utilisé ici étant donné les différences de masse moyenne observées entre les variétés (*figure 3, page suivante*).

On trouve deux groupes de variétés : Thienlim, Gynlim, Andréas et Backlim fournissent des turions de diamètre élevé : plus de 80 % des asperges ont un diamètre supérieur à 16 mm. Vulcan et Mars n'en fournissent qu'environ 70%.

Figure 17 : répartition de la récolte en fonction du diamètre des turions (< ou > à 16 mm)  
A : Andréas; G : Gynlim; T : Thienlim; V : Vulcan; B : Backlim; M : Mars



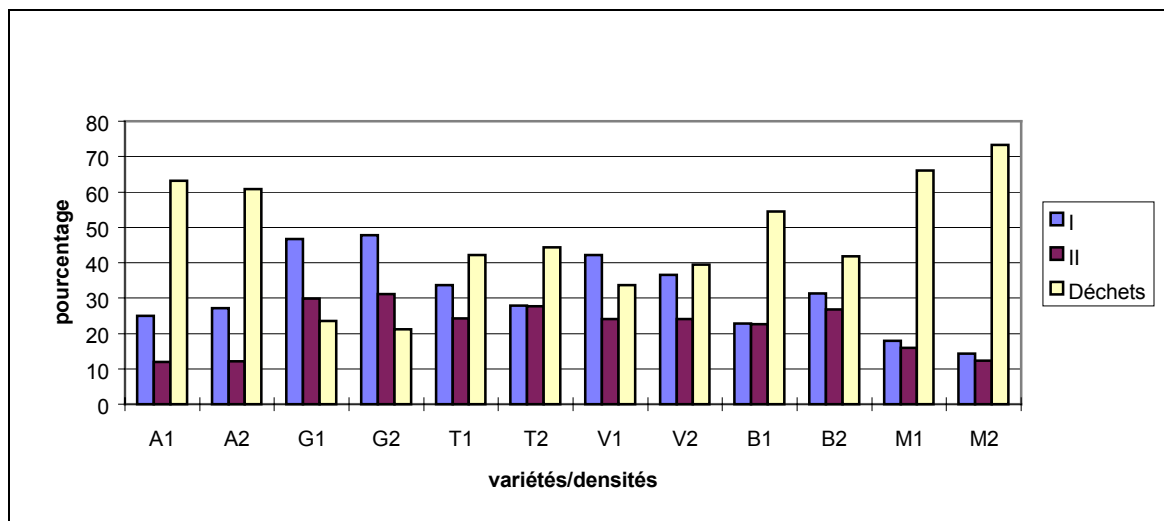
## Qualité visuelle des asperges

Une estimation assez précise de la qualité d'une variété est donnée par la répartition des asperges dans les catégories I, II et "hors-catégorie ou déchets". (*figure 18*).

On constate tout d'abord que la proportion de catégorie II varie moins que les catégories I et "hors-catégorie". C'est donc ces deux dernières catégories qui permettent de comparer les variétés.

- ◇ Mars et Andréas sont les variétés qui fournissent la plus grande proportion de turions en "hors-catégorie" (69% et 62%). L'ouverture du bourgeon terminal est la caractéristique principale qui altère la qualité globale de la production (voir figure 18)

Figure 18 : répartition de la récolte selon les catégories commerciales  
 A : Andréas; G : Gynlim; T : Thienlim; V : Vulcan; B : Backlim; M : Mars  
 1 : densité 1; 2 : densité 2



- ◇ Backlim n'est pas non plus très performante en ce qui concerne la qualité des turions : le pourcentage d'asperges "hors-catégorie" est inférieur, mais la catégorie I reste peu importante.
- ◇ Thienlim et Vulcan se comportent à peu près de la même manière, Vulcan offrant néanmoins une qualité un peu supérieure : pourcentage de "hors-catégorie" inférieur (36,5% contre 43%) et pourcentage de catégorie I supérieur (39,5 contre 31%).
- ◇ Enfin, la variété la plus intéressante au niveau qualité visuelle reste Gynlim qui est la seule dont la catégorie I est la plus importante, suivie de la catégorie II; les turions "hors-catégorie" représentant le plus petit pourcentage.

#### 4.2.2 Effet de la densité

Pour la même variété, le rendement obtenu sur 40 mètres linéaires est toujours supérieur pour la densité la plus élevée D1 (*tableau 13*). Par contre, cette différence de rendement est faible si on la rapporte au nombre de plants. En effet, le rapport entre les rendements obtenus pour chaque densité est inférieur à 2/3.

Le rendement moyen par plant permet de mieux apprécier l'effet densité : ce rendement à la densité élevée D1 est inférieur à celui de la densité basse D2, et ce pour toutes les variétés (*tableau 13*). Une diminution de 30% de la densité de plantation conduit ici à une augmentation du rendement moyen par plant.

Les variétés ne semblent pas toutes réagir de la même façon à ce facteur : chez Thienlim, l'augmentation de rendement à D2 par rapport à D1 est de 45,35%, tandis que chez Backlim, elle n'est que de 10,86%. Cette différence peut, peut-être, s'expliquer par le fait que Backlim étant une variété tardive, la période de récolte de l'essai n'a pas couvert l'ensemble de sa production potentielle; si l'effet de la densité apparaît en période de pleine production, on n'a pas pu mettre en évidence cet effet sur Backlim.

Tableau 13 : rendements obtenus pour chaque couple variété X densité : rendement cumulé des 4 répétitions et rendement moyen par plants.

