



HAL
open science

Systemes legumiers de plein champ : raisonnement des itinéraires techniques en fonction des objectifs

Y. Dumas

► **To cite this version:**

Y. Dumas. Systemes legumiers de plein champ : raisonnement des itinéraires techniques en fonction des objectifs. Les systemes de culture, INRA, 1990, 2-7380-0256-0. hal-02844860

HAL Id: hal-02844860

<https://hal.inrae.fr/hal-02844860v1>

Submitted on 7 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

46114

13 pages

In Un point sur .. les systèmes de culture (Combe, L.; Picard, D., coordinateurs). INRA, Paris, 1990, 196 p.

Systèmes légumiers de plein champ : raisonnement des itinéraires techniques en fonction des objectifs

Y. DUMAS

INRA, Station d'Agronomie d'Avignon, 84140 Montfavet

La possibilité de réalisation d'itinéraires techniques de culture de tomate de plein champ a été étudiée dans deux cas d'objectif différent : d'une part obtenir un rendement maximal en visant à la fois quantité et sécurité, ou d'autre part diminuer le plus possible les coûts de production (main d'oeuvre, intrants) tout en réalisant un bon rendement.

Dans le midi de la France et en particulier dans les plaines alluviales de la basse Vallée du Rhône, les systèmes de production traditionnels (polyculture, élevage) ont beaucoup évolué depuis une vingtaine d'années : mécanisation, abandon progressif de l'élevage, concentration des structures, intensification de la production. La proportion de cultures légumières dans les assolements a fortement augmenté : c'est le cas pour la tomate de plein champ pour la transformation, qui fait plus particulièrement l'objet de nos travaux (Ph. BUSSIERES et Y. DUMAS). La conduite de cette culture est d'ailleurs progressivement passée du type "maraîchage" au type "grande culture".

1. Production de Tomate pour la conserve

A titre d'information, on peut d'abord situer la production de la tomate de conserve. Dans le monde (tableau 1), une quinzaine de pays se partagent une production totale de 18 à 20 millions de tonnes.

Tableau 1 : Production de Tomate pour la transformation dans le monde (1980).

| PAYS | Tonnage (1000 t) | % |
|--------------------------------------|------------------|-------|
| USA | 5 634 | 28,1 |
| URSS, Hongrie, ... + Chine et Taïwan | 7 123 | 35,6 |
| CEE (Italie, Grèce, France) | 4 555 | 22,7 |
| Espagne, Portugal, Turquie | 1 467 | 7,3 |
| Canada, Rép. Dominicaine, Mexique | 786 | 3,9 |
| Israël, Maroc, Tunisie | 470 | 2,4 |
| total | 20 055 | 100,0 |

La CEE, à l'heure actuelle, en produit un peu moins de 30 % et la France se caractérise par un chiffre modeste (tableau 2). Les 400.000 tonnes de la production française concernent 6 à 7.000 exploitants agricoles, 8 à 10 000 hectares et sont transformées par environ 45 usines

privées ou coopératives ; un peu plus des trois quarts de cette activité se situe dans le Sud-Est de la France (Vaucluse, Gard, Bouches-du-Rhône, Drôme, Hérault) et le reste dans le Sud-Ouest (Tarn et Garonne, Lot et Garonne).

Tableau 2 : Production de Tomate pour la transformation dans la CEE (données de 1986 correspondant aux quotas imposés en 1985)

| PAYS | Tonnage (1000 t) | % |
|----------|------------------|-------|
| Italie | 3 048 | 57,0 |
| Grèce | 951 | 17,7 |
| Espagne | 493 | 9,2 |
| Portugal | 454 | 8,5 |
| France | 404 | 7,6 |
| total | 5 350 | 100,0 |

Cette culture intéresse les agriculteurs qui l'ont incluse dans leur assolement, par son prix garanti par contrat pour chaque campagne et le revenu qu'elle peut permettre à l'hectare ; elle est souvent considérée comme la culture principale. Son maintien dans le Sud de la France suppose cependant qu'elle reste suffisamment compétitive par rapport à la production dans les autres pays de la CEE., cependant différents problèmes menacent cette situation.

1.1. Accroissement des prix unitaires des facteurs de production

Les prix unitaires de l'ensemble des facteurs de production augmentent sans cesse ; il y a donc accroissement des prix de revient des Tomates produites.

