

Expérimentation d'arrosage de boisements en forêt méditerranéenne ⁽¹⁾

par Eric BELVAUX et Gérard TRON *

I - Présentation des essais

1.1. Contexte

Depuis plusieurs années les interventions en milieu forestier méditerranéen ont pour objectifs la protection des espaces boisés contre les incendies, la conservation des sols contre l'érosion et l'amélioration des peuplements dans l'optique d'un accroissement de la production.

Les politiques d'aides financières mises en place par la C.E.E. dès 1980 (programmes FEOGA, PIM, PDZR), puis par l'Etat et les collectivités territoriales (C.F.M. et plus récemment Contrats de plans Etat-Région) sont autant d'encouragement à la mise en place d'opérations de reboisement soit par enrichissement, soit par substitution d'essences. A titre indicatif, c'est près de 8700 hectares

(1) - Programme réalisé avec le concours financier de l'Etat et de la Région P.A.C.A. (Actions de Diversification et de Développement Rural)

* Société du Canal de Provence et d'aménagement de la région provençale - Service Développement
B.P. 100 Le Tholonet
13603 Aix-en-Provence Cedex
Tel : 04 42 66 71 23
Fax : 04 42 66 70 83

Photo S.C.P.

qui ont été reboisés au cours des programmes FEOGA entre 1980 et 1985 et plus de 6 200 hectares dans le cadre du PIM (1987-1992).

Les taux de réussite de ces boisements sont fort variables et dépendent de nombreux facteurs : adaptation des essences à la station, type de sol, qualité des plants et du support de culture, conditions climatiques, etc...

Fréquemment le gestionnaire est appelé à se demander si, dans certaines conditions, l'irrigation temporaire des parcelles reboisées ne permettrait pas d'obtenir un taux de reprise supérieur et pourquoi pas une meilleure croissance durant les premières années suivant la plantation. L'arrosage



de ces boisements pourrait alors permettre de parer à des aléas climatiques (sécheresse, vent), fréquents dans notre région, aidant ainsi les plants à passer le cap du premier été suivant la plantation, puis à se dégager rapidement de la végétation adventice forte consommatrice d'eau et de lumière.

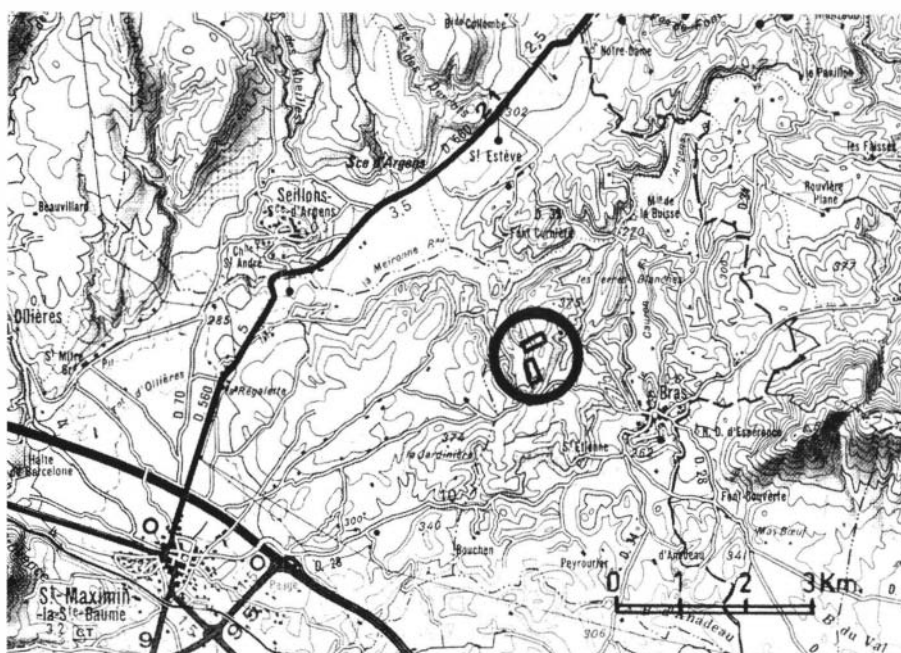
C'est donc dans le but de répondre à ces interrogations qu'une expérimentation visant à mesurer l'influence de l'irrigation sur la reprise et la croissance de boisements situés en région méditerranéenne a été menée par la Société du Canal de Provence et d'Aménagement de la Région Provençale entre 1990 et 1995.

1.2. Justification de l'intervention de la Société du Canal de Provence (SCP)

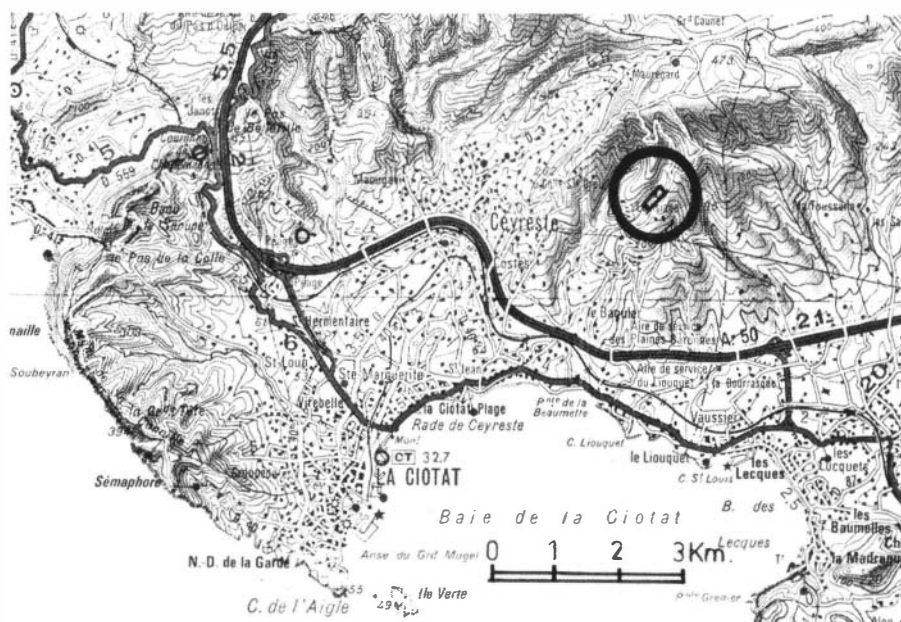
Dans le cadre de son rôle d'aménageur régional, la SCP est intervenue à différents titres dans le domaine de la forêt depuis plus de 15 ans. Mandataire de la CEE et organisme responsable des programmes FEOGA, gestionnaire des Programmes Intégrés Méditerranéens pour le compte de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (P.A.C.A.), la cellule Forêt de la SCP a assuré les missions de maître d'ouvrage délégué pour 30 à 40 % des opérations et de maîtrise d'œuvre pour 5 à 10 % des opérations entre 1980 et 1992.

Elle a ainsi participé à la mise en place et au suivi de nombreux reboisements sur l'ensemble de la région P.A.C.A. De 1982 à 1985, la SCP a engagé une première réflexion sur le sujet dans le cadre d'une expérimentation de valorisation des eaux usées par l'irrigation de boisements d'enrichissement en forêt communale de Cogolin. Cette expérimentation, conduite par le Cemagref d'Aix-en-Provence en collaboration avec la section Biotechnologie, avait entre autre pour objectif de constituer une ressource en eau complémentaire pour le milieu forestier tout en favorisant la création de pare-feu arborés à couvert dense. Dans le même temps, la section Développement Agricole poursuivait ses recherches sur l'irrigation des cultures pérennes (cerisier, pommier, pêcher) permettant ainsi à la SCP d'améliorer ses compétences déjà reconnues en matière de conduite d'irrigation des cultures pérennes.

Le savoir-faire acquis par ces différentes sections en

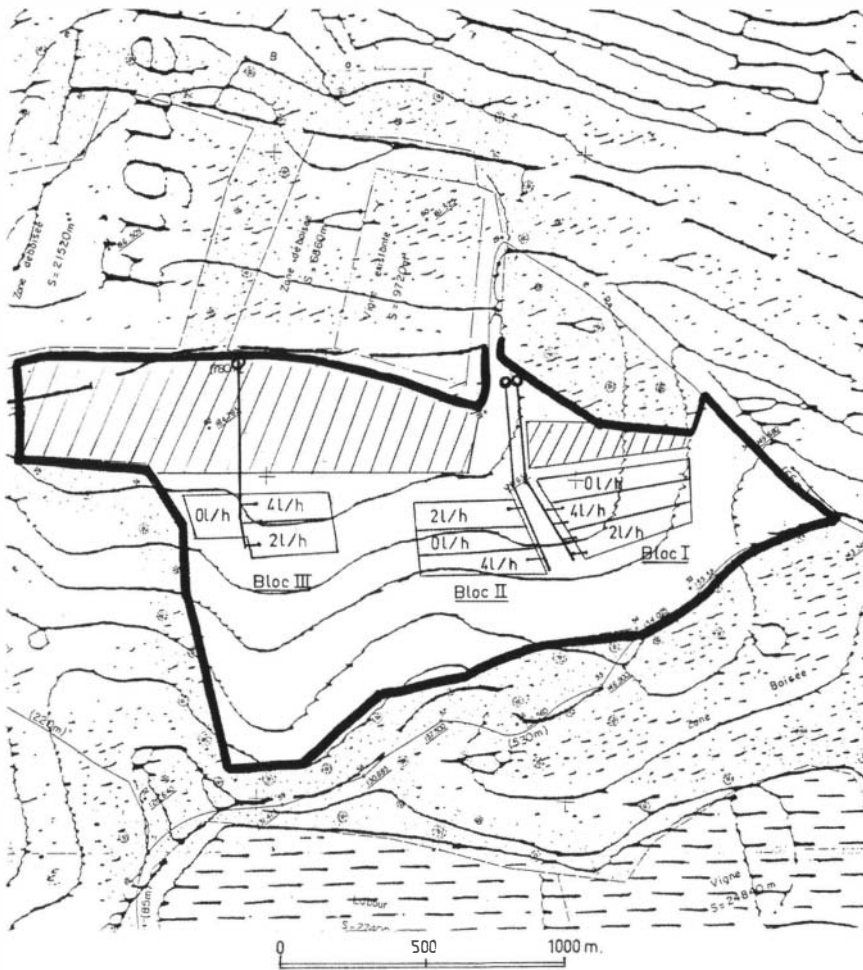


Site de Saint Maximin (83) : Option «Production matière» : Cèdres et Merisiers.



