

L'irrigation par goutte à goutte enterré et la récolte mécanisée sur la canne à sucre

Dollon F., Krontal Y.

NETAFIM, [www ;netafim.fr.com](http://www.netafim.fr.com)

Frederic.dollon@netafim-fr.com, Yoram.krontal@netafim.com

Résumé

L'objectif de cette étude consiste à montrer comment l'irrigation par goutte à goutte est compatible avec la récolte mécanisée sur la canne à sucre.

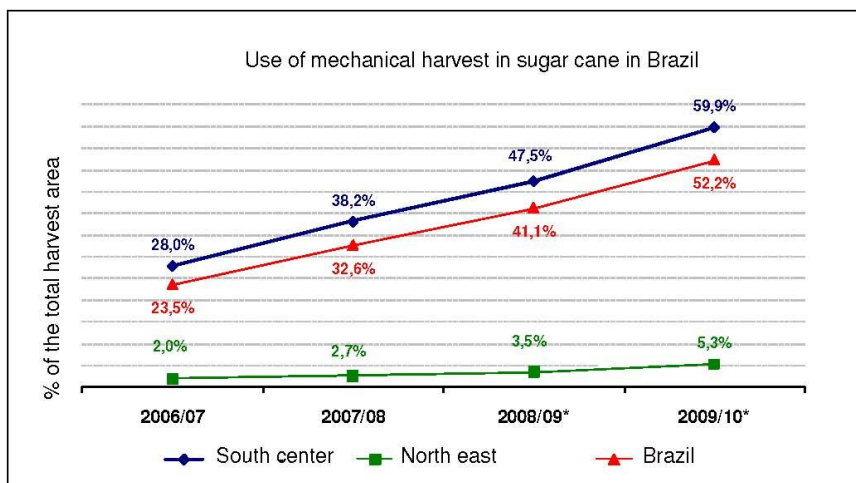
Ce document présente l'ensemble des facteurs clé, de la conception du projet à sa gestion, qui contribuent à la réussite d'une installation d'irrigation goutte à goutte en récolte mécanisée

Introduction

La récolte mécanique de la canne à sucre a débuté il y a quasiment 50 ans en Australie (Canne Tram notes, AC Lynn Zelman). Depuis lors, la qualité de la récolte mécanique s'est considérablement améliorée, devenant ainsi l'option privilégiée pour la récolte de la canne. De façon globale, l'adoption de la récolte mécanisée sur la canne à sucre dépend de différents facteurs. On peut distinguer :

- 1) Les pays où la main d'œuvre est chère, tels que l'Australie et le Sud des Etats Unis, où quasiment 100 % des champs sont récoltés par des machines.
- 2) Les pays qui sont en train d'adopter la récolte mécanique à grande échelle, tels que le Brésil, où plus de 52 % de la surface est récoltée mécaniquement, l'Argentine et d'autres pays, principalement situés en Amérique du Sud.
- 3) Les pays où la récolte mécanique est rarement utilisée, principalement en raison du faible coût de la main-d'œuvre, tels que la Thaïlande (où seulement 10 % de la surface sont récoltés mécaniquement), l'Inde et la majeure partie de l'Afrique.

La première question qui se pose quant à l'adoption de la récolte mécanique est bien évidemment la question du coût et des avantages ou des bénéfices. Par exemple, dans les conditions Brésiliennes, en fonction de la topographie du terrain, de l'expérience des équipes (encadrement et main d'œuvre), et de la qualité de la gestion des cultures, le coût différentiel entre la récolte manuelle et la récolte mécanisée pour 1 tonne de canne peut varier entre - 1 \$ US et + 4 \$ US en faveur de la récolte mécanique. On estime que seulement environ 20 % des plus de 1000 millions de tonnes de canne à sucre produites annuellement dans le monde entier est récoltée mécaniquement.