	<b>Densité 1 (3pl/ml)</b>		<b>Densité 2 (2pl/ml)</b>	
	rendement/parcelle (kg/40ml)	rendement/plants (g/plants)	rendement/parcelle (kg/40ml)	rendement /plants (g/plants)
<b>Andréas</b>	29,56	<b>246,3</b>	26,23	<b>327,8</b>
<b>Gynlim</b>	27,26	<b>227,2</b>	23,69	<b>296,1</b>
<b>Thienlim</b>	24,97	<b>208,1</b>	24,2	<b>302,5</b>
<b>Vulcan</b>	24,48	<b>204,0</b>	22,36	<b>279,4</b>
<b>Backlim</b>	17,88	<b>149,0</b>	13,22	<b>165,2</b>
<b>Mars</b>	25,57	<b>213,1</b>	20,17	<b>252,1</b>

#### 4.2.3 Etat sanitaire des parcelles

L'état sanitaire global du champ d'essai est bon. Quelques symptômes ont néanmoins été remarqués :

◇ On a pu observer ponctuellement des tiges en forme de crosses d'évêque, qui ont rapidement dépéri et ont été remplacés par d'autres tiges. Quelques plants (4 ou 5) ont une forme de "balai de sorcière".

◇ On a trouvé des symptômes de botrytis et stemphyllium à partir de début août (premiers véritables jours de chaleur, après un mois de juillet frais).

Le botrytis est présent un peu partout dans le champ d'essai. Il semble néanmoins que les asperges plantées à la densité 1 présentent plus de symptômes que les autres, ce qui est prévisible : les fortes densités favorisent l'humidité dans la végétation et le développement des champignons. Andréas est la variété présentant le plus de symptômes de botrytis.

Les symptômes de Stemphyllium ont été trouvés de façon ponctuelle sur certains pieds, notamment sur Andréas et Gynlim, et ce quelque soit la densité de plantation.

◇ Plus fréquemment on observe des dépérissements de tiges : dessèchement progressif de l'ensemble de la tige, puis total. On a essayé de quantifier ces observations par le rapport entre le nombre de plants portant ou ayant porté des tiges desséchées et le nombre de plants total (en tenant compte des pieds manquant).

On n'observe peu de différence variétale; Mars semble davantage concerné par cette observations que les autres variétés. Ces dépérissements sont plus fréquemment associés à la densité 2.

◇ Enfin, un dernier symptôme apparaît souvent sur le champ d'essai. Il s'agit de la décoloration progressive des cladodes d'une branche, à partir de l'extrémité de ceux-ci. Ce symptôme peu être du à une carence en magnésie que l'on a tenté de "réparer" lors du traitement du 20 août.

On utilise le même système d'évaluation que pour les dépérissements. On s'aperçoit alors que Gynlim est particulièrement sensible à ce phénomène. Andréas, Thienlim et Backlim sont les variétés qui présentent le moins ces symptômes.

## 5 Discussion des résultats

Les systèmes d'irrigation par voie souterraine sont dans la région d'étude jusqu'à présent très peu développés. Il y a très peu de dispositifs expérimentaux où ce type d'équipements ont été appliqués et c'est pourquoi qu'il n'y a que des résultats peu nombreux et souvent contradictoires sur cette alternative. Il n'existe quasiment pas de références sur l'irrigation souterraine en général pour des sols lourds (non superficiels) et en particulier pour la culture d'asperges. Jusqu'à présent la culture d'asperges dans le Rhin supérieur a été installée dans des sites particulièrement bien adaptés. Dans une phase d'extension de la production d'asperges, la culture est de plus en plus installée également dans des conditions moins favorables ce qui nécessite d'envisager des pratiques additionnelles adaptées au site telles que l'irrigation.

L'asperge est actuellement une des cultures les moins étudiées. Ceci est la conséquence de la pérennité de la culture ce qui rend les observations lourdes et les études obligatoires sur une longue durée. Pour ce qui concerne les besoins en eau nécessaire à l'obtention du rendement optimal, en fonction des types de sol, il n'existe pas de données. Les références sur les besoins en eau de la culture sont très générales et montrent des divergences importantes. Les études qui s'attèlent à ces questions sont en cours de réalisation. Pour ce qui est des besoins en éléments fertilisants minéraux, l'asperge diverge des autres cultures légumières en particulier de par les fortes capacités de stockage de ses racines. Il n'y a que peu d'essais qui se sont intéressés à la fertilisation de l'aspergeraie sur une longue durée. Les résultats obtenus sur des essais de courtes durées sont à prendre avec une certaine précaution car elles ne reposent que sur une courte partie du cycle de vie de l'aspergeraie [7]. Les conseils en matière de fertilisation varient donc fortement de 50 kg N/ha à 500 kg N/ha [2]. De nouvelles études démontrent cependant des besoins plus faibles pour des installations qui produisent leur rendement potentiel. Dans ces dernières, on a mis en évidence que des apports supérieurs à 100 kg N/ha n'apportaient pas de gains de rendement mais que la productivité pouvait même parfois être réduite [1].

Un autre point important est celui de l'investigation de la teneur en eau du sol. La séparation de l'eau du sol en eau gravitaire, en eau disponible pour les plantes (réserve utile) et en eau non disponible (réserve au point de flétrissement des plantes) est fondée sur des considérations purement statiques. Cette délimitation entre les différentes formes de l'eau du sol n'existe pas en réalité. Le sol est soumis au cours de l'année à différentes évolutions au cours de l'année provoquées par le travail du sol, par le climat, la croissance des plantes, etc., qui nécessitent une adaptation permanente et une nouvelle appréciation des pratiques de production appliquées. L'approche statique des choses peut aider à établir une représentation de l'eau disponible pour les plantes ou selon le cas à calculer la nécessité d'une irrigation.

Les différents procédés d'estimation des teneurs en eau du sol ne sont pas sans poser des problèmes dans leur application. En général, ils ne peuvent mesurer précisément la teneur en eau qu'à la place où ils sont appliqués. La mise en oeuvre de la méthode devrait être rapide, précise, simple, bon marché et robuste (fiable). Aucune des méthodes aujourd'hui disponible ne remplit l'ensemble de ces critères de manière satisfaisante. On peut se demander quelle précision doit montrer une méthode de détermination de la teneur en eau

du sol. En prenant en considération les points évoqués précédemment, l'agriculteur doit à la fin trouver la méthode adaptée à ses besoins et à ses exigences.