Site de Ceyreste (13) : Option «Protection-reconstitution de couvert arboré» : Fêviers, Micocouliers, Robiniers, Tilleuls.

matière de forêt et d'irrigation et la série d'incendies catastrophiques de l'été 1989 ont amené la SCP à créer un groupe de travail interne dont l'objectif était de rechercher des solutions novatrices et économiquement satisfaisantes pour protéger et valoriser le capital forêt de notre région. L'une des fiches thématiques élaborées par cette commission prévoyait notamment la mise en place d'une expérimentation d'arrosage de boisements qui a pu être financée grâce aux crédits de l'Etat et de la Région pour la réalisation d'Actions de Diversification et de Développement Rural (ADDR). Les premiers essais ont ainsi pu démarrer dès le printemps 1990.



Exemple de dispositif en bloc avec 3 répétitions : le site de Saint Maximin : Cèdres de l'Atlas

1.3. Les axes de travail

Ces expérimentations ont été menées selon deux options différentes suivant l'objectif à terme du boisement :

- soit le boisement considéré répondait à un objectif de production de bois matière (c'est le cas le plus fréquent des reboisements par substitution d'essence). Dans ce premier cas, l'irrigation d'essences introduites à forte potentialité ligneuse devait permettre une meilleure reprise et une augmentation de croissance (diamètre et hauteur) de ce type de peuplement. L'aspect protection restait toutefois présent (moindre inflammabilité, discontinuité verticale par rapport aux peuplements autochtones, embroussaillage limité, maintien des sols,...). Les deux essences retenues ont été le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) et le merisier (*Prunus avium*).
- soit l'objectif prioritaire se trouvait être le maintien d'un couvert arboré participant dans le même temps à la protection contre les incendies et la conservation des sols contre l'érosion. Dans ce cas l'irrigation qui ne devait porter que sur quelques années devait permettre la croissance et le développement d'essences à couvert important (création rapide d'un peuplement fermé) et à enracinement profond (lutte contre l'érosion). Les quatre essences retenues ont été le févier d'Amérique (*Gleditsia triacanthos*), le micocoulier (*Celtis australis*), le robinier faux acacia (*Robinia pseudoacacia*) et le

tilleul argenté (*Tilia tomentosa*).

Dans les deux cas, ces irrigations devaient pouvoir s'effectuer soit à partir de poteaux incendie ou de bornes agricoles existantes, soit grâce à des retenues collinaires situées en amont des sites concernés. Les expérimentations devaient porter sur cinq années de végétation. La possibilité de continuer les irrigations des peuplements «productifs» a été laissée au propriétaire alors qu'un sevrage progressif et des doses d'apport limitées constituaient les principales options retenues pour les peuplements dits de protection.

1.4. Les boisements

Pour chacune des deux options, les boisements sur lesquels ont porté les expérimentations font partie d'opérations forestières réalisées dans le cadre des Programmes Intégrés Méditerranéens. Les travaux du sol, les plants, les modes et les méthodes de plantation, les entretiens réalisés sont conformes à ceux habituellement pratiqués en région méditerranéenne. Le suivi des chantiers a été identique à ceux réalisés pour d'autres opérations dont la SCP assure la maîtrise d'œuvre.

Les principales caractéristiques des boisements sont résumées dans la fiche technique «Boisements», page suivante.

1.5. Les protocoles d'expérimentation

Pour les deux options, le dispositif expérimental retenu est un dispositif en bloc avec 3 répétitions.

L'objectif de ces expérimentations était donc de tester l'incidence de l'irrigation sur :

- le taux de reprise des plants,
- la croissance des arbres en fonction du niveau des apports

Pour l'option «production (cèdres)», des mesures complémentaires ont été effectuées une année après l'arrêt des irrigations et une observation sur quelques arbres a été réalisée à l'issue des 2 premières années d'expérimentation, pour évaluer l'effet de l'irrigation sur le développement du système racinaire.

Pour l'option «protection», il était prévu, en complément des deux objectifs précités, de mesurer l'incidence d'un sevrage (précoce, progressif ou brutal) sur le développement des plants.

FICHE TECHNIQUE BOISEMENTS

OPTION	PRODUCTION	PRODUCTION	PROTECTION
ESSENCE	Cèdre de l'Atlas	Merisier	Févier d'Amérique Robinier faux acacia Micocoulier Tilleul Argenté
SITE D'IMPLANTATION	Forêt après coupe rase	Fond de vallon, anciennes restanques	Zone incendiée sur ancien pare-feu
LOCALISATION	St Maximin (83)	St Maximin (83)	Ceyreste (13)
ALTITUDE	350 m	320 m	250 m
EXPOSITION	Ouest	Sud ouest	Sud ouest
PENTE	10 à 30 %	Terrasses	15 %
GEOLOGIE	Calcaires dolomitiques	Calcaires dolomitiques	Grès ferrugineux à ciment calcaire
PEDOLOGIE	Sol fersialitique carbonaté	Sol colluvial calcaire	Rendosol sableux
PEUPELEMENT EXISTANT	Pin d'Alep, chênes pubescents	Chênes pubescents	Pin d'Alep, chênes kermès
TRAVAUX PREPARATOIRES	Broyage des rémanents dessouchage, mise en andains	Broyage mécanique de la végétation arbustive	Décapage et mise en cordons des bois brûlés
TRAVAIL DU SOL	1 raie de sous-solage	Sous-solage 3 dents croisé potets pelle mécanique	Sous-solage croisé 3 dents en plein et broyage de pierres
PLANTS	1-0 Godets	1-0 Racines nues	Tilleuls : 1+1 RN Autres : 1-0 G
DENSITE	1100 plts/ha (3m x 3m)	400 plts/ha (5m x 5m)	625 plts/ha (4m x 4m)
DATE DE PLANTATION	Mars 1990	Février 1991	Janvier 1991
PROTECTION INDIVIDUELLE		Manchons «Protectron» 1m	Manchons «Tubex» 0,60m Paillage plastique 1m ²
ENTRETIEN ANNEE 1		Traitement contre les pucerons (pyrimicarbe)	
ENTRETIEN ANNEE 2	Binage manuel		
ENTRETIEN ANNEE 3		Traitement contre la cylindrosporiose (dogadine)	
ENTRETIEN ANNEE 4		Traitement contre la cylindrosporiose (dogadine) Broyage de la végétation adventice	Mise en place ponctuelle de filets brise-vent et de gaine «Nortène» 1,60m
ENTRETIEN ANNEE 5		Traitement contre la cylindrosporiose (dogadine)	

Conduite des irrigations :

L'option retenue a été d'effectuer des irrigations par "gorgées" assez importantes. Ce choix est motivé par trois préoccupations :

1. Humecter un volume de sol assez important pour favoriser le développement du système racinaire,
2. Limiter le nombre de mises en fonctionnement de l'installation car compte tenu de la topographie de la parcel-

le à chaque fin d'arrosage, on constatait une vidange de l'installation en des points préférentiels. En cas d'apports fréquents, on aboutit à une grande hétérogénéité de la dose délivrée.