Plusieurs éléments doivent être pris en compte lorsqu'on souhaite introduire la récolte mécanique en irrigation au goutte à goutte. On peut regrouper ces éléments en plusieurs facteurs :

Les facteurs principaux : facteurs physiques ou « d'exploitation » - en amont

- La topographie du terrain – la récolte mécanique peut être mise en place sur des terrains ayant jusqu'à 20 % de pente, tandis que l'irrigation au goutte à goutte peut être conçue et adaptée à n'importe quelle pente (la pente n'est pas un facteur limitant pour le goutte à goutte, mais en principe, plus la pente est importante, plus le coût est élevé).
- Récolte en vert ou canne brûlée – A l'échelle mondiale, la récolte en canne brûlée tend à diminuer. Sur la plupart des sites, la récolte mécanique est effectuée sur des cannes vertes. Sur les sites où les précipitations annuelles sont inférieures à 500 mm / an, l'accumulation de déchets dans les champs peut devenir un problème et des techniques spécifiques doivent être utilisées pour les éliminer. Lorsqu'on utilise l'irrigation en goutte à goutte enterré (SDI), ni la canne brûlée, ni la canne verte ne sont un problème, mais lorsqu'on utilise un goutte à goutte en surface, la ligne de goutte à goutte doit être retirée avant la récolte.
- La qualification et l'expérience sur l'exploitation - la compétence de l'équipe qui sera en charge de la gestion du système d'irrigation et de la gestion de la récolte (notamment des engins) sera sans doute le facteur le plus important pour la réussite du projet.
- Les aspects sociaux - disponibilité de la main-d'œuvre pour la récolte manuelle et / ou l'exploitation du système d'irrigation.

Les Facteurs agronomiques :

Si les facteurs clés ci-dessus sont mis en pratique et intégrés au sein de l'exploitation, il faudra alors répondre à des questions plus fondamentales en matière d'agronomie, et qui seront largement discutées dans la suite de ce document à savoir :

- Choix de l'écartement des bandes de roulement de la machine, de l'écartement des plantations, de l'écartement des lignes de goutteurs pour le contrôle de la circulation des engins ;
- Choix des variétés adaptées à la récolte mécanique et à l'irrigation au goutte à goutte
- Gestion de la récolte et du goutte à goutte - pour le maintien de la population de

canne et le maintien de rendements élevés dans la durée

- Capacité de récolte sur des rendements élevés (plus de 140 tonnes / ha)
- Méthodes de préparation de sol, de plantation et de mise en place des lignes de goutteurs compatible avec la récolte mécanisée

1) Les écartements de plantations et le contrôle du trafic

Utilisation et adoption du système de plantation en double lignes jumelées: Le Professeur Atilio Casagrande de l'Université d'État de São Paulo (UNESP) a examiné plus de 155 études sur les écartements de plantation en canne à sucre. Ces études montrent que plus l'écartement diminue (densité forte), plus les rendements augmentent. Ainsi on peut prétendre à une augmentation de rendement de 1 % pour chaque 3 cm de densité supplémentaire. La nécessité d'une mécanisation des cultures dans le cadre d'activités telles que la préparation du sol et les plantations manuelles a conduit à l'adoption d'un écartement de l'ordre de 1,50 m.

L'utilisation du **système de plantation en rang double** qui aboutit à une augmentation de la densité de population et finalement à une augmentation des rendements, **permet l'introduction de la mécanisation à plus grande échelle et notamment l'introduction de la récolte mécanique.**

Pour comprendre l'importance du choix des écartements (de plantation et des lignes de goutteurs) dans la gestion de la récolte mécanisée et de l'irrigation goutte à goutte, il faut rappeler les points suivants:

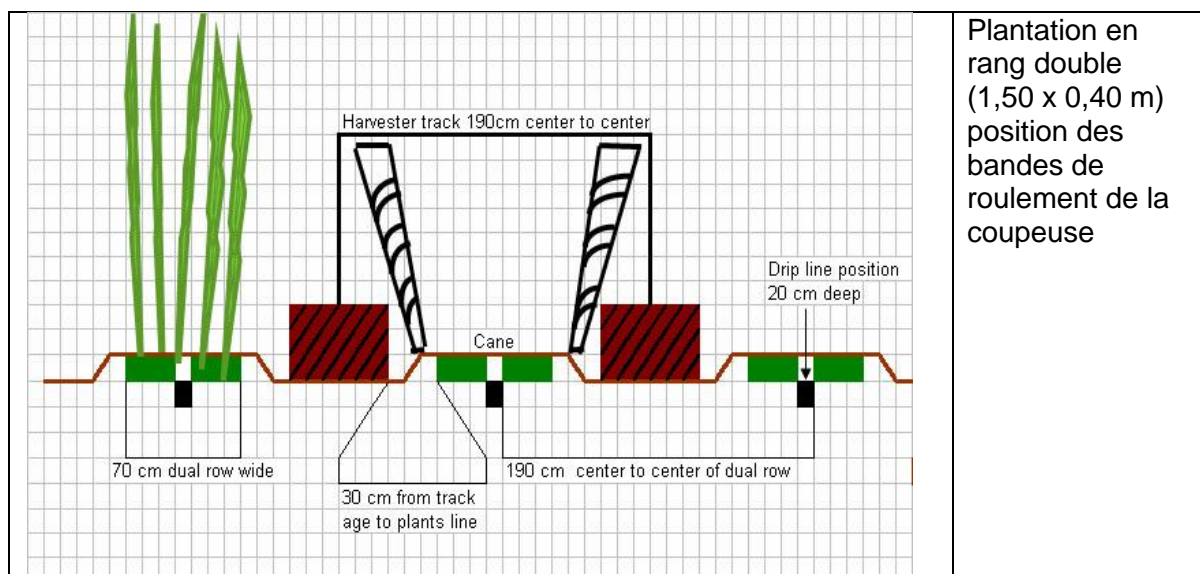
- Il est très important pour le système d'irrigation (goutte à goutte) et pour la culture que l'ensemble de la machinerie lourde (pas uniquement la coupeuse et une remorque) ne circule que sur les endroits désignés et pas sur les pieds de canne ou sur les lignes du goutte à goutte
- La compaction du sol suite aux passages répétés des engins réduit le tallage et la capacité de rétention en eau du sol

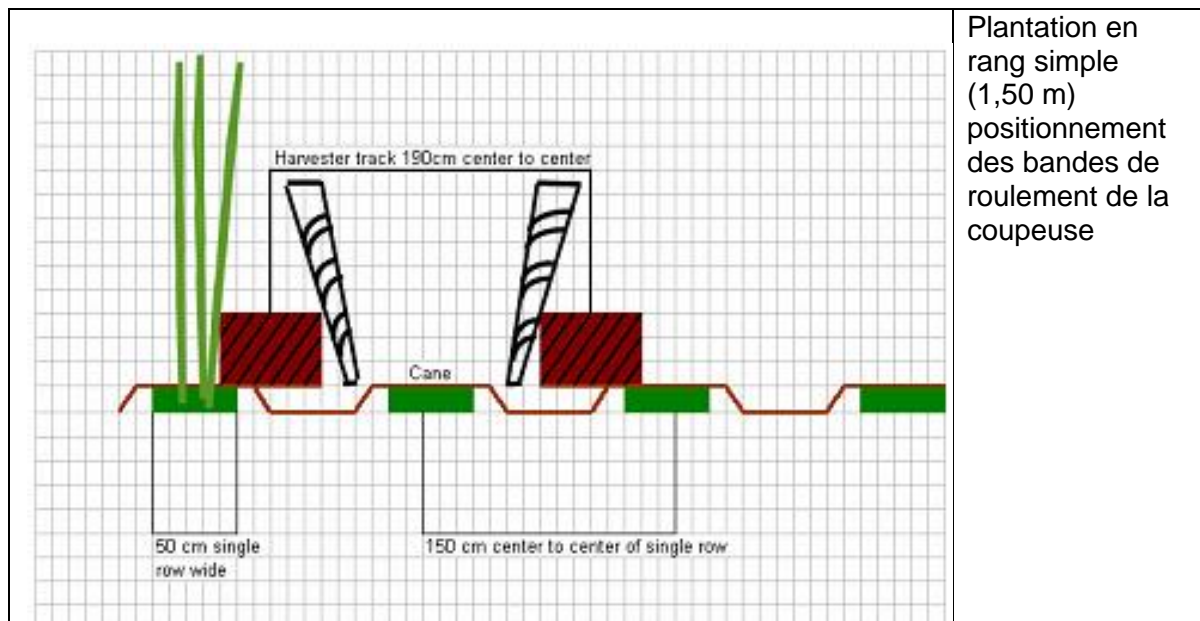
D'où la nécessité de faire correspondre les écartements de plantation avec les voies de circulation des engins : positionner les roues des engins au mieux sur le centre des inter-rangs.