## **5.1 Essai irrigation de Feldkirch**

### **5.1.1 Pratiques d'irrigation**

La phase d'irrigation de la seconde moitié d'août sert à s'assurer de l'efficacité des pratiques d'irrigation sur les différents horizons du sol. Cela se produit naturellement en fonction de différents facteurs. Le fait est que les racines d'asperges ne remontent pas au delà de 30 cm en dessous du sol et que dans le sol du site expérimental elles descendent jusqu'à 1 m de profondeur. Pour l'irrigation aérienne, cela signifie que l'on doit d'abord saturer en eau une épaisseur d'environ 30 cm de sol avant que l'eau n'arrive aux racines d'asperges. illustré dans un exemple, ceci signifie qu'il est nécessaire de recevoir 30 mm d'eau (pluie ou irrigation) pour qu'un horizon 0-30 cm à 20 % de teneur en eau passe à 30 % (1 mm correspond 1 % vol d'eau dans une épaisseur de 10 cm de sol. Toutefois, en zone de périmètre de captage protégé par SchALVO, il n'est pas autorisé d'effectuer un apport de plus de 20 mm en un seul passage. Cette quantité d'eau n'est pas nécessaire dans le cas d'apport d'eau directement à côté des racines des plantes. Les valeurs de tensions mesurées par des sondes placées à différents niveaux du sol ont été un critère très important pour la décision de la quantité d'eau à apporter. A l'aide des évolutions de valeurs mesurées, on a pu vérifier l'efficacité des apports. Enfin il y a eu des perturbations telles que les précipitations naturelles ou des incidents techniques dans l'alimentation en eau avec qui l'on a du composer dans les décisions à prendre.

#### **5.1.1.1 Comparaison irrigation aérienne – irrigation souterraine**

En 1997, il est clairement établi que des irrigations par voie souterraine de 5 mm maximum ont des effets nets sur les horizons les plus profonds (Figure 6, 10). En comparaison, on ne retrouvait pas d'effet important d'apports aériens, même conséquents, sur les horizons inférieurs (Figure 7 et 12).

Fort de l'expérience de 1997, il a été décidé en 1998 de procéder à des apports de moins de 5 mm en irrigation souterraine. Il a été alors démontré, qu'à l'exception de quelques jours sur lesquels les équipements n'étaient pas fonctionnel, que les valeurs de tensions de l'eau du sol se tenaient en deçà de 400 hPa dans tous les niveaux de profondeur. Les apports d'eau étaient suffisants en quantité puisque la tension à 80 cm de profondeur ne tomba pas en dessous de cette valeur de tension ce qui aurait signifié qu'il se produisait une descente d'eau vers les horizons plus en dessous.

Cette année là, les tensiomètres sont entré en fonction et chaque parcelle irriguée par voie souterraine en a été pourvue. Le maniement des quatre tensiomètres s'est montré difficile dans les conditions de la pratique retenues dans l'essai. L'arrêt automatique des dispositifs d'arrosage à partir d'une valeur donnée de tension a fonctionné sans problème sous l'angle technique mais la réaction des tensiomètres en lien avec l'irrigation ne fut pas toujours sans équivoque malgré le respect des recommandations existantes pour l'utilisation des



tensiomètres. Une des raisons tient dans le fait que le tensiomètre contrairement aux données générales, n'est pas adapté au suivi de tensions jusqu'à 800hPa mais qu'il doit être considéré comme un outil inadapté pour des tensions au dessus de 400 hPa. En fait, les pertes en eau du tensiomètre sont très faibles jusqu'à 350 – 400 hPa puis dès que la tension dépasse 400 hPa, la colonne d'eau du tensiomètre descend rapidement et une exploitation de la mesure devient très difficile. En même temps, la quantité d'eau manquante dans le tensiomètre doit être remplacée ce qui nécessite un suivi constant du tensiomètre. Ceci conduit à des difficultés lorsque pour n'importe quelle raison on ne peut pas irriguer et que les valeurs de tension montent très haut. Si la colonne d'eau du tensiomètre est interrompue, ce qui signifie qu'il n'y a plus que de l'air, la valeur de tension alors indiquée est de 0 hPa. Ceci a alors pour incidence de suspendre en permanence les apports d'eau car ceux-ci sont interrompus dès une valeur de 200 hPa. Si le tensiomètre est rempli peu de temps avant le déclenchement de l'irrigation, il se peut que la tension reste encore du seuil de déclenchement jusqu'au départ du cycle d'irrigation, et que le cycle ne soit donc pas déclenché. C'est pourquoi le tensiomètre doit être remplie deux à trois heures avant le début d'un cycle. Un autre inconvénient des tensiomètres est sa fragilité. Ils doivent être installés dans le sol de manière qu'ils ne soient pas endommagés par le travail du sol ou le passage d'engins. Un tensiomètre endommagé ne peut en effet généralement pas être réparé.

Les sondes du type " Watermark " utilisées dans l'essai pour mesure de l'humidité du sol présentent vis à vis des tensiomètres quelques avantages dans leur manipulation. La sonde est attaché à une conduite en plastique adaptée et placée à la profondeur souhaitée. A la surface du sol, seule reste visible le bout de la conduite en plastique avec le câble qui conduit à l'appareil de lecture. En comparaison du tensiomètre, ce type de matériel peu sensible aux dégâts accidentels. La sonde travaille sans contrainte de veille particulière. Dans d'autres essais, la sonde s'est avéré comme l'outil le plus adéquate pour des mesures d'humidité de sol sur le terrain.