1.2. Stagnation et risque de réduction du prix de vente de la Tomate

Le prix de vente garanti par contrat avant chaque campagne de production de Tomate stagne aujourd'hui et même risque de baisser par suite de la diminution des aides communautaires. Le tableau 3 illustre les conséquences de cette double évolution en mettant en lumière l'accroissement des charges dues à la main-d'oeuvre au cours des dernières années.

Tableau 3 : Evolution du rapport entre tarif horaire du SMIC et prix de vente du kilogramme de Tomate à l'entrée de l'usine (rapport ramené à 100 pour la lère année référence de départ)

| Année | SMIC horaire prix kg tomate |
|-------|--------------------------------|
| 1968 | 100 |
| 1972 | 178 |
| 1976 | 170 |
| 1980 | 207 |
| 1983 | 236 |
| 1985 | 274 |

1.3. Plafonnement de la production commercialisée (quotas)

Les quotas ont été institués pour limiter les risques de surproduction et mettre un terme aux abus de certains pays membres vis-à-vis des règles communautaires.

Deux grands types de solutions paraissent envisageables par les agriculteurs pour chercher à conserver des marges intéressantes:

a) accroître les rendements

En réduisant au besoin les surfaces ("quotas") et en intensifiant, on vise de hauts rendements réguliers (assurance de réussir la culture).

b) réduire les coûts de production

Il s'agit d'avoir un objectif de diminution des coûts de production tout en visant des rendements suffisants. Ceci prend en compte les tendances ou les souhaits d'agriculteurs de réduire les coûts (et les soucis de gestion) de la main-d'oeuvre, en augmentant la mécanisation, ainsi que les coûts de certains intrants; ces aspects vont de pair avec une tendance à simplifier la conduite, souvent liée à des concurrences de travail avec d'autres productions (asperges en mai, melons ou arbres fruitiers en juillet-août, par exemple).

Il s'agit là bien sûr d'une simplification, nécessaire pour l'étudier, de la situation par rapport à la très grande diversité des exploitations. Mais elle reflète bien deux grands types d'attitude qui apparaissent chez les exploitants. Nous avons cherché, en valorisant les acquis scientifiques et techniques, à expérimenter dans ces deux directions, afin de préciser et améliorer des itinéraires techniques, en étudiant la faisabilité, la cohérence et les résultats, au moins en termes physiques.

2. Etude expérimentale de modes de conduite de la Tomate

2.1. Conditions de milieu

La démarche expérimentale, pluridisciplinaire, a été mise en oeuvre dans la plaine du Comtat Venaissin dans un milieu caractérisé par un sol sur alluvions récentes, calcaire et un climat de type méditerranéen, avec en moyenne 23 jours de température maximale supérieure à 30°C (fécondation et nouaison compromises sur la tomate) et plus d'un mois avec gelées, une pluviométrie de près de 700 mm, souvent sous forme de précipitations intenses et avec des variations interannuelles considérables (tableau 4).

2.2. Objectifs - contraintes des cultures

Pendant trois années successives (1981-82-83), la tomate a été cultivée, dans des parcelles de dimensions compatibles avec l'utilisation de techniques agricoles, derrière deux précédents culturaux très différents (maïs et épinard d'automne-hiver) et, dans chaque cas, suivant deux types d'objectifs-contraintes.

a) rendement maximal

D'une part (mode dit "maximal"), on cherche le rendement le plus élevé possible en mettant en oeuvre tous les intrants nécessaires afin de maximiser le nombre de fruits, le poids d'un fruit et de récolter le

Tableau 4 : Caractéristiques du milieu de l'expérimentation

| | | SOL | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|------|------|------|---------------|---------------|-------|-------|----------|----------|---------------------------------|------|--------------------|----------|--|
| A % | LF | LG | SM | SG | Hum CC (%) | Hum pF 4.2 | CT | CA | N % | MO % | P ₂ O ₅ % | CE | Kéch (me/100 g) | Mg éch. | |
| 530 | 320 | 40 | 75 | 35 | 29 | 17 | 25 | 15 | 0.9 à | 1.9 à | 0.09 à | 25 | 0.90 à | 3.0 à | |
| | | | | | | | | | 1.4 | 2.1 | 0.18 | | 1.25 | 3.5 | |
| CLIMAT (moyennes sur 16 ans à Montferret) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | Année | |
| T ^{re} moy. | | 6.0 | 7.3 | 9.4 | 12.1 | 16.0 | 19.9 | 22.8 | 22.0 | 18.9 | 14.2 | 9.2 | 5.7 | 13.6 | |
| Nbre jours t ^{re} > 30°C | | | | | | | | | | | | | | 22.8 | |
| Nbre jours t ^{re} < 0°C | | 9.9 | 6.4 | 2.9 | 0.5 | | 0.1 | 2.8 | 11.6 | 7.6 | 0.7 | | | 33.8 | |
| Pluies mm | | 49.1 | 56.8 | 59.8 | 54.2 | 59.6 | 45.4 | 30.9 | 48.6 | 64.8 | 102.3 | 61.3 | 58.8 | 691.6 | |
| ETP Penman mm | | 19.8 | 32.4 | 63.0 | 97.3 | 125.7 | 152.6 | 174.3 | 140.5 | 90.4 | 47.8 | 23.0 | 15.5 | 982.3 | |