3. Rester cohérent avec le type d'arrosage effectué habituellement en région méditerranéenne (au seau ou à la tonne à eau)

FICHE TECHNIQUE PROTOCOLES

OPTION	PRODUCTION	PRODUCTION	PROTECTION
ESSENCE	Cèdre de l'Atlas	Merisier	Février d'Amérique Robinier faux acacia Micocoulier Tilleul Argenté
PARCELLE ELEMENTAIRE	4 lignes de 15 arbres	3 lignes de 5 arbres	24 plants (de 6 arbres de chaque essence) répartis sur 4 lignes
ARBRES MESURES	2 lignes médianes	15 plants de chacune des parcelles	4 plants centraux des 2 lignes médianes
TRAITEMENTS	3 traitements : T0 Témoin au sec (0 l/h) T2 Rationné (2 l/h) T4 Référence (4 l/h)	3 traitements : T0 Témoin au sec (0 l/h) T2 Rationné (2 l/h) T4 Référence (4 l/h)	5 traitements T0 Témoin au sec T1 Réf, (4 l/h) Sevrage Brutal T2 Réf, (4 l/h) Sev. Progressif T3 Réf, (4 l/h) Sev.Précoce T4 Rat, (2 l/h) Sevrage Brutal
NB DE REPETITIONS	3	3	3
DUREE D'APPLICATION	5 années	5 années	T0 5 années T1 Dose de réf. : 5 ans T2 Dose de réf. 3 ans, puis sevrage prog. 2 ans T3 Dose de réf. : 2 ans T4 Rationné 5 années
ORIGINE DE L'EAU	Pompage sur l'Argens	Pompage sur l'Argens	Réservoir SCP de Ceyreste
MATERIEL D'IRRIGATION A LA PARCELLE	Filtre à sable Filtres à tamis Manomètre Programmateurs sur batteries autonomes Tuyau PET 14,5/17 mm Goutteurs 2 et 4 l/h	Filtres à tamis Réducteur de pression Manomètre Programmateurs sur batteries autonomes Tuyau PET 14,5/17 mm Goutteurs 2 et 4 l/h	Programmateur électrique Filtre à tamis Clapet anti-retour Manomètre Tuyau PET 14,5/17 mm Goutteurs 2 et 4 l/h

Doses d'irrigation :

La quantité d'eau de référence (régime d'apport) est établie au prorata de l'E.T.P.⁽¹⁾ Tant que l'aire du houppier que l'on assimile à la surface évaporante des arbres est inférieure à la surface au sol disponible pour ces mêmes arbres (9 m² pour des distances de plantation de 3 m x 3 m), on applique à l'E.T.P. un coefficient égal au rapport qui existe entre ces deux surfaces⁽²⁾.

(1) NDLR - ETP : Evapotranspiration potentielle, ensemble des processus qui font passer l'eau dans l'atmosphère par transpiration des plantes.

(2) Ce coefficient a été choisi arbitrairement. Néanmoins les nombreux essais sur espèces pérennes à enracinement profond montrent que ce niveau d'apport permet une alimentation satisfaisante des arbres.

A partir du moment où ce rapport est égal ou supérieur à 1, le régime d'apport est plafonné à l'E.T.P. Dans les deux cas (production et protection), on a choisi pour régime de référence, un niveau d'apport voisin de 0,5 ETP. Pour tenir compte de l'importance du couvert végétal on a donc appliqué un coefficient de restriction qui a été modifié chaque année avec l'évolution du taux de couverture des arbres.

Le tableau ci-après est donné à titre indicatif.

Année	Coefficient
1	0.1
2	0.2
3	0.3
4	0.4
5	0.5

Le régime rationné correspond à la moitié du régime de référence.

Pour le niveau d'ETP on s'est référé à une moyenne sur 15 ans fournie par le CIRAME pour la station du Luc en Provence.

Le régime de référence a donc été calculé de la façon suivante :

$$(\text{ETP moyenne/jour}) \times (0,5) \times (\text{taux de couverture/arbre}) \times (\text{coef. annuel de restriction}) = X \text{ l/a/j}$$

A titre d'exemple, pour les cèdres de l'Atlas, sachant que les arbres sont plantés selon une densité qui correspond à 9 m² par arbre (3 x 3) pour une période où l'ETP moyenne sur 15 ans est en moyenne de 4 mm/jour, on obtiendra les régimes suivants :

Année 1 :

- régime de référence : $4 \times 0,5 \times 9 \times 0,1 = 1,8 \text{ l/arbre/jour}$

- régime rationné : $1,8/2 = 0,9 \text{ l/arbre/jour}$

Année 2 :

- régime de référence : $2 \times 9 \times 0,2 = 3,6 \text{ l/arbre/jour}$

La liaison entre l'apport journalier et le débit d'équipement (2 ou 4 l/h) s'obtient par la durée et le nombre d'irrigations effectuées au cours d'une période donnée. Par exemple, pour un régime de référence de 3,6 l/arbre/jour, chaque arbre recevra sur une semaine, 25,2 l. Cet apport

pourra être réparti en 2 irrigations par semaine de 3 h 10 chacune, si les goutteurs débitent 4 l/h. Dans le même temps, les arbres équipés de goutteurs débitant 2 l/h (régime rationné) recevront 1,8 l/arbre/jour.

Pour ce qui concerne l'option «protection», le sevrage brutal est réalisé par arrêt de l'irrigation au terme de la durée prévue pour l'irrigation. Le sevrage progressif est réalisé en 2 ans. La première année on n'augmente pas les doses par rapport à l'année précédente. La deuxième année on raccourcit la période d'irrigation (décalage d'un mois au départ - arrêt fin août).

Période d'irrigation :

En règle générale la période d'irrigation a débuté quand le cumul du déficit Pluies - ETP comptabilisé à partir du mois d'avril atteignait 50 mm. Elle s'arrêtait aux premières pluies d'automne importantes.

Les principales modalités des protocoles d'expérimentation sont résumées dans la fiche technique «Protocoles».

II - Déroulement des expérimentations

Ce type d'expérimentations est soumis, du fait des conditions de milieu dans lequel elles se réalisent, à de **nom-**



Cèdres de l'Atlas après la première campagne d'arrosage (octobre 1990)

A gauche : Bloc I 0 l/h Hauteur : 0.33 m

A droite : Bloc I 4 l/h Hauteur : 0.62 m

Photos SCP

breuses contraintes et phénomènes naturels qui peuvent avoir une incidence significative sur le bon déroulement de l'opération. Sans rentrer dans les détails des événements qui ont ponctué, année après année, ces expérimentations, il nous a semblé utile de signaler les événements particuliers qui ont pu perturber les protocoles établis et amener à des changements d'orientations ponctuels. Toutefois, **aucune modification importante n'a été apportée aux principaux termes de référence des protocoles choisis.**

2.1. Option «production» - Cèdres de l'Atlas

- difficultés d'estimer avec précision les quantités d'eau délivrées car en irriguant la totalité de la plantation (y compris la partie hors essai) les sources d'incidents augmentent (déboîtement de tuyau, bouchage des goutteurs, etc...)
- conflit entre les durées d'irrigation souhaitées par le propriétaire et celles dictées par le protocole.
- nécessité d'individualiser chaque bloc pour mieux contrôler les débits délivrés.
- présence accrue, année après année, d'une végétation adventice pouvant diminuer les effets de l'irrigation sur



Cèdres de l'Atlas : 4 campagnes d'arrosage séparent ces deux photos

A gauche : Bloc I 4 I/h : Vue prise de la piste en octobre 1990

A droite : Bloc I 4 /h : Vue prise de l'extrémité de la rangée en août 1994

l'essence testée. Sachant qu'un dégagement systématique n'est pas financièrement envisageable, il n'a été effectué sur l'ensemble de la période d'essai qu'un seul binage des plants, la deuxième année.

2.2. Option «production»- Merisiers

- la déclivité du site d'essai a nécessité la modification du dispositif d'irrigation en fin de troisième année afin d'installer les tuyaux parallèlement aux courbes de niveau et non plus dans le sens de la plus grande pente comme c'était initialement le cas. Cette modification a permis d'éviter le glissement de l'installation vers le bas, de mieux contrôler les débits délivrés et le broyage mécanique de la végétation adventice, particulièrement virulente sur d'anciennes banquettes.
- des problèmes phytosanitaires ont affecté la plantation à plusieurs reprises au cours de la période d'essai (puce-rons et champignon *Blumeriella jappii*, agent de la cylin-drosporiose du merisier). Ces événements, sans doute dus à la fragilité de l'essence concernée et aux conditions de milieu difficiles, ont nécessité, dès la première année des traitements adaptés afin d'éviter un impact négatif sur la croissance générale des plants.



Photos SCP

2.3. Option «protection - reconstitution du couvert arboré»- Féviers, Micocouliers, Robiniers, Tilleuls

- sur le plan du fonctionnement hydraulique cet essai n'a posé aucun problème au cours des 4 années d'expérimentation. Il est par contre très vite apparu que les conditions de milieu particulièrement difficiles sur ce site (sol pauvre et vent violent) se sont avérées extrême-



ment pénalisantes et n'ont pas permis de mesurer correctement les effets de l'irrigation.

- la mise en place dès la plantation de «*tubex*» a permis aux plants la première année d'exprimer une réaction positive à l'irrigation. Dès lors que les plants sont sortis de la gaine protectrice constituée par le manchon de croissance, les facteurs extérieurs (vent et sécheresse), alliés à des conditions de sol peu favorables, ont annihilé toute croissance (dessèchement de la pousse terminale, brunissement et chute du feuillage) les années suivantes. L'implantation localisée, en quatrième année, de «brise-vent» n'a pas permis de retrouver des conditions normales de croissance, même si quelques réactions positives ont pu être enregistrées.

Les résultats obtenus la dernière année ne confirment pas de façon irréfutable l'idée selon laquelle ce site était trop exposé pour permettre une pousse normale des essences utilisées pour constituer ce pare-feu. Néanmoins, les résultats obtenus la première année, lorsque les plants étaient protégés par des *tubex*, et la légère amélioration constatée la dernière année sur des arbres déjà affaiblis conduisent à persister dans l'idée que sur ce site l'eau disponible ne constituait pas le facteur le plus limitant.

III - Irrigation et reprise

3.1. Option «production-matière»

Cèdres de l'Atlas

Lors de la première mesure des plants en février 1991, seul un plant mort a été trouvé sur la parcelle témoin (0 l/h) du bloc 3, soit 1 plant sur les 270 mesurés. Au cours des années suivantes ce chiffre est resté inchangé, ce qui permet de dire qu'aucune différence significative n'a été observée pendant toute la durée de l'essai, au niveau du taux de reprise entre les différents traitements.