Sur le marché d'aujourd'hui, il existe deux types de coupeuses avec des écartements différents :

1. Les plus courantes sont des machines avec écartement de roues centre à centre de 188 cm , tels que le John Deere 3520 ou le Case A8000. L'écartement moyen couramment utilisé pour le goutte à goutte est également de 1,80 m ou de 1,90 m ; correspondant à des plantations en rangs doubles : 1,40 x 0,40 ou 1,50 x 0,40, ou en rangs simples de 1,80 m. Dans la plupart des cas la largeur de la roue est de 60 cm. L'écartement en rang double de 1,80 m ou de 1,90 m offrira 3 avantages :
 - a. Des rendements plus élevés du fait de l'augmentation de la population: 11111 rangs de cannes par ha contre 6666 rangs des cannes en rangs simples espacés de 1,50 ;
 - b. Un meilleur positionnement du système goutte à goutte : la ligne de goutte-à-goutte est située au centre du rang double, donc protégée contre tout risque de dégât. De plus elle alimente deux rangées de canne au lieu de une avec la même efficacité (économie sur l'investissement)

- c. Un écartement adapté à la coupeuse, car le centre des inter-rang coïncide au passage des roues ce qui permet d'éviter au mieux les rangs de culture.
2. La nouvelle coupeuse John Deere 3522, avec un écartement de roues de 2,40M est conçue pour la coupe simultanée de doubles-rangs espacés de 90 cm maximum avec un inter-rang de 1,50 m. Une plantation en double ligne jumelées 1,50 m x 0,90 m convient donc à ce type de machine. D'après les informations accumulées à ce jour, cette implantation n'aboutit pas nécessairement à des rendements plus élevés par rapport à une implantation en rang simple de 1,50 m (en conditions pluviales). Toutefois, cette implantation conduit à des avantages en termes de coûts de récolte (moins de distance par hectare) et d'impact sur le sol (moins de compaction). En irrigation goutte à goutte, l'écartement recommandé et adapté à cette machine est de 1,70 m x 0,70 m.





Toujours en ce qui concerne toujours le contrôle des voies de circulation, il ne faut pas non plus négliger l'impact de la largeur de roulement des autres engins et remorques intermédiaires. Il existe à ce niveau de nombreuses options sur le marché, de 1,90 m à 3,60 m. L'écartement recommandé est le même que pour la coupeuse soit 190 – 200 cm.