produit dans le meilleur état ; on vise la sécurité (ex : facteurs nutritionnels non limitants, protection de la culture quasi-systématique).

b) coûts de production minimaux

D'autre part (mode dit "optimal"), on cherche à réaliser le meilleur rendement possible en diminuant sensiblement les coûts de production, en particulier la main d'oeuvre, et en économisant les intrants énergétiques (carburant, engrais, pesticides); on vise également un plus grand respect des ressources naturelles et de l'environnement.

2.3. Schémas d'élaboration du rendement et principes de choix techniques

Dans chaque cas, on a construit, à partir des connaissances actuelles, un schéma d'élaboration du rendement (figure 1) consignait les grandes phases du cycle de la culture ainsi que les principaux facteurs et conditions mis en jeu, et aboutissant à la définition d'états successifs souhaitables de l'ensemble milieu-peuplement végétal.

A partir de cela, on a défini des principes de choix techniques (tableau 5) et bâti des projets d'itinéraires techniques susceptibles de faire parcourir aux cultures les étapes souhaitées. Il convient de préciser que les raisonnements utilisés reposent sur des modèles de connaissances généralement très simples et confèrent à la démarche un caractère beaucoup plus pragmatique que dans le cas du blé par exemple.

2.4. Les résultats globaux

Les variables qui ont été enregistrées concernent les états initial et final des parcelles, les conditions d'application des techniques, les variables de conduite (climat, états intermédiaires de la parcelle : sol et végétation), les composantes du rendement.

Parallèlement, un contrôle analytique détaillé du fonctionnement des parcelles (variabilité spatiale et évolution dans le temps) a été réalisé (Ph. BUSSIERES). Les principaux résultats globaux sont les suivants.

a) faisabilité des itinéraires techniques

La faisabilité et la cohérence des itinéraires techniques appliqués sont satisfaisantes en mode "maximal".

Les quelques problèmes rencontrés peuvent être résolus techniquement, par exemple la nécessité d'adjoindre un second système d'irrigation (aspersion) pour réussir la plantation en conditions sèches et chaudes et pour fixer au sol le désherbant.

Par contre, elles ne le sont pas en mode "optimal" : problèmes de réalisation de peuplements végétaux satisfaisants, faible vitesse de croissance au stade jeune (en particulier déficience de nutrition phosphatée), état de la culture en fin de cycle peu favorable à la récolte mécanique (maturation trop tardive et insuffisamment groupée, alimentation azotée mal maîtrisée avec en particulier des excès néfastes).

b) mode de conduite

L'influence du mode de conduite est prépondérante sur le rendement (tableau 6). En mode "maximal", les rendements sont très élevés ; en mode "optimal" ils apparaissent très variables.