Photo du haut : Merisiers (août 1994) Bloc I : 4 l/h

On remarque que les tuyaux sont surélevés et accrochés aux manchons de protection

Photo du bas :
Site de Saint Maximin : Installation de filtration, de programmation et de comptage en tête de bloc

Photos SCP

Merisiers

Au cours des 2 premières années suivant la plantation, 3 plants sont morts sur les 135 mesurés. Ce taux n'est pas significatif au seuil de 5% mais le fait que ces plants se situent tous les 3 sur des parcelles témoins (0 l/h), permet de préjuger d'un effet positif de l'irrigation sur la reprise.

3.2. Option «protection - reconstitution du couvert arboré»

Le tableau suivant indique le nombre d'arbres trouvés morts à l'issue de la première campagne de mesures, sur chaque parcelle élémentaire. Ce nombre n'a pas augmenté après la deuxième saison de végétation, soit un total de 7 arbres sur les 120 mesurés.

	Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3
T 0	0	0	2
T 1	0	0	1
T 2	1	0	2
T 3	0	0	0
T 4	1	0	0

Les différences constatées entre les 5 traitements ne sont pas statistiquement significatives. Il n'est donc pas possible d'affirmer que l'irrigation a eu un quelconque effet sur la reprise.

3.3. Analyse et commentaires

Bien entendu, il est indéniable que les conditions climatiques qui précèdent et succèdent la plantation ont une incidence sur la reprise des plants.

La comparaison des pluviométries entre les stations de St Maximin (boisements de «production») et Ceyreste (option «protection») sur la période septembre 1990 - août 1994 fait apparaître une pluviométrie légèrement inférieure sur le site de Ceyreste situé en bordure de mer (ce qui constitue un facteur négatif supplémentaire sur cet essai). On peut toutefois considérer que les écarts constatés restent sensiblement identiques sur l'ensemble de la période ce qui permet de poursuivre l'analyse uniquement à partir des relevés de St Maximin.

Si l'on observe la figure n° 1 présentant le classement de la pluviométrie annuelle comprise entre le 1^{er} septembre de l'année n-1 et le 31 août de l'année n, année de la plantation, sur 30 ans (1965-1995) pour la station de Saint-Maximin, on s'aperçoit que les années 1989-1990 et 1990-1991 occupent les 5^{ème} et 8^{ème} rang. On ne peut donc pas les considérer comme des années pluvieuses (à la différence des années 1993-94 et 1994-95 par exemple).

Toutefois, il est nécessaire de pousser l'analyse au niveau mensuel pour mieux interpréter l'incidence de la pluviométrie sur la reprise des plants.

La figure n°2 compare la médiane mensuelle sur 30 ans (1965-1995) à la



Site de Ceyreste : Alimentation électrique et station de pompage.

Photo SCP



Site de Ceyreste : Le point d'apport se situe à environ 0,50 m du plant.

Photo SCP

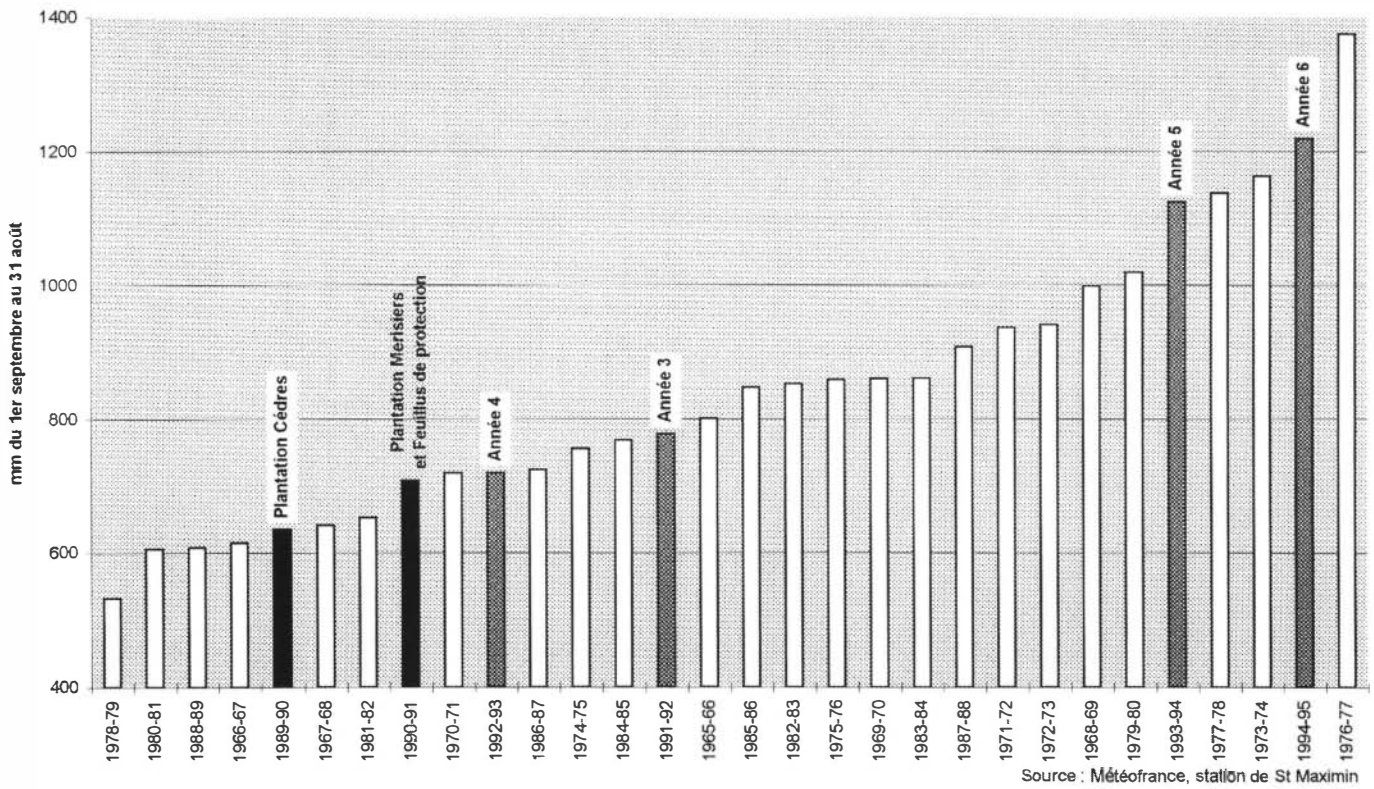


Fig. 1 : Classement de la pluviométrie annuelle sur 30 ans (1965-1995) - Station de St Maximin (83)