	<p>remorque intermédiaire et tracteur dont l'écartement n'est pas adapté à l'écarté de la coupeuse</p>
	<p>Remorque intermédiaire adaptée à l'écartement de la coupeuse</p>

2) Conception du système d'irrigation au niveau de la parcelle

Dans le cadre de l'utilisation de l'irrigation par goutte à goutte, le champ doit être conçu de manière à s'adapter au système de récolte mécanisée, en réduisant au minimum le nombre de pistes dans le champ. Par exemple, pour un écartement de plantations de 1,50 x 0,40 m, un ha se compose de 5262 m en paires de rangs. Un rendement moyen de 125 tonnes / ha conduit à environ 26 kg de canne par ml en rang double. En récolte mécanique, une remorque de taille moyenne transporte 12 tonnes de canne; par conséquent 12.000 kilos de canne par remorque. En comptant 26 kg de canne / mètre, cela aboutit à 460 ml de double rangs récoltés pour

remplir une remorque. Pour limiter le trafic sur la parcelle, les longueurs de ligne de goutte à goutte devront être *au moins* de 450 m. En se basant sur cette estimation, aucune remorque n'aura besoin d'être remplacée au milieu du champ, ce qui permettra de limiter les passages des engins roulants sur la parcelle.

3) Variétés adaptées à la récolte mécanique

Le passage à la récolte mécanique requiert de nouvelles exigences sur le choix variétal, telles que :

- Canne érigée et résistante à la « verse »
- Uniformité de la hauteur des tiges (popur le réglage de la coupe des bouts blancs)
- Grande tolérance au foulage
- Un système racinaire robuste et profond
- Quantité réduite de feuilles

Certaines de ces propriétés génétiques s'exprimeront plus facilement si la gestion du goutte à goutte est bien effectuée.

La tolérance à la verse peut être affectée par la profondeur des plantations et par la méthode de recouvrement, mais également par la profondeur du système racinaire. Dans le but « d'entraîner » le système racinaire vers le bas, différents régimes d'irrigation doivent être effectués à différentes phases de la culture :

- Durant la phase de germination et au début du tallage : une irrigation quotidienne devrait être effectuée.
- Peu de temps après cette phase, l'intervalle d'arrosage devrait être augmenté avec une irrigation tous les 2 – 3 jours (en fonction du type de sol), associée à une application adéquate de fertilisants par fertigation (en utilisant le système de goutte à goutte), de façon à ce que le front d'humectation aille plus en profondeur et entraîne donc la descente des racines vers le bas. Par ailleurs, il est important de faire une bonne préparation du sol, et un bon sous-solage.

L'uniformité de la canne est également affectée par les performances du système d'irrigation goutte à goutte. L'utilisation de **goutteurs compensés** (surtout en cas de fortes pentes) permet d'assurer une distribution uniforme de l'eau et des fertilisants sur l'ensemble de la parcelle, quelles que soient les conditions topographiques.

Il y a également un lien étroit entre le caractère érigé de la canne et le rendement; notamment quand les rendements dépassent 150 tonnes / ha, il est difficile d'éviter les phénomènes de verse associés à des vents forts.

4) Qualité des pratiques de récolte – maintien de la population de cannes

La qualité de la gestion des récoltes est le facteur le plus important pour la réussite de la récolte mécanique sous irrigation goutte à goutte. L'irrigation goutte à goutte, en tant que pratique culturale à haute valeur agronomique, est une méthode qui permet une augmentation significative des rendements. Par conséquent, avec la récolte mécanique il faudra accorder une attention particulière au maintien de ce potentiel de rendement d'une année à l'autre, donc de la population de canne, de façon à garantir des rendements élevés le plus longtemps possible.

Problématique de la coupe de parcelles à hauts rendements (plus de 140 tonnes / ha)

De nombreux débats subsistent quant à la capacité et à la qualité de la coupe mécanique sur des parcelles à hauts rendements. Or, **lors de l'utilisation de l'irrigation au goutte à**

goutte, les rendements dépassent souvent les 140 tonnes / ha. Il y a alors plusieurs paramètres à prendre en compte :

La Vitesse

- Une coupe trop rapide engendre des dégâts sur les pieds (éclatement et fentes), ce qui augmente les risques de maladie et réduit le tallage.
- Une vitesse élevée augmentera également le nombre de tiges déchaussées
- Ces 2 problèmes sont aggravés lorsque le rendement de la culture est élevé (supérieur à 140 t / ha)

Profondeur de coupe à la base

- Une coupe trop haute ou trop basse doit être évitée
- Une coupe trop basse diminuera le tallage et augmentera le risque de dessouchage. Ce risque est aggravé par une plantation trop en surface.