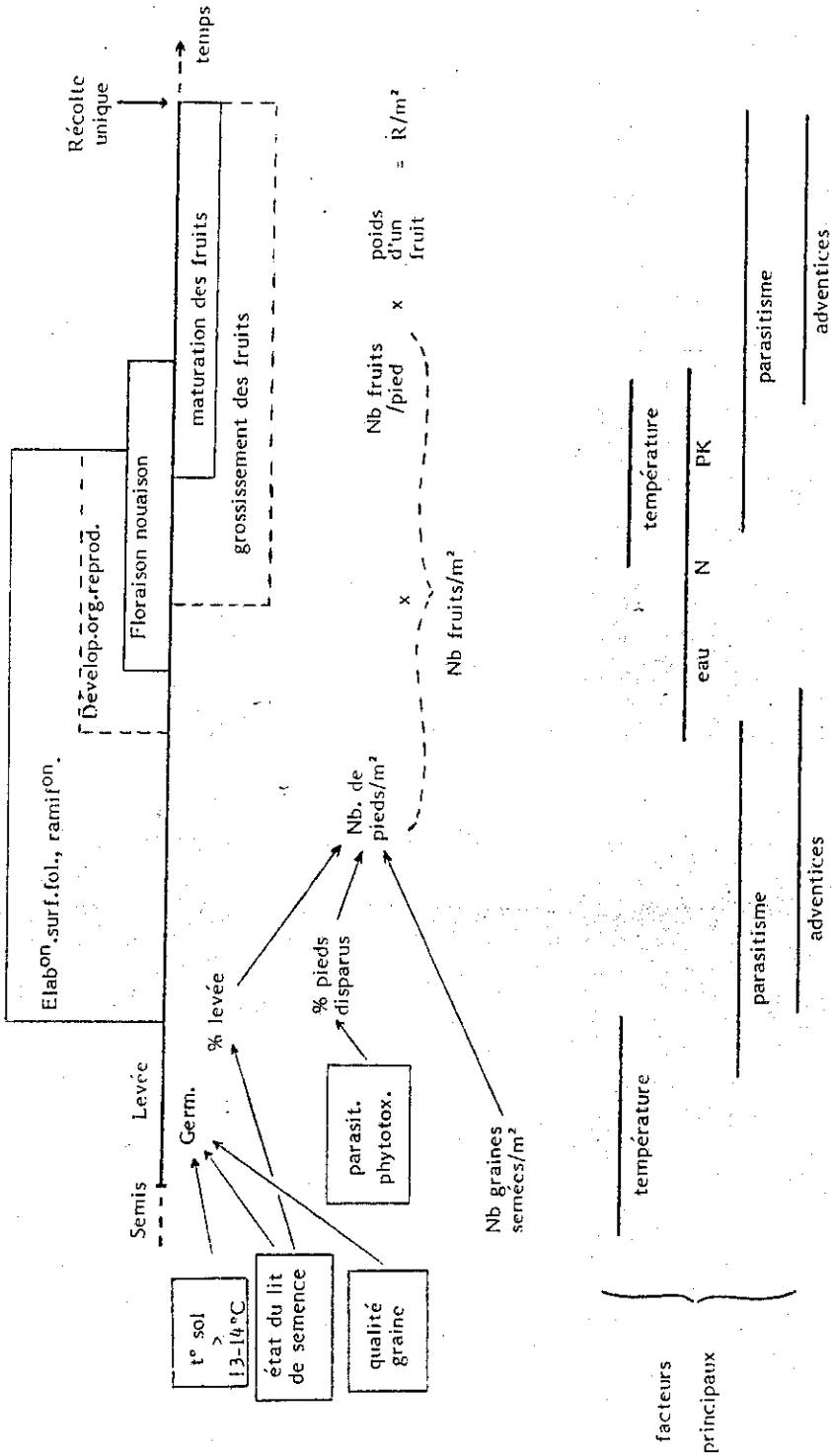


Figure 1. Exemple de schéma d'élaboration du rendement en mode "optimal"

Tableau 5 : Principes des choix techniques selon les modes de conduite

| | Modes de conduite | |
|---------------------------|--|--|
| | "Maximal" | "Optimal" |
| Travail du sol | soigné-labour prévu | simplifié, opportun labour facultatif |
| Fertilisation | | |
| - P et K | niveau de richesse du sol pour cultures maraichères + exportations de 90 t.fruits/ha | niveau de richesse du sol pour grandes cultures + exportations de 70 t.fruits/ha |
| - N | Prélèvements totaux correspondant à 90 t.fruits/ha ; dans l'eau de chaque irrigation | exportations par les fruits ; 1 ou 2 épandages |
| Mise en place | plantation mécanique de plants élevés en pépinière 40 000 pl/ha, double ligne | semis mécanique en place 150 000 gr/ha, double ligne |
| Désherbage | chimique + manuelle (+ mécanique)-propreté constante | chimique + mécanique (+ manuelle)- intervention suivant opportunité |
| Irrigation | - Maintien de la réserve en eau disponible > 90 % de la réserve utile du sol - localisation par rampes perforées (apports quotidiens) | - Maintien de la réserve en eau disponible entre 100 % et 40 % de la réserve utile du sol - aspersion |
| Protection phytosanitaire | | |
| - en pathologie | systématique | selon la population de parasites ou le degré d'infestation |
| - en zoologie | seuils très bas | seuils élevés |
| Récoltes | manuelle ; échelonnée en 2 ou 3 passages soignée | mécanique ; unique |

Tableau 6 : Production de Tomate commercialisable (en tonnes par hectare)

| mode de conduite | précédent maïs | | | précédent épinard | | |
|------------------|----------------|------|------|-------------------|------|------|
| | 1981 | 1982 | 1983 | 1981 | 1982 | 1983 |
| maximal | 103 | 117 | 89 | 97 | 108 | 77 |
| optimal | 78 | 61 | 33 | 46 | 60 | 24 |

c) variations climatiques annuelles.