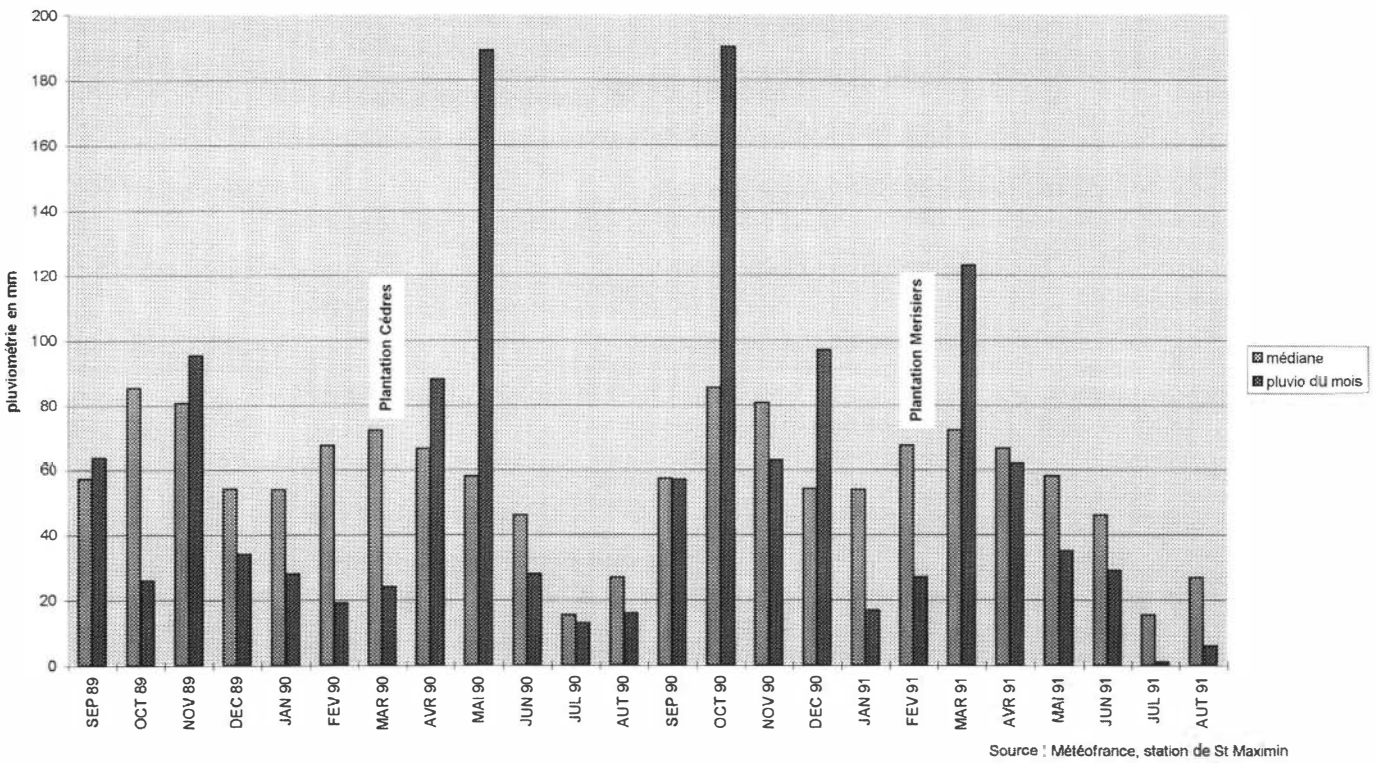
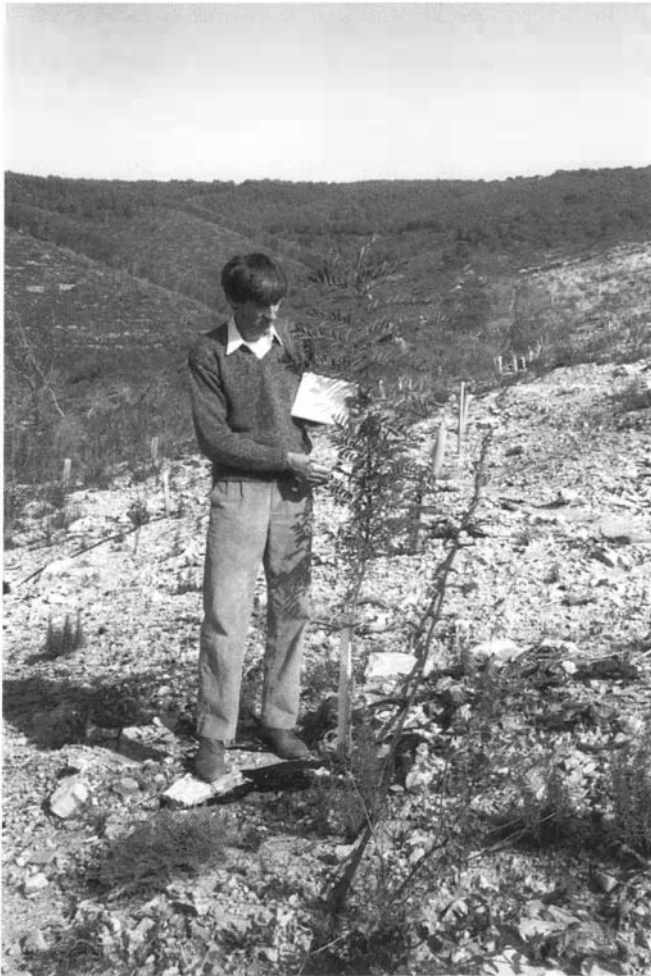


Fig. 2 : Comparaison entre médiane mensuelle sur 30 ans (1965-1995) et pluviométrie du mois entre septembre 1989 et août 1991.



Site de Ceyreste : la première année (photo de gauche), l'action conjuguée des «Tubex» et de l'irrigation semble particulièrement efficace sur ce robinier. Trois ans après (photo de droite), la pose de filets «brise-vent» ne compense pas l'effet des conditions de milieu particulièrement défavorables.

Photos SCP

pluviométrie mensuelle des mois de septembre 1989 à août 1991. On remarque que pour la période septembre 1989 - août 1990, seuls 4 mois sur 12 bénéficient d'une pluviométrie supérieure à la médiane mensuelle sur 30 ans (ce qui explique le classement au 5^{ème} rang) et que les deux mois les plus pluvieux sont ceux succédant la plantation. Les mois de mai et octobre 1990 notamment, présentent une pluviométrie exceptionnelle, respectivement égale à 3 et 2 fois la médiane mensuelle sur 30 ans. De même, en mars 1991, on observe une pluviométrie bien supérieure à la médiane mensuelle sur 30 ans augmentant encore les conditions favorables dues aux précipitations importantes des mois d'octobre et décembre 1990 précédant la plantation.

On peut donc en conclure que même si les deux années de plantation peuvent être considérées comme peu pluvieuses dans leur ensemble, les mois les plus importants (c'est-à-dire ceux suivant directement la plantation) présentent une pluviométrie remarquable et peuvent donc expliquer le faible taux de mortalité relevé sur chacune des 3 expérimentations.

Enfin, il faut rappeler qu'en région méditerranéenne, la réussite d'une plantation est aussi fortement dépendante du type et de la qualité du travail du sol effectué, du mode d'élevage des plants ainsi que du soin apporté lors de leur mise en place.

IV - Irrigation et croissance

Pour l'ensemble des sites le protocole prévoyait d'apprécier l'influence de l'irrigation à partir de la mesure de la hauteur des plants. Cette mesure devait avoir lieu en hiver pendant la phase de repos végétatif. Nous verrons que pour les Merisiers nous avons été obligés de modifier le protocole de mesure.

4.1. Option «production»

Cèdre de l'Atlas

L'essentiel de l'information est résumé par la **figure n° 3** qui indique, pour chaque année, la croissance moyenne de chaque traitement (moyenne des médianes de chaque répétition).

On constate que :

En 1^{ère} année, la croissance des 2 traitements irrigués est identique et double de celle du témoin au sec.

En 2^{ème} année, le classement des différents traitements montre un effet positif de l'irrigation.

En 3^{ème} année, l'écart entre irrigué et sec est comparable à

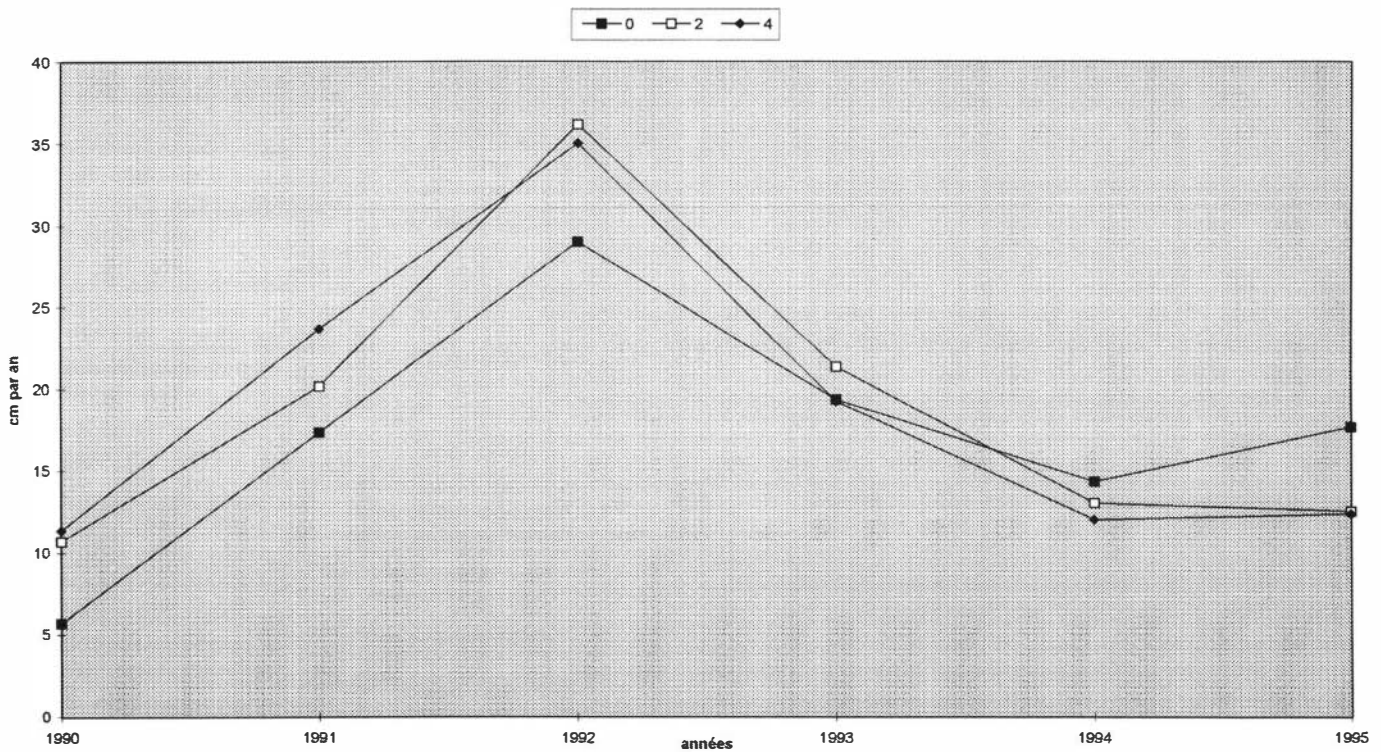


Fig. 3 : Evolution de la croissance annuelle selon les traitements.

celui des années précédentes. En valeur relative il est moins important car la croissance moyenne suit une progression linéaire. Les deux traitements irrigués sont comparables. On note toutefois que le traitement à 2 litres/heure est légèrement devant le traitement à 4 litres/heure.