Pour l'avoir éprouvé dans le cadre de l'essai, la conduite de l'irrigation aérienne à l'aide des conseils prodigués par le service d'information sur l'irrigation semble en pratique assez facile pour un agriculteur. Après communication des données pluviométriques et des apports d'eau déjà effectués au service de la météo allemande (deux fois par semaine), l'agriculteur peut recevoir par fax des conseils d'irrigation personnalisés et les appliquer. La seule grosse contrainte se situe au niveau de l'introduction des données concernant le sol indispensables au calcul des apports d'eau. Les autres données sont facilement mesurables avec un pluviomètre local. Globalement, le temps consacré par l'agriculteur à cette méthode est très faible et les données nécessaires accessibles à l'aide d'instruments de mesure simples.

Après qu'en août 1997 il est été constaté que pour l'application de l'irrigation aérienne de fortes quantités d'eau seraient nécessaires, les conseils du service d'information sur l'irrigation n'ont pas été suivis malgré la phase de sécheresse relative. Le premier apport ne fut réalisé qu'au 21.07.1998 avec 25 mm et ne montra un effet que sur les premiers 20 cm du sol (Figure 12). Après un nouvel avis qui n'a pas été suivi, il n'y eu plus ensuite d'avis d'arrosage suite aux pluies survenues entre-temps. Comme la valeur de tension de l'eau à 50 cm de profondeur continuait à progresser malgré les précipitations, un apport de 20 mm fut décidé le 02.08.1998 indépendamment de l'avis du service d'information sur l'irrigation.

En cumul aux précipitations, une réaction fut observée à 50 cm. Début septembre, d'autres avis furent émis pour une irrigation qui ne fut pas réalisée dans l'essai, car à cette époque la culture d'asperges débute le stockage des éléments et que des apports d'eau importants à cette époque sont inutiles voire préjudiciable au rendement de l'année suivante.

Dans les parcelles non irriguées (témoin), des évolutions de l'humidité du sol n'ont été observées que pour les horizons superficiels et lors de pluies fortes et/ou répétées. Aucun effet des précipitations n'a été enregistré dans les horizons plus profonds. Les incidences qui seront induites sur le rendement de l'année suivante seront révélées par la suite.

### **5.1.1.2 Utilisation pratique de la technique d'irrigation**

Dans l'application pratique des différentes techniques d'irrigation, on rencontre des avantages et des inconvénients. Un des avantages principaux des systèmes d'irrigation souterraine se situe au niveau de l'absence de tuyaux et conduites sur le champ.

L'installation peut être accessible à toute période pour des interventions d'entretien même lorsque l'irrigation est en cours. Ceci procure des avantages certains lorsque l'on fait appel à l'entreprise et que les périodes d'intervention favorables sont assez courtes. Le montage et démontage des équipements d'irrigation n'est plus nécessaire. De même, il n'est plus nécessaire d'organiser le transport de ces matériels ni de prévoir leur stockage. La surface du sol reste plus sèche et la structure du sol risque moins d'être atteinte par le passage d'engins. Les mauvaises herbes se développeront plus difficilement. Dans le cas d'une irrigation aérienne, les parties végétatives sont alourdies par le poids de l'eau et pendent entre les rangées. Elles peuvent donc être coupées ou écrasées par le passage d'engins. A cause de l'humidité sur les plantes, le danger que représente les maladies provoquées par les champignons est renforcé. L'irrigation aérienne est aussi très sensible au vent alors que l'apport par voie souterraine peut être réalisé à tout moment. Ce dernier mode d'irrigation épargne également dans certaines situations des quantités d'eau considérables. En raison des plus faibles d'eau utilisés et de la pression plus faible nécessaire, les consommations en énergie pour le transport de l'eau sont aussi réduites. Avec l'irrigation souterraine, on s'affranchit des irrégularités de découpage de parcelles. De plus, on peut apporter par voie d'irrigation souterraine les fertilisants très près des racines.

Il existe toutefois aussi des inconvénients. Suivant les besoins et les conditions spécifiques à l'exploitation, il est nécessaire de prévoir une dépense d'installation et d'investissement dans les matériaux plus importante. Une bonne qualité d'eau est nécessaire sinon des armatures filtrantes sont indispensables. L'effet à long terme de la culture sur le vieillissement de l'aspergeraie est inconnu. Le contrôle de la répartition de l'eau dans le sol est difficile. Dans l'essai, l'installation a été mise en action quelque temps pour contrôle avant la saison d'irrigation. D'éventuelles fuites se manifestent en surface par des flaques d'eau. L'élément goutte à goutte est alors extrait à l'aide d'une bêche et remplacé par un neuf. Pendant la réalisation de l'irrigation, des flaques peuvent apparaître le long de conduites. Les obstructions de conduites provoquent la persistance de telles flaques. En cas de doute, il peut être ouvert un trou à la bêche pour vérifier si le sol est sensiblement plus humide en dessous de l'élément goutte à goutte.

### 5.1.2 Récolte

La première année de récolte de l'essai 1997 ne permet pas une distinction conséquente au niveau des rendements des différentes variantes. Le rendement moyen de 19,3 q/ha est normal pour une culture en première année de production. Les différentes induites dans les classes de qualité ne sont également que très faibles, ce qui est aussi à relier à la grande homogénéité de la surface d'essai. Pour ce qui concerne la qualité, on constate une faible proportion des asperges en classe I. Ceci est à la fois la conséquence de la nouvelle réglementation de l'organisation allemande des producteurs et de la grande sévérité du tri des lots récoltés sur l'essai.