Pertes de cannes

- La vitesse d'avancement comme le réglage du système d'extraction par ventilation ont un impact sur la quantité de cannes laissées dans le champ. En règle générale, une vitesse d'avancement élevée requiert l'augmentation de la vitesse de l'extracteur – mais dans le cas d'une coupe en vert, cela engendre une grande quantité de cannes perdues au champ. La coupeuse ne collecte pas toutes les tiges de canne et l'extracteur rejette les plus petites tiges hors des ventilateurs.

4.1) Contrôle de la vitesse

Une coupeuse est capable de récolter en moyenne 35 tonnes de cannes / heure. Le contrôle de la vitesse est un facteur important pour la gestion de la récolte mécanisée, d'autant plus sur des parcelles à hauts rendements.

- Dans le cas d'une parcelle conduite en goutte à goutte avec un rendement de 140 tonnes / ha. En supposant que la longueur du rang est de 250 m, et que la largeur de la parcelle est de 40 m, avec un écartement moyen des doubles lignes de 1,90 m, cela fait 21 double-rangs par ha ($40 / 1,90 = 21$).
- Pour des rendements d'environ 140 tonnes / ha, la coupeuse peut récolter entre 30 et 40 tonnes de cannes par heure en fonction de la topographie. Il est d'usage de considérer qu'une machine peut être évaluée à 70 % d'efficacité (pause de maintenance et rotation), par conséquent, la récolte nette sera de 25 tonnes / heure.
La vitesse ne doit pas être supérieure à 1 - 2 km / heure
- Avec un rendement de 140 tonnes et un rendement horaire de 25 tonnes / heure, un hectare prendra environ 5 - 6 heures.

Pendant 3 ans, NETAFIM et JD machines ont suivi en commun la récolte mécanique sur l'exploitation « Natal Farm » dans l'Etat de São Paulo, irriguée par goutte à goutte, au Brésil. L'objectif de ce suivi consistait à évaluer l'impact de la récolte mécanique en rangs doubles (1,40 x 0,40 m) sur le maintien des rendements et de la population de canne sur les années suivantes. Les résultats présentés dans le tableau ci-dessous montrent que les rendements sont restés assez élevés sur les 3 années consécutives. Avec un réglage convenable de la coupeuse (contrôle de la hauteur de coupe à la base et contrôle de la vitesse), les rendements se sont maintenus à un haut niveau sur la période.

Écartement	Variété	1re année				2e année				3e année		
		Age à la récolte		TCH 12 mois	TSS	Age à la récolte		TCH 12 mois	TSS	Age à la récolte		TCH 12 mois
(m x m)	Mois à la récolte	TCH	Mois à la récolte			TCH	Mois à la récolte			TCH	Mois à la récolte	
1,40 x 0,40	SP803280	14	194	166	158	9	99	132	137	12	156	156
1,40 x 0,40	SP891115	13	188	173	146	10	111	134	132	11	143	156
1,40 x 0,40	RB855453	13	163	151	152	10	130	156	134	12	156	156
1,40 x 0,40	SP891115	13	187	173	144	10	121	146	134	11	143	156
1,40 x 0,40	SP891115	13	165	152	145	10	123	148	134	11	143	156
	Moyenne		183	166	150		115	142	134		150	156



1re récolte mécanisée sur « Natal Farm » 2006

3e récolte sur la même parcelle en 2008

4.2) Réglage de la coupe (base et hauteur)

Dans bien des cas, la récolte mécanique engendre des pertes importantes sur les repousses notamment en raison des dégâts sur les souches et les pertes au tallage.

La qualité de la récolte est directement liée à cette pression de la coupe sur la base des tiges, et sur la structure du lit de plantation.



Récolte mécanique incorrecte, hauteur de coupe mal réglée (les tiges sont coupées trop haut)



Récolte mécanique correcte, les tiges sont coupés à la surface du sol

5) Développer le système de plantations en rang double

Dans le cas de plantations en rang double 0,4 x 1,4M, certaines observations font état d'un élargissement du rang double au delà de 70 cm après 3 ans, ce qui peut nuire à la qualité de la récolte. En irrigation goutte à goutte, on constate que si la plantation est effectuée avec un positionnement de la ligne de goutteurs au centre du rang double (tel que recommandé par NETAFIM), la largeur du rang double après quelques années est maintenue à un maximum de 70 cm, alors que la croissance de la canne est concentrée vers le centre et très peu sur les côtés, et les rendements maintenus à un haut niveau.

La photographie ci-dessous montre de la canne plantée en rangs doubles : après 4 récoltes, le rang double n'a pas dépassé 70 cm de large, avec un rendement moyen de 110 tonnes / ha. Le champ a été récolté de façon mécanique pendant 4 années consécutives.



6) Méthodes de plantations et de recouvrement

Les méthodes de plantation et de recouvrement en irrigation goutte à goutte diffèrent des autres méthodes conventionnelles.

la mise en place de l'irrigation goutte à goutte en double ligne jumelées requiert l'utilisation de différents outils : un sillonneur spécial (enfouissement du goutteur et sillonnage simultanés) et un outil pour le recouvrement (appelé une recouvreuse).

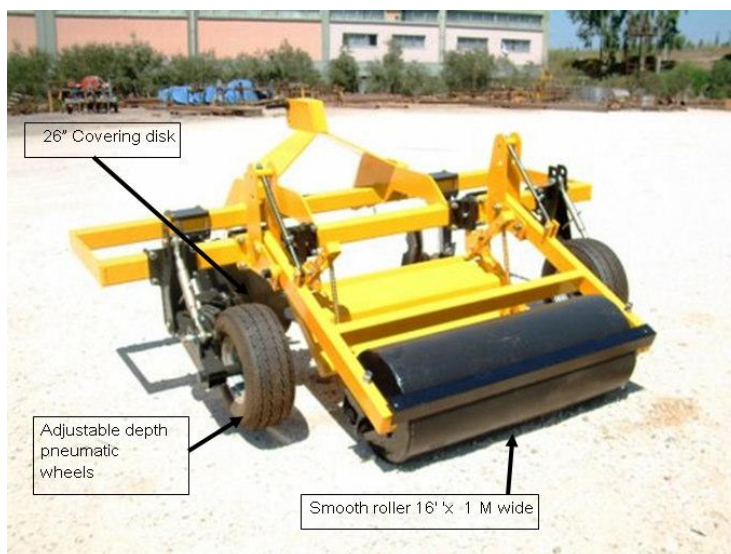
Lors d'une première opération, des corps sillonneurs à 1, 2 ou trois double-lignes montés avec un outil pour enterrer le goutte à goutte sur un châssis doté de roues pneumatiques réglables en profondeur, garantissent une profondeur d'enfouissement uniforme de la ligne de goutte à goutte et le bon positionnement des boutures de cannes (profondeur et distance) par rapport au goutte à goutte et par rapport à la future récolte mécanisée.



Lors d'une deuxième opération, l'utilisation de la recouvreuse NETAFIM permet de créer une banquette lisse d'environ 10 cm au-dessus de la surface du sol, favorable à la gestion de l'eau en goutte à goutte et appropriée à la récolte mécanisée. Ce type de recouvrement n'est effectué qu'une seule fois sur le cycle. De ce fait, il est nécessaire d'atteindre la profondeur définitive en une seule fois au moment de la plantation. Les avantages à l'utilisation de cette recouvreuse sont présentés dans le tableau ci-dessous :

	Recouvreuse NETAFIM	recouvrement traditionnel
formation d'une banquette	Avantage – banquette lisse, favorable à la gestion de l'eau (distribution) et approprié pour la récolte mécanisée	Inconvénients – Après le buttage, la banquette n'est pas lisse
Coût	Avantage – Une seule opération	Inconvénients – un autre passage pour le buttage est requis

La technique de recouvrement peut être réalisée avec une machine conçue à cet effet, comme la machine présentée ci-dessous. Cette machine peut être utilisée en plantation manuelle comme en plantation mécanisée. Enfin si on utilise une planteuse, la recouvreuse ou la technique de recouvrement doit être adaptée à la machine utilisée.



Recouvreuse double rang 0,4 x 1,4 NETAFIM



Banquette après recouvrement

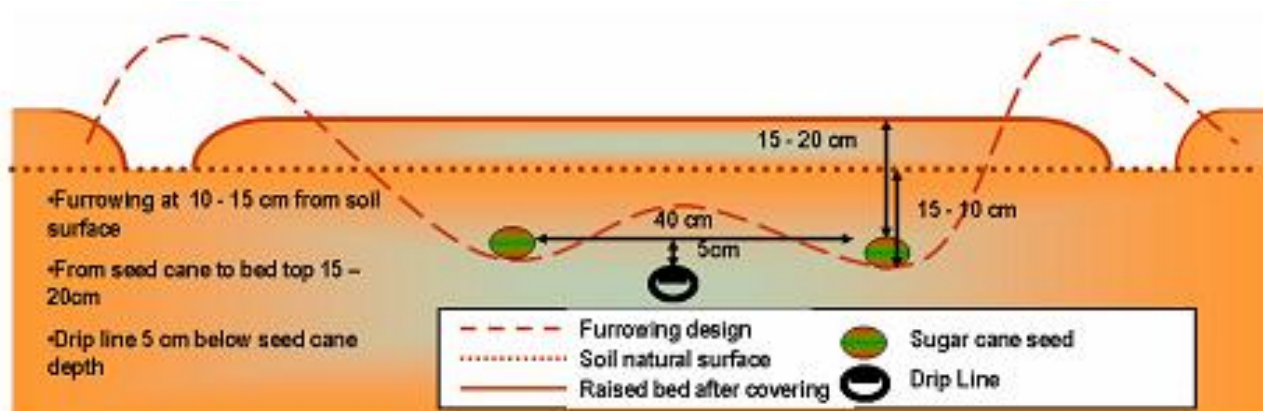


Schéma du sillonnage, de la position des boutures, de la position de la ligne des goutteurs, et de la banquette après recouvrement pour une irrigation par goutte à goutte en double-ligne jumelée adaptée à la récolte mécanisée

CONCLUSION

A ce jour, NETAFIM a installé environ 200.000 ha d'irrigation au goutte à goutte sur les plantations de canne à sucre à travers le monde. Seulement environ 10 % de ces installations sont récoltées à la machine, mais vues les tendances actuelles il est probable que ce chiffre augmente dans les prochaines années. La plupart des projets aménagés au cours des 3 dernières années sont récoltés mécaniquement, parmi lesquels notamment les projets au Brésil, en Argentine, en Australie, en Afrique du Sud et en Thaïlande.

Au delà des aspects agronomiques qui permettent d'optimiser la production et les rendements dans le cadre d'une exploitation de canne à sucre récoltée mécaniquement et conduite en goutte à goutte, il existe un autre facteur très important dans la réussite d'un projet de ce type c'est le facteur « ressources humaines » et « main d'œuvre ». Une bonne gestion de la récolte et une bonne gestion du goutte à goutte sont des préalables au maintien de rendements élevés sur l'exploitation, mais de tels objectifs ne peuvent être atteints sans une main d'œuvre formée, qualifiée et responsabilisée. On peut avoir toutes les meilleures pratiques en usage : écartement, variétés, et matériels..., sans une équipe qualifiée, les résultats risquent d'être médiocres.