En 4^{ème} année, tous les traitements sont presque confondus. Seul le 2 litres/heure est un peu supérieur aux deux autres. La croissance moyenne est beaucoup plus faible que l'année précédente et proche de ce qu'elle était en 2^{ème} année.

En 5^{ème} année, tous les traitements sont quasi identiques. A la limite, leur croissance est inverse à la dose d'irrigation.

En 6^{ème} année, c'est-à-dire la première mesure après arrêt de l'irrigation. Le traitement témoin, celui qui n'a jamais été arrosé, se détache des traitements irrigués auparavant.

On peut donc distinguer 3 périodes au cours de ce suivi :

- La 1^{ère} période recouvre les 3 premières années où l'on a un effet favorable de l'irrigation et une accélération de la croissance année après année.

- La 2^{ème} phase pendant les années 1993 et 1994 où l'effet de l'irrigation s'estompe et où le niveau moyen de croissance chute par rapport aux années précédentes.

- La 3^{ème} phase ou 1^{ère} année après l'arrêt de l'irrigation où les traitements au sec se détachent nettement des traitements irrigués.

On pourrait, a priori, avancer l'idée que les arbres irrigués sont pénalisés lorsque cesse l'irrigation. Cette conclusion semble toutefois un peu hâtive car :

- d'une part les observations de 2 profils racinaires faites après deux années d'irrigation n'ont pas fait apparaître de différence entre les arbres irrigués ou non irrigués (notamment, pas de modification significative au niveau du point d'apport),
- d'autre part, le phénomène constaté est peut-être plus « profond » qu'il n'y paraît. En effet, si l'on s'intéresse à la totalité de la période de suivi, il apparaît que l'effet favorable de l'irrigation au cours des deux premières années, s'estompe puis devient défavorable.

Cela voudrait-il dire qu'au cours du temps l'irrigation, de bénéfique, deviendrait pénalisante ?

Ceci amène à confirmer l'hypothèse selon laquelle la végétation adventice (essentiellement du Chêne vert et pubescent dans le cas de ces essais) valorise mieux l'irrigation que l'espèce introduite. Ainsi, le bénéfice de croissance que tirent les Chênes verts de l'irrigation (dont le système racinaire est préexistant) entraîne une compétition plus vive vis-à-vis du Cèdre.

Sachant que dans des conditions normales de boisement la végétation adventice n'est pas systématiquement combattue, la question se pose de savoir si l'avantage procuré par l'irrigation au cours des deux premières années continue à avoir des conséquences bénéfiques, pour les plants irrigués, si on cesse définitivement l'irrigation au bout de 2 ans.

Merisier

Pour ces arbres il s'est vite avéré que le critère de comparaison retenu par le protocole initial (la hauteur des arbres) n'était pas judicieux. D'une part, dès la 3^{ème} année certains sujets dépassaient 3 mètres de hauteur, ce qui ne facilitait ni la réalisation, ni la précision des mesures. D'autre part, cette essence ne présentant pas de dominance apicale, par conséquent la différence de hauteur entre 2 années ne traduisait pas fidèlement la croissance de l'année car la pousse des branches latérales n'est pas prise en compte.

A partir de la deuxième année, c'est donc sur le diamètre des arbres qu'a porté le contrôle en les mesurant au-dessus de la protection (manchon spirale), soit environ à 1,30 m de hauteur. C'est la raison pour laquelle c'est sur 3 années de mesure qu'ont été appréciés les effets de l'irrigation.

La **figure n°4** représente l'accroissement de diamètre moyen de chaque traitement.

On constate une différence nette entre irrigué et sec ; cette différence tend à augmenter avec les années. Notons que les résultats n'ont jamais été significatifs (au seuil de 5 %) à cause d'une assez grande variabilité au sein de chaque traitement.

Les traitements irrigués sont relativement semblables entre eux, cependant, la dernière année de mesure semble montrer la suprématie du plus irrigué (4 l/h).

Au-delà de ces remarques qui visent à analyser les résultats uniquement à partir des doses d'irrigation, il paraît important d'essayer de montrer que dans ce cas l'influence du sol et plus généralement ses caractéristiques hydriques sont prépondérantes par rapport aux apports de l'irrigation.

Cette plantation est réalisée dans un fond de vallon et les parcelles élémentaires s'étagent sur d'anciennes « restanques ». Ceci conduit à examiner deux cas :

- Premièrement, l'influence de la position du plant selon un axe perpendiculaire au vallon.

La **figure n°5** représente une coupe perpendiculaire de vallon. Il est réalisé à partir de l'allure des murs de soutènement des différentes terrasses dont on peut supposer qu'ils représentent fidèlement l'épaisseur du sol.

La **figure n° 6** représente le diamètre moyen des arbres de 4 rangées situées hors essai (dose d'irrigation identique), en fonction de la ligne de plantation.

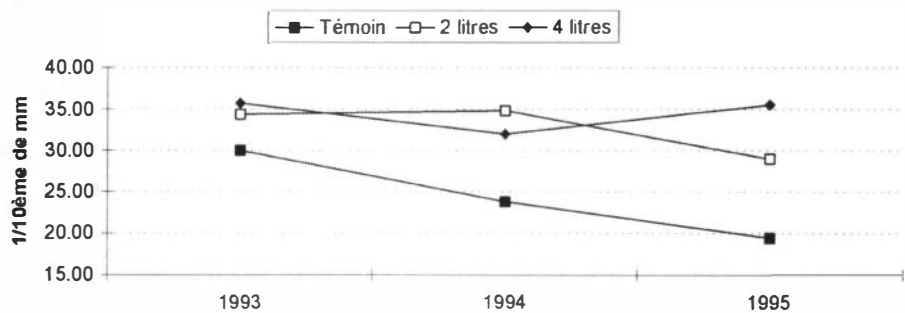


Fig. 4 : Merisiers : accroissement médian du diamètre des arbres.

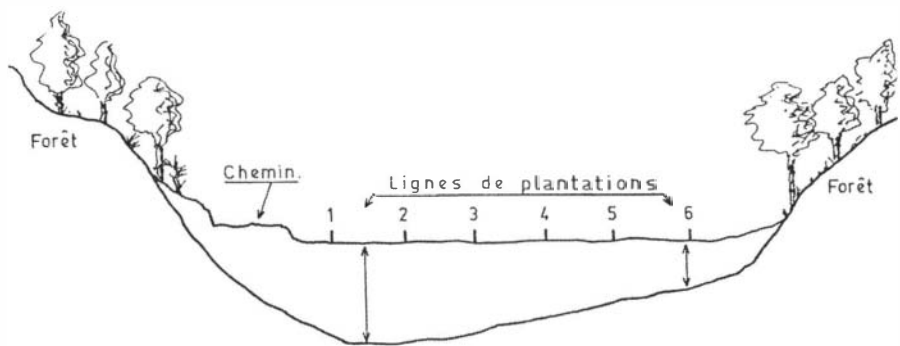


Fig. 5 : Coupe perpendiculaire d'un vallon.

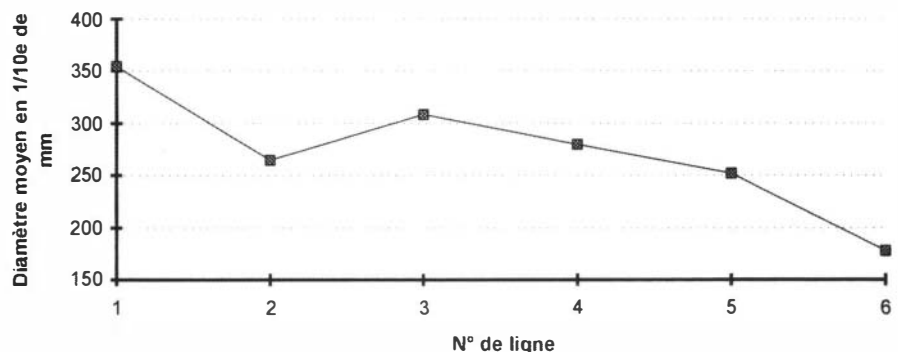


Fig. 6 : Diamètre des arbres selon le N° de ligne de plantation.

On constate que sur la ligne n° 1 où les arbres bénéficient à la fois d'un sol profond et de l'effet de lisière (chemin bordant la plantation), leur diamètre est supérieur de 32 % à celui des arbres des lignes 2-3-4 et 5. Par contre, les arbres de la ligne 6 où le sol est moins épais ont un diamètre égal à 64 % de celui des arbres précédents.

- Deuxièmement, la particularité du sol au bas du vallon. Sur la partie la plus basse de la parcelle, il a souvent été constaté la présence d'eau ou de sol engorgé au printemps, en période de reprise de la végétation. Dans ces conditions asphyxiantes, on observe une altération du système racinaire et lorsque les conditions redeviennent normales, les arbres

ne sont plus en mesure d'utiliser l'eau du sol. Ainsi s'explique la mortalité bien supérieure du traitement au sec situé dans cette partie de la parcelle.

Cette importance prépondérante du sol peut permettre d'expliquer la baisse régulière, au cours du temps, des performances des arbres au sec (Cf. Fig. 4). En effet, avec le développement des plants, leur besoin en eau augmente alors que dans le même temps, la réserve du sol reste constante et représente donc une part de plus en plus réduite des besoins en eau totaux. Ainsi, les arbres au sec qui ne reçoivent pas de complément par l'irrigation seraient de plus en plus pénalisés.