A la fin de la récolte en 1998, il n'a pas été possible de distinguer des effets des variantes sur la qualité et les répartitions dans les classes comme en 1997. On remarque la part de turions encore plus faible que l'année précédente en classe I. Ce phénomène est identique à toutes les variantes testées. Sans qu'une cause particulière puisse être avancée avec certitude, il est probable que l'aspergeraie a été surexploitée la première année de récolte, l'étalement de la récolte sur plus de 4 semaines et 20 jours d'exploitation étant excessive. La première année de récolte d'une aspergeraie de deux ans d'âge ne devrait sans doute pas être exploitée plus de 10 jours. Le rendement de la parcelle irriguée par voie aérienne plus faible de 5,4 q/ha que celui du témoin pose également problème. La seule explication que l'on puisse avancer est que la surface du sol ait été rendue boueuse et asphyxiante à cause des grandes quantités d'eau apportées et que l'oxygène dans le sol ait été par la suite limitant.

Cette hypothèse a été rendue crédible par des résultats obtenus dans des conditions de sol analogues [7].

La récolte de l'essai en 1999 a débuté le 14 avril et n'a été achevée que vers le 15 – 20 juin. L'exploitation des résultats ne pourra intervenir qu'à la suite de l'arrêt de la récolte. La récolte a été fortement perturbée par de nombreuses séquences pluvieuses. Certaines parcelles de l'essai ont été atteintes par des zones d'eau stagnantes entre les buttes et l'exploitation des résultats de 1999 devra se faire en tenant compte de ces phénomènes.

### 5.1.3 Analyse du sol

En 1997, les analyses réalisées ont montré de très faibles teneurs en nitrates pour toutes les variantes rendant impossible tout enseignement sur les avantages ou les contraintes de celles-ci. Il convient de retenir que l'été 1997 a été très pluvieux.

Les résultats de 1998 démontrent en partie des résultats plus nuancés. Un jugement des résultats est toutefois rendu difficile par la sécheresse importante de l'été 1998. Comme en 1997, on ne retrouve dans les horizons les plus profonds que très peu de nitrates sur toute la durée du suivi (Tab. 8).

Dans les horizons intermédiaires, les teneurs en nitrates restent modestes jusqu'à la mi-novembre. Les plus fortes variations sont observées dans la partie la plus superficielle du sol. Des variations de teneur en nitrates dans l'horizon superficiel du sol ne sont pas inhabituelles durant la phase de végétation d'une culture d'asperges. Ceci peut s'expliquer par les pratiques culturales et les effets des conditions climatiques. On ne trouve cependant

pas d'explication plausible pour les très fortes variations de la teneur en nitrate à la fin de l'année pour le témoin et en moindre mesure pour l'irrigation aérienne. Jusqu'à la fin de septembre, il était possible d'observer le long des rangées des restes de fertilisants ce qui prouvait la mauvaise mise à disposition des plantes de l'engrais pendant la période de végétation en raison de la sécheresse. Puis, est venu s'ajouter la mauvaise installation de radis fourrager et la faible fixation d'azote qu'il en a résulté par sa végétation. Trois jours avant le prélèvement du 25.11.1998, l'ensemble de la végétation a été détruite en un mulch. Il est difficile de dire en quelle mesure ce léger travail du sol en surface expliquerait les fortes augmentations des teneurs en nitrates observées dans l'horizon superficiel entre le 12.11 et le 25.11.1998. Pour ce qui concerne la teneur en azote du sol, d'autres facteurs en lien avec la culture d'asperges jouent aussi un rôle. L'expertise géologique du sol a montré qu'il pourrait être envisagé des phénomènes de dénitrification dans les parties les plus profondes. Les valeurs très faibles de nitrates observées en permanence dans l'horizon profond laisse penser que les nitrates lessivés en fin d'année en profondeur ont été dénitrifiés.

On a constaté les plus faibles valeurs de teneur en nitrates dans les variantes d'irrigation souterraine, et ceci sur l'ensemble de la période d'observations. On pourrait donc accepter l'idée (avec prudence) que ce mode d'apport d'eau est favorable sur le plan des risques en lessivage de nitrates, mais le nombre d'années de références étant insuffisant, cela demande bien évidemment à être confirmé.

#### **5.1.4 Notation de l'état de la culture**

Les résultats des observations et notations effectuées dans le cadre de l'essai ne permettent pas de conclure dans un sens ou dans l'autre entre les différentes variantes comparées. Même si la notation faite en octobre 1997 donnait des tendances différentes entre les facteurs testés (Tab. 9), il n'a pas été par la suite observé d'incidence sur la répartition dans les différentes classes de qualité. Ainsi des différences constatées à l'automne ne se répercutent pas forcément sur le rendement et la qualité de la récolte de l'année suivante. Une explication particulière au taux élevé de pousses mortes à l'automne 1997 n'a pas été trouvée mais ce phénomène ne fut pas limité à l'essai mais fut aussi pour la même variété dans d'autres aspergeraies.

L'explication serait donc que la variété Gynlim serait sujet à avortement de pousses sous des conditions particulièrement "poussantes" lors des années juvéniles. Le phénomène serait à raccrocher à une régulation naturelle du nombre de pousses par la plante. L'analyse des liens entre les notations de l'automne 1998 et la récolte 1999 n'est pas encore possible dans le cadre de ce rapport

## 5.2 Essai variétés de Rumersheim

Une appréciation définitive des différences entre les variétés testées n'est pas possible après une seule année de récolte. L'installation ne rentrera en pleine production que les années suivantes. Les caractéristiques relevées dans le cadre du suivi de l'essai montrent des différences importantes entre les variétés. Il n'est pas étonnant que l'on retrouve des propriétés non souhaitées pour certaines variétés encore dans une phase juvénile, lesquelles caractéristiques pourraient disparaître par la suite ou bien pourraient se révéler plutôt favorables. Ainsi, la précocité n'est pas un critère absolu. La variété Backlim est par ex. caractérisée par un début de récolte difficile (irrégulier). Elle permet par contre de donner encore de bons rendements et de bonnes qualités de récolte à une période où les celles-ci se dégradent chez les autres variétés. Le producteur peut ainsi grâce à la plantation de différentes variétés s'assurer d'une période de récolte plus longue et d'une bonne qualité sur une plus longue plage de temps.

Les résultats obtenus jusqu'alors fondent la base des prochains suivis qui permettront de voir si les résultats convergent dans le même sens.

**Production intégrée d'asperges en vallée rhénane****1 Introduction et position du problème**

La production d'asperges bénéficie de conditions climatiques favorables en plaine du Rhin et représente une possibilité de revenu alternative aux grandes cultures. Les surfaces ont été régulièrement agrandies pour passer de 65 ha en 1985 à environ 650 ha en 1998.

Une irrigation des cultures est nécessaire sous les conditions du Rhin supérieur pour réduire les variations de productivité et pour le développement d'une plantation robuste et dotée d'un fort potentiel de rendement. Une irrigation mal adaptée peut cependant conduire à des lessivages de nitrates. C'est pourquoi l'aspergeraie doit être respectueuse de l'environnement et orientée vers les attentes du marché afin de pouvoir inscrire dans la durée la production d'asperges en vallée rhénane.

Grâce à une conduite optimale de l'irrigation, les objectifs suivants devraient être atteints :

- Amélioration de la qualité des produits récoltés
- Réduction des lessivages d'éléments fertilisants
- Diminution de la durée d'humectation du feuillage provoquée par l'eau d'irrigation et incidence sur la pression des maladies
- Optimisation de l'utilisation des éléments fertilisants
- Économie d'eau

**2 Méthodes**

Pour l'étude de la problématique précédemment décrite, un essai de variétés x densité a été installé à Rumersheim (F) et un essai de comparaison de trois systèmes d'irrigation à Hartheim-Feldkirch (D) ont été installés en 1996.

**Essai d'irrigation à Feldkirch**

L'essai de Feldkirch comporte trois modalités différentes d'irrigation et un témoin non irrigué. Les variantes d'irrigation étudiées se composaient d'une irrigation aérienne et deux systèmes d'irrigation souterraine. Les systèmes d'irrigation souterraine étaient constitués de goutte à goutte décalés latéralement de 30 cm et placés 10 cm en dessous de la couronne racinaire (griffe). Les différences se situaient au niveau de la nature des matériels de conduite de goutte à goutte. Le pilotage a été réalisé de manière basique à partir de la durée d'irrigation, les tensiomètres installés dans le sol pouvant si besoin interrompre l'irrigation. Pour mesurer l'humidité du sol, des sondes ont été mises en place en différents endroits. Pour la mesure des valeurs en nitrates du sol, des prélèvements ont été réalisés et analysés dans les différentes variantes testées. Les rendements et les qualités récoltées ont été mesurés en 1997 et 1998. La récolte 1999 est en cours à la date de rédaction de ce rapport. Des notations de l'état des plantes complètent les différentes mesures réalisées.

## **Essai variétés de Rumersheim**

Dans l'essai de Rumersheim, on a testé six variétés à deux niveaux de densité (deux ou trois plantes par mètre linéaire). Le dispositif de l'essai est en blocs à quatre répétitions. Au total, on retrouve 48 parcelles élémentaires. La pesée des récoltes et le jugement de la qualité ainsi que la notation de l'état des cultures ont été réalisées à l'instar du site de Feldkirch.

### **3 Résultats**

#### **3.1 Essai d'irrigation de Feldkirch**

##### *Irrigation*

La pluviométrie des mois d'été en 1996 et 1997 a été abondante si bien qu'un apport supplémentaire par irrigation s'est avéré inutile. Seule une séquence chaude et sèche en août 1997 a rendu possible la première utilisation des installations d'irrigation. Durant cette période, le pilotage a été manuel avec l'aide des sondes mises en place dans le sol afin d'une part d'apprécier l'efficacité de l'irrigation et d'autre part parce que seulement deux semaines restaient à disposition car à partir de début septembre, il faut renoncer à des apports supplémentaires. Entre 34,5 et 38,6 mm d'eau ont été apportés dans l'irrigation aérienne et 26,5 à 28,6 mm pour les irrigations souterraines. La quantité apportée par voie aérienne a été volontairement plus élevée car un épais horizon d'environ 30 cm devait être saturé en eau avant que la zone racinaire des asperges soit alimentée.

Après un printemps riche en précipitations, l'été 1998 a été sec, contrairement aux deux années précédentes. Fin juin, les systèmes d'irrigation ont été mis en action. Le pilotage a été réalisé comme l'année précédente en fonction du temps et cette fois ci également à l'aide de tensiomètres. Les quantités d'eau apportées dans la variante „irrigation aérienne“ ont été adaptées en fonction des données du service d'informations pour l'irrigation du service de la météorologie allemande et du BLHV, mis en place pour la première année en 1998. Les humidités du sol ont été mesurées comme l'année précédente à l'aide de différentes méthodes et pour les différentes variantes. Durant la période d'irrigation, les caractéristiques des différents systèmes d'irrigation en relation avec les mesures culturales ont été relevées. L'irrigation a été arrêtée durant la seconde moitié d'août, car des apports d'eau supplémentaires en septembre sont néfastes au rendement de l'année suivante.

##### *Récolte*

L'essai a fait l'objet d'une première récolte en 1997. Il a fait l'objet d'une récolte pendant 20 jours entre le 11 avril et le 8 mai. Dans chaque variante, on a récolté 4 parcelles de 100 m<sup>2</sup>. Les 16 parcelles ont été récoltées en caisses séparées et par la suite rapportées à la ferme pour être découpées, lavées et triées. La classification a été effectuée selon la réglementation de l'organisation allemande des producteurs d'asperges en vigueur depuis 1997.

Les rendements enregistrés étaient de 20,2 q/ha pour l'irrigation aérienne, 19,1 q/ha pour le témoin non irrigué et 18,6 q/ha pour le système T-Tape et de 19,4 pour le système RAM.

La classification n'a été que très faiblement influencée par le régime d'irrigation.

En 1998, l'essai a été récolté pendant 41 jours étalés du 20 avril au 01 juin. Les rendements sont de 68,4 q/ha pour l'irrigation aérienne, de 73,8 q/ha pour le témoin et de 74,9 q/ha pour le T-Tape et de 77,9 q/ha pour le RAM.

Très peu de différences sont relevées en 1998 entre les variantes pour ce qui est de la classification des asperges récoltées. La récolte 1999 ne s'achèvera que vers la mi juin.

#### *Analyses du sol*

Après la récolte 1997, des prélèvements de sol ont été faits et analysés afin d'avoir des bases pour le pilotage de la fertilisation. Un prélèvement fin août montra une absorption d'azote importante par les plantes si bien qu'un apport de 60 kg N/ha a été réalisé sur les parcelles irriguées. Les prélèvements suivants, jusqu'à la fin de l'année ont montré des valeurs en nitrates qui sont restés pour toutes les variantes en dessous de 45 kg/ha, seuil réglementaire de la SchALVO.

L'année 1998 se présenta comme difficile au niveau des valeurs en nitrates dans le sol. Après la fertilisation de l'essai, au début de végétation, une période de sécheresse s'est installée jusqu'au début de septembre, interrompue seulement sporadiquement par des pluies conséquentes. Les valeurs en nitrates oscillèrent pareillement entre les prises d'échantillons en partie de manière considérable. Ces variations n'affectèrent cependant que l'horizon superficiel du sol 0-30 cm. Dans les horizons plus profonds, 30-60 et 60-90 cm, les valeurs restèrent constamment à un faible niveau jusqu'à fin novembre. C'est seulement à partir de fin novembre que des valeurs de nitrates plus conséquentes furent observées dans la partie 30-60 cm. Des valeurs en nitrates plus faibles ont pu être relevées dans les variantes d'irrigation souterraine en comparaison des autres variantes. On peut en déduire que la teneur en nitrates du sol peut être sous l'influence d'autres facteurs (nitrification dénitrification), ce qui rend l'interprétation des résultats plus difficiles.

#### *Observations complémentaires*

Durant les années 1996, 1997 et 1998, l'état de la végétation a été noté pour chacune des variantes. Les résultats de ces notations et mesures ne montrent toutefois que très peu de différences entre les facteurs comparés.

En 1997, des prélèvements ont été faits et analysés sur la culture intermédiaire semée dans le champ d'essai entre les rangées d'asperges avec du radis fourrager. Les résultats indiquèrent une absorption de 47 à 61 kg N/ha par la végétation. En 1998, aucun prélèvement n'a pu être réalisé car la culture intermédiaire a dépérié après un premier semis et ne se développa après un second semis que de manière irrégulière (présence de trous sans végétation). Cet événement a eu également des effets sur les teneurs en nitrates suivies.

### **3.2 Essai variétés Rumersheim**

#### Récolte

L'essai a été récolté pour la première fois en 1998, entre le 20 et le 19 mai. Le tableau suivant présente les rendements enregistrés :



Tableau 1: rendement des variétés en 1998

Variété	rendement en t/ha
Andréas	3,529
Gynlim	3,150
Thienlim	2,870
Backlim	1,881
Vulcan	2,866
Mars	2,813

Source: Résultats de la saison 1998, Chambre d'Agriculture du Bas-Rhin

D'autres examens ont concerné la qualité des différentes variétés. L'influence de la densité a également été étudiée sous différents aspects. Ainsi, on a mis en évidence que le rendement de la plantation la plus dense (3 plantes/ml) était plus élevé que celui de la plantation à 2 pl/ml, bien que le rendement par plante soit plus fort dans ce dernier cas.

Les observations faites pendant la phase de végétation n'ont pas mis en relief de différences significatives sous l'angle de l'état sanitaire. Afin de disposer de résultats clairs et fiables, il est nécessaire de poursuivre l'expérimentation encore les années suivantes.

#### 4 Approche économique de l'irrigation

En comparaison à d'autres cultures, le jugement économique de différents systèmes d'irrigation en production d'asperges demande d'autres approches. Une aspergeraie est une culture pérenne qui se trouve dans une phase d'installation pendant les trois premières années et qui après six années d'existence subit un processus de vieillissement. Si l'on considère la durée totale de vie de la culture, le rendement total progresse jusqu'à la quatrième année puis celui-ci varie autour d'une valeur moyenne jusqu'à environ la sixième année pour ensuite régresser, si bien qu'une exploitation rentable de la plantation n'est plus possible après huit à dix ans d'existence. Sur cette période, le diamètre des turions évolue aussi pour atteindre le plus faible diamètre en même temps que le nombre de turions le plus élevé. Pendant la période juvénile, l'irrigation de la culture est indispensable pendant les phases de sécheresse afin d'obtenir une plantation vigoureuse et saine. Des déficits de croissance pendant les premières années ne peuvent pas être compensés par la suite. L'aspergeraie reste alors ensuite pour toute sa durée d'exploitation à des niveaux de rendement et de qualité au dessous de son potentiel.

L'irrigation goutte à goutte est généralement considéré comme une technique plus coûteuse que les autres pratiques d'irrigation. Ce type d'irrigation, surtout souterraine, pour laquelle il n'existait dans notre région encore aucune information pour la production d'asperges, était le premier à faire l'objet des plus fortes réticences.

Pour la production d'asperges, les coûts d'investissement pour une installation d'irrigation souterraine sont comparables à ceux d'une installation d'irrigation par voie aérienne. Considérant le besoin en temps de travail (surveillance, réparation...), aucune donnée n'était jusqu'à présent disponible pour les systèmes enterrés mais l'on considérait en général que celui-ci est équivalent à ceux de dispositifs d'irrigation aérienne circulaire. Si l'on exige des deux types de systèmes une même durée de fonctionnement de huit à dix ans, alors le dispositif goutte à goutte enterré, dans une approche globale des coûts, peut être considéré comme une alternative intéressante aux dispositifs habituels.

#### 5 Conclusions

Durant les trois premières années d'expérimentation à Feldkirch et à Rumersheim, un grand nombre de données ont été recueillies. Les deux premières années 1996 et 1997 ont été

riches en précipitations estivales ce qui a rendu la comparaison des dispositifs d'irrigation très difficile dans les conditions de Feldkirch. Seule l'année 1998 comparativement plus sèche a permis l'utilisation de l'irrigation. Les incidences des différences entre les méthodes d'irrigation ne pourront être mesurées que sur la récolte 1999 qui se terminera vers le 15-20 juin 1999. Dans quelle mesure ces différences d'irrigation ont également un effet sur le développement général de la plantation, reste encore une chose à examiner.

Dans l'essai variétés, la première récolte n'a été faite qu'en 1998. Afin de démontrer de manière fiable les différences entre variétés et densités, il est nécessaire de poursuivre l'essai quelques années.

Les deux aspergeraies n'entreront dans leur phase de pleine production que sur les années prochaines.

## 7 Bibliographie

- [ 1 ] HARTMANN, H.D.: Spargel – Grundlagen für den Anbau; Verlag Eugen Ulmer 1996
- [ 2 ] KRUG, H. und D. KAILUWEIT: Gefährdet Spargelanbau die Umwelt? N-Düngung, Nmin-Reste und Ertrag; Gemüse 6/1999
- [ 3 ] NN; Ratschläge für den Spargelanbau; Vereinigung der Spargelanbauer in Westfalen-Lippe e.V.; 3. Auflage 1997
- [ 4 ] PASCHOLD, P.-J.; HERMANN, G. und B. ARTELT: Einfluß der Stechdauer auf den Anteil Spargel der Handelsklasse I; Gemüse 1/1998
- [ 5 ] VOGEL, G.: Handbuch des speziellen Gemüsebaus; Stuttgart 1996
- [ 6 ] ZIEGLER, J.: Vorlage Excel Tabelle „Spargelkalkulation“; Staatliche Lehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Weinbau und Gartenbau Neustadt a. d. Weinstraße
- [ 7 ] ZIEGLER, J: Bleichspargelanbau; Neustadter Hefte Nr. 101; Staatliche Lehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Weinbau und Gartenbau Neustadt a. d. Weinstraße; 1999
- [ 8 ] ZIEGLER, J; Bleichspargelanbau; Neustadter Hefte Nr.68 Staatliche Lehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Weinbau und Gartenbau Neustadt a. d. Weinstraße
- [ 9 ] ZMP: Rückblick auf die Spargelsaison 1998, Messesonderdruck November 1998
- [ 10 ] ZMP: Spargel: Produziert Europa nur für Deutschland?; Der Markt – Obst und Gemüse 3/98
- [ 11 ] ZMP-Bilanz Gemüse 1998 Deutschland-EU-Weltmarkt

## ANNEXE

### Caractéristiques variétales

#### **Andréas**

Die Sorte Andréas ist eine männliche Hybridsorte mit sehr frühen und hohen Anfangserträgen. Sie bringt gute und gleichmäßig dicke Stangen, ist aber anfällig gegen Bruch. Sie zeichnet sich durch wenig Berostung aus und bringt wenig hohle Stangen. Bei Hitze neigen die Spargelköpfe zum aufblühen. Auf leichten Standorten sollte eine Beregnung erfolgen. Die Pflanze hat einen gedrungenen Wuchs bei guter Standfestigkeit.

#### **Vulcan**

Diese Sorte zählt ebenfalls zu den männlichen Hybriden und ist eine frühe bis mittelfrühe Sorte. Sie ist für den Folienanbau geeignet und bringt hohe Erträge. Die Stangen sind mittelstark, gut geformt und haben einen geschlossenen Kopf. Ebenfalls bringt sie wenig hohle Stangen. Das Stangengewicht ist gegenüber der Sorte Gijnlim etwas höher. Diese Sorte ist nach dem abdämmen wenig standfest.

#### **Mars**

Die Sorte Mars zählt wie die beiden vorherig beschriebenen Sorten zu den männlichen Hybriden. Sie ist mittelfrüh und erzielt mittlere bis hohe Erträge. Die Stangen sind mitteldick, nur wenige sind hohl. Zum Teil haben die Stangen lockere Köpfe. Sie ist wenig standfest und sollte deshalb auch im Sommer im Damm belassen werden. Das Laub ist gedrungen und reift im Herbst spät ab.

#### **Thienlim**

Die männliche Hybride Thienlim erbringt hohe Erträge bei frühem Erntebeginn. Sie hat dicke Stangen, jedoch bildet sie bei wüchsigem Wetter hohle Stangen. Der Kopf ist geschlossen. Bei kalter Witterung ist diese Sorte rostanfällig. Der Aufwuchs ist aufrecht und standfest, wenig anfällig gegenüber Botrytis und für eine Engpflanzung geeignet.

#### **Backlim**

Der Erntebeginn der gegenüber niedrigen Temperaturen empfindlichen Sorte Backlim ist zögerlich. Wenn die frühen Sorten schon nachlassen steht sie in voller Ernte (Mai/Juni), der Ertrag ist dennoch deutlich niedriger als bei Gijnlim. Die dicken bis sehr dicken Stangen sind glatt und in guter Qualität. Auch diese Sorte eignet sich für eine Engpflanzung und bringt wenig hohle Stangen. Die Sortierung ist gleichmäßig, die Köpfe fest geschlossen und das Stangengewicht hoch. Sie ist geeignet für den Folieneinsatz. Der Aufwuchs ist gedrungen und widerstandsfähig gegen Botrytis.