L'influence de l'année sur le rendement est importante par caractéristiques du climat pendant le cycle cultural, par exemple faibles températures pendant l'implantation de la culture et fortes températures perturbant la nouaison (cas de 1983).

d) précédent cultural.

Le précédent cultural influe surtout sur l'état de la parcelle avant la culture et donc sur l'itinéraire technique (ex : travail du sol, fertilisation azotée) mais semble avoir peu de conséquences au niveau du rendement : les écarts constatés sur le tableau 6 s'expliquent par d'autres phénomènes non directement liés au précédent.

En conclusion, les difficultés rencontrées en mode "optimal" ont motivé, au cours des dernières années, des travaux complémentaires pour améliorer ce type de conduite.

3. Etude de la faisabilité d'itinéraires techniques orientés vers la mécanisation et la réduction des coûts

3.1. Objectifs de l'étude

Rappelons les objectifs essentiels :

a) réduction des coûts par la mécanisation et la diminution des intrants (fertilisation, pesticides...).

b) obtention d'un rendement satisfaisant (ex : 60 à 80 tonnes/ha), ce qui, compte tenu de ce qui précède, implique un emploi judicieux des intrants pour augmenter leur efficacité.

c) obtention d'un état de parcelle favorable à la récolte mécanique en fin de cycle

La figure 2 indique schématiquement les principales implications du point c. La figure 3 montre les effets conjugués des points a et b sur les aspects liés à la fertilisation. Dans cet ensemble, et sur des cultures implantées par semis en place, on s'est plus particulièrement intéressé à l'influence des fertilisations azotée et phosphatée.

3.2. Itinéraires choisis

Une expérimentation au champ a montré, dans le milieu présenté plus haut :

a) apports d'azote élevés

Des apports égaux ou supérieurs à 100 kg d'azote par hectare entraînent un redémarrage de végétation en fin de cycle défavorable à la récolte ; ils laissent des reliquats nitriques très importants dans le profil après récolte (200 à 250 kg N/ha sur un mètre de profondeur) sans augmenter significativement le rendement.

b) minéralisation

La minéralisation nette apparente, pendant la durée du cycle et sur un mètre de profondeur, fournit 120 à 150 kg d'azote nitrique par hectare.

c) pas d'apport d'azote

En l'absence d'apport d'azote, le peuplement végétal extériorise des signes de déficit azoté à partir de la formation des premiers bouquets (accroissement rapide des besoins et système racinaire encore peu développé).

d) réduction des apports azotés

Compte tenu de l'existence de reliquats nitriques dans le sol en début de culture, on peut réduire fortement les apports azotés, tout en les rendant très disponibles par la localisation sur ligne.

e) apports de phosphore

Par ailleurs, on cherche à maximiser la vitesse de croissance des jeunes semis en apportant en quantité modérée du phosphore, élément coûteux et facilement insolubilisé dans beaucoup de sols.

Diverses expérimentations sur un sol très pauvre ont montré l'intérêt de localiser sous la ligne de semis des quantités, mêmes faibles de phosphore.

A partir de l'équivalent de 50 unités par hectare, on observe une multiplication par 3 de la vitesse de formation de la matière sèche et de la surface foliaire de la levée à l'apparition des premiers bouquets ; ce stade apparaissant alors avec une dizaine de jours d'avance sur le témoin et seulement avec 2-3 jours de retard par rapport au sol très fortement enrichi.

3.3. Résultats

Ces différents éléments ont été intégrés, ainsi que l'ensemble des aspects consignés dans la figure 2, dans une conduite en grandes parcelles, après du blé, en 1985 et 1986 ; l'essentiel des objectifs a été satisfait, à savoir :

a) mécanisation

La mécanisation est quasi totale (hormis une ou deux interventions manuelles partielles de désherbage) en cherchant à réduire le nombre d'interventions ; peu d'opérations de travail du sol (rotobèche et un ou deux passages de vibroculteur), fabrication des planches couplée avec la localisation de phosphore, apport unique d'azote localisé, couplé au binage mécanique etc...