Enfin, il est possible que l'écart constaté entre les deux traitements irrigués provienne du même phénomène.

4.2. Option «protection - reconstitution du couvert arboré»

Pour ce site, un bref historique des événements conduit aux constatations suivantes :

La première année : tant que les arbres sont protégés par les "tubex", leur croissance est tout à fait satisfaisante. Dès qu'ils émergent des "tubex" leur réaction est conditionnée par l'importance de leur feuillage. Ainsi les tilleuls n'émettent aucune feuille au-dessus du "tubex". Acacias et Micocouliers sont handicapés (feuilles desséchées) mais produisent une pousse qui en fin de saison se desséchera en partie terminale. Les Féviers d'Amérique paraissent moins gênés mais la pousse terminale séchera au cours de l'hiver.

La deuxième année : au printemps, les plants ont tendance à repartir du pied. Dès l'arrivée des fortes chaleurs, les symptômes sont identiques à ceux de l'année précédente.

La troisième année : la situation est la même que l'année précédente et les plants sont de plus en plus chétifs.

Le fait qu'il y ait un démarrage correct au printemps et que les plants abrités du vent par les obstacles naturels paraissent plus vigoureux conduit à penser qu'en période ventée les capacités des arbres à extraire l'eau du sol, même avec une eau très disponible, sont insuffisantes pour compenser les pertes par le feuillage.

La quatrième année : l'installation de quelques brise-vent avait pour but de vérifier que la rigueur du site était la cause prépondérante des difficultés de développement des arbres expliquant ainsi le peu d'effet de l'irrigation sur la pousse des plants.

L'importance du vent notamment, qui a couché à plusieurs reprises les protections, semble jouer un rôle déterminant sur la croissance et laisse penser que l'irrigation ne pouvait, sur ce site particulier, exprimer son intérêt.

Conclusion

Les enseignements que l'on retire de ce suivi dépassent largement le cadre des questions auxquelles étaient censés répondre ces essais. En effet, au-delà des aspects de l'intérêt

de l'irrigation, on déborde sur les problèmes plus généraux des conditions que l'on doit réunir et des paramètres que l'on doit prendre en compte pour juger valablement des impacts de l'irrigation.

Ainsi avec les Cèdres on s'aperçoit que dans la mesure où la végétation adventice présente une efficacité supérieure vis-à-vis de l'eau, elle arrive à concurrencer l'espèce que l'on souhaitait favoriser. L'eau n'est qu'un facteur parmi d'autres qui contribue au développement des plantes. Il ne produit ses effets que dans la mesure où les autres facteurs lui permettent de s'exprimer. Dans des conditions normales de reboisement, l'irrigation ne semble donc pas se justifier. Toutefois, elle apparaît utile à la croissance les deux premières années.

Avec le site des Merisiers, c'est essentiellement l'aspect sol qui est mis en évidence. On constate que celui-ci peut, selon les conditions, représenter une part non négligeable des besoins en eau de la culture. Encore faut-il que le sol soit capable de stocker l'eau et que le végétal puisse l'utiliser. Ceci pose le problème de la conduite des irrigations à mettre en œuvre pour y parvenir.

Enfin, dans le cas de la reconstitution de couvert arboré, on rencontre le même phénomène puisqu'on constate que l'eau ne permet pas de rétablir la situation quand les essences sont placées dans des contextes trop rudes par rapport à leurs exigences climatiques.

Dans le cadre de cet essai, 5 années de suivi n'ont donc pas permis de montrer une différence significative entre traitements irrigués et arbres au sec.

V - Observations et commentaires liés à la pratique de l'irrigation en milieu forestier

Dans cette partie nous avons voulu consigner les observations et l'expérience acquises pendant le suivi de ces expérimentations avec l'espoir qu'elles pourront aider d'éventuels praticants de l'irrigation localisée en milieu forestier.

5.1. Conception de l'installation

Cette conception doit prendre en compte plusieurs objectifs qui peuvent être contradictoires. L'installation ne doit pas gêner ou le moins possible, les interventions éventuelles qu'il faudrait réaliser sur les plantations. Les doses délivrées à chaque plant doivent être le plus égales possible. L'homogénéité des doses entre elles est obtenue, d'une part en diminuant le temps de remplissage de l'installation (délai entre la mise en route du premier et du dernier goutteur), d'autre part en ayant des débits les plus égaux possible entre gout-

teurs (respect des consignes d'utilisation des matériels).

Généralement, en milieu forestier, les parcelles irriguées présentent une dénivellation importante ce qui oblige le sectionnement de l'installation en plusieurs secteurs afin d'obtenir des unités relativement homogènes. Sur les parcelles d'essais, il a été utilisé des limiteurs de débit ou des vannes «quart de tour» pour influencer l'écoulement de l'eau et rechercher une meilleure homogénéité.

5.2. La végétation adventice

A partir du moment où l'eau est délivrée par le point d'apport on n'est plus maître de son devenir. En particulier, elle est utilisée par les plantes adventices. Par rapport à ce qui a été observé, en fonction du type d'adventices, on peut envisager trois cas de figure :

- Les plantes annuelles

Sous réserve de démarrer l'irrigation un peu tardivement elles ne sont pas un facteur de concurrence.

- Les espèces pérennes

La conduite à tenir est différente, selon que leur efficacité, vis-à-vis de l'eau, est ou non supérieure à celle de l'essence que l'on veut irriguer.

- Dans le cas où les adventices présentent pour l'eau une efficacité supérieure à celle de l'espèce que l'on souhaite irriguer, il est nécessaire de prévoir leur contrôle si l'on ne veut pas arriver à l'opposé des résultats recherchés. Dans la mesure où ce contrôle est réalisé avec des engins mécaniques il ne faut pas que leur intervention soit gênée voire empêchée par les tuyaux d'irrigation. De plus, si ce contrôle est réalisé par broyage de la végétation adventice, il faudra prendre la précaution d'installer les tuyaux en hauteur pour pouvoir intervenir sans les abîmer.

- Si l'essence irriguée a une bonne efficacité vis-à-vis de l'eau on peut espérer que d'année en année le bénéfice qu'elle retirera de l'irrigation la mettra à l'abri de la concurrence des autres espèces.

5.3. Les autres facteurs de production

Ce serait une erreur de penser que l'irrigation va masquer ou gommer tous les problèmes qui peuvent perturber le bon développement des plantes.

Pour certains aspects, c'est même le contraire. Aussi pour que l'irrigation puisse exprimer totalement ses effets, il est nécessaire d'ajuster aussi les autres techniques. Ainsi, nous avons vu que l'irrigation pouvait pénaliser l'espèce irriguée si les espèces adventices utilisent l'eau plus efficacement. De même, avec les merisiers, il faut que l'état sanitaire leur permette d'utiliser convenablement l'eau. Pour cette raison nous avons été conduits à réaliser des traitements qui eussent été inutiles si les arbres n'avaient disposé que des réserves du sol.



Site de Saint Maximin- 1993
Merisiers atteints de cylindrosporiose

Photo D.A.

Enfin, l'eau d'irrigation ne représente qu'une partie des ressources en eau des plantes qui s'alimentent aussi avec les pluies et les réserves naturelles du sol. L'irrigation ne pourra, au mieux, manifester son intérêt que dans la limite de la part qu'elle prend dans l'alimentation de la plante.

5.4. Le matériel

Les différentes observations sur le coût, le type et la mise en œuvre du matériel utilisé dans le cadre de ces essais sont consignées dans un rapport de synthèse disponible auprès des auteurs.

Pour résumer, on peut dire que sur le plan de la nature du matériel ou de sa mise en œuvre, les coûts observés sont conformes à ceux que l'on rencontre avec les irrigations agricoles.

Par rapport aux 11,80 F/plant correspondant à du matériel de haute qualité, exigé pour la fiabilité des essais, on peut envisager une diminution de ce coût avec l'utilisation de matériel plus simple du type gaine jetable.

Ces coûts correspondent à l'équipement de la parcelle. Pour approcher le coût de l'irrigation il convient de leur ajouter le coût de l'eau et/ou de sa mise en pression et un minimum de surveillance car il n'est pas possible d'avoir une confiance aveugle dans les automatismes.

Par rapport aux résultats obtenus sur ces essais, si le but de l'irrigation est un gain de matière l'opération ne paraît pas rentable. Cependant, il est nécessaire de relativiser cette affirmation en gardant à l'esprit que l'irrigation n'a pas toujours pu exprimer totalement ses effets. Le problème de la rentabilité de l'opération se pose de façon différente si l'objet de l'irrigation est la production matière, la reconstitution de couvert arboré voire l'utilisation d'eaux usées.

Nous rappellerons ici les deux points qui nous semblent les plus importants :

- Nécessité de recourir à du matériel de qualité pour le matériel de tête d'installation (pompage - automatisme - filtration - comptage).
- Possibilité d'économiser sur le matériel de distribution quand l'irrigation est prévue pour un temps limité car le matériel n'est pas récupérable.

5.5. Le suivi

Comme pour toute installation les causes de perturbation sont nombreuses (déboîtement de tuyau - bouchage de goutteur - entretien du système de filtration - pannes diverses). Des visites, mais surtout un contrôle du bon fonctionnement à l'occasion de ces visites sont indispensables.

En conclusion, on constate que les problèmes rencontrés sont comparables à ceux qui existent en irrigation localisée classique. On peut toutefois mettre l'accent sur des conditions plus difficiles (isolement - terrain accidenté - conditions d'accès) mais qui, lorsque l'on n'est pas en situation d'expérimentation, sont compensées par un souci de rigueur moins important au niveau de la conduite.

VI - Perspectives de recherche et nouvelles orientations

Les enseignements que l'on retire de ces expérimentations ont été largement évoqués à propos de chacun des essais. Aussi se bornera-t-on à souligner les pistes de réflexion ouvertes à l'occasion de ce suivi.

- Cet essai pose le problème de savoir si l'effet bénéfique constaté les deux premières années continue à avoir des conséquences à plus long terme si l'on décidait d'arrêter l'irrigation au bout de deux ans.
- La question du sevrage des plants n'a pas pu être abordée correctement et en tout cas ce sujet demande une période d'étude plus longue que les deux années prévues initialement.
- Enfin, quand on aborde le thème de l'irrigation localisée, la question de la ferti-irrigation se pose rapidement.

Ces expérimentations ont été réalisées exclusivement en milieu forestier ou reconquis par la forêt. Or l'évolution des marchés agricoles et la réforme de la politique agricole permettent d'envisager de nouvelles orientations.

En effet, les réformes menées par l'Union Européenne depuis 1992, soustraient de leur utilisation des surfaces agricoles importantes. Cette déprise ne touchant pas uniquement des zones défavorisées, parmi les surfaces qui supportaient une agriculture intensive (céréales, vignes...) se trouvent inévitablement des terrains qui ont été équipés depuis ces trente dernières années de réseaux sous pression et pour lesquels il semble indispensable de trouver une autre utilisation en lieu et place d'un abandon pur et simple.

Parmi les solutions possibles, il est envisagé des cultures énergétiques mais aussi une valorisation non alimentaire autre qu'énergétique, comme la production de bois.

L'irrigation de plantations forestières du type taillis à courte rotation de Peupliers et d'Eucalyptus (7-10 ans) ou futaie à courte révolution de Noyers, Peupliers ou divers conifères (15 à 40 ans) peut constituer une alternative temporaire à cette situation.

Ces réflexions constituent le point de départ de nouveaux axes de recherche actuellement à l'étude à la Société du Canal de Provence en collaboration avec l'Association Forêt - Cellulose (AFOCEL).

E.B., G.T.

Bibliographie

- C.E.M.A.G.R.E.F. AIX / SCP, 1986 : Utilisation des eaux usées par l'irrigation en forêt méditerranéenne, l'expérimentation de Cogolin, Rapport de synthèse.
- C.T.G.R.E.F. AIX Division Irrigation et P.F.C.I, 1978 : L'Irrigation par gorgées.
- MAURIN P., ENITEF, 1976 : Etude des possibilités techniques d'irrigation sur pare-feu arborés, Rapport de stage.
- Ministère de la Coopération, Ministère de l'Agriculture - C.T.G.R.E.F. d'Aix en Provence Collection "Techniques Rurales en Afrique" : Evaluation des quantités d'eau nécessaires aux irrigations.
- RNED - Hydraulique Agricole 2^{ème} édition : Irrigation Guide pratique.
- SCP - Eau et Aménagement de la Région Provençale, N° Spécial, Mars 1977 : Guide pratique des arrosages.
- SCP / FD CETA du Vaucluse / C.E.M.A.G.R.E.F. Division d'Aix : Etude des besoins en eau du Cerisier, Compte Rendu des essais menés entre 1983 et 1990.
- ETUDES STATISTIQUES de cet essai réalisées avec le logiciel STAT- I.T.C.F., Institut Technique des Céréales et des Fourrages.

Résumé

Depuis plusieurs années les interventions en milieu forestier méditerranéen ont pour objectifs la protection des espaces boisés contre les incendies, la conservation des sols contre l'érosion et l'amélioration des peuplements dans l'optique d'un accroissement de la production.

C'est avec le souci de mieux répondre à ces préoccupations que la Société du Canal de Provence et d'Aménagement de la Région Provençale a réalisé entre 1990 et 1995 une expérimentation visant à mesurer l'influence de l'irrigation sur la reprise et la croissance de jeunes boisements.

Cette expérimentation a été menée selon deux options différentes suivant l'objectif à terme du boisement : soit la production matière (Cèdre de l'Atlas et Merisier), soit la protection - reconstitution de couvert arboré (Févier d'Amérique, Micocoulier, Robinier et Tilleul). Le protocole défini reposait sur un dispositif en bloc avec 3 répétitions et 3 niveaux d'apport d'eau différents basés sur une dose de référence établie au prorata de l'ETP.

Outre le fait que l'eau ne constitue pas le seul facteur limitant à la reprise et au développement des plants, cette expérimentation fait apparaître qu'un grand nombre de paramètres extérieurs (présence de végétation adventice, capacité de rétention du sol, adéquation essence-conditions de milieu) interviennent lorsque l'on veut juger valablement de l'impact de l'irrigation.

Si ces essais tendent à montrer que l'irrigation ne semble pas indispensable pour la reprise des plants si l'on bénéficie de conditions climatiques normales, ils mettent en évidence que l'apport d'eau apparaît comme un facteur favorable à la croissance au cours des premières années mais que cet effet peut rapidement s'estomper si l'on prévoit un arrêt de l'irrigation au bout d'une période donnée.

Cette expérimentation apporte également de nombreuses informations concernant la conduite d'essais en milieu forestier, le matériel utilisé et le coût de telles opérations. Elle ouvre la voie vers de nouvelles recherches (durée de l'irrigation, sevrage des plants, ferti-irrigation) et de nouvelles orientations (irrigation de boisement de production sur terres agricoles, productions de bois à croissance rapide).

Resumen

Desde hace varios años las intervenciones en medio forestal del Mediterráneo tienen como objetivo la protección de los espacios arbolados contra el incendio, la conservación de los suelos contra la erosión y la mejora de la repoblación forestal con vistas al incremento de la producción.

Con la preocupación por responder mejor a estas preocupaciones, la Sociedad del Canal de Provenza y del Acondicionamiento de la Región de Provenza ha realizado entre los años 1990 y 1995 una experimentación para medir la influencia de la irrigación en la recuperación y el crecimiento de los árboles jóvenes.

Esta experimentación ha sido realizada según dos opciones diferentes en función del objetivo específico del arbolado: la producción de madera (2 especies : *Cedrus atlantica*, *Prunus avium*) o la protección y reconstitución del manto arbolado (4 especies : *Gleditsia triacanthos*, *Celtis australis*, *Robinia pseudoacacia*, *Tilia tomentosa*). El protocolo definido descansaba en un dispositivo conjunto con 3 repeticiones y 3 niveles diferentes de aportación de agua, niveles basados en una dosis de referencia establecida según la proporción del ETP.

Además de que el agua no constituye el único factor que condiciona la recuperación y el desarrollo de las plantas, esta experimentación pone de realce un gran número de parámetros exteriores (presencia de vegetación adventicia, capacidad de retención del suelo, adecuación especie-condiciones del medio) que intervienen cuando deseamos evaluar de forma válida el impacto de la irrigación.

Aunque estas pruebas tienden a demostrar que la irrigación no parece indispensable para la recuperación de las plantas si tenemos condiciones climáticas normales, realzan que la aportación de agua aparece como un factor favorable para el crecimiento en el transcurso de los primeros años pero este efecto puede interrumpirse rápidamente si se prevé una interrupción de la irrigación al cabo de un período determinado.

Esta experimentación también aporta numerosas informaciones relativas a la realización de pruebas en entorno forestal, al material utilizado y al coste de tales operaciones. Abre la vía a nuevas investigaciones (duración de la irrigación, acodo de las plantas, fertilización

con irrigación) y a nuevas orientaciones (irrigación de árboles de producción en tierras agrícolas, producciones de madera de crecimiento rápido).

Summary

For several years, work has been undertaken on the Mediterranean forest in order to protect woodland against the risk of forest fires, provide protection against soil erosion and improve the tree population species in order to increasing production.

In order to better respond to these concerns, the Société du Canal de Provence et d'Aménagement de la Région Provençale undertook experimentation between 1990 and 1995 with a view to measuring the impact of irrigation on the successful planting and growth of young woodland.

This experimentation was undertaken using two different options related to the ultimate use of the wood: either to produce timber (2 species : *Cedrus atlantica*, *Prunus avium*), or to provide soil protection, i.e. recreate ground cover (4 species : *Gleditsia triacanthos*, *Celtis australis*, *Robinia pseudoacacia*, *Tilia tomentosa*). The protocol relied on a system of blocks with three repetitions and three different water inputs based on a reference dose established pro rata the ETP.

Apart from the fact that water is not the only limiting factor in the successful planting and growth of the plants, this experimentation showed that many outside parameters (presence of adventives, soil retention capacity, balance between the species and the environmental conditions) are involved when making a valid assessment of the impact of irrigation.

Although these tests tend to show that irrigation does not appear to be essential for successful planting in normal climatic conditions, they do highlight the favourable contribution that water makes to growth during the first years, and that this effect may soon disappear if irrigation is stopped at the end of a given period.

This experimentation also contributed much data concerning testing in the forest environment, the equipment used and the cost of such operations. It opens the way to new research (duration of irrigation, weaning of plants, ferti-irrigation) and new trends (irrigation of timberland planted on former farmland, production of fast growing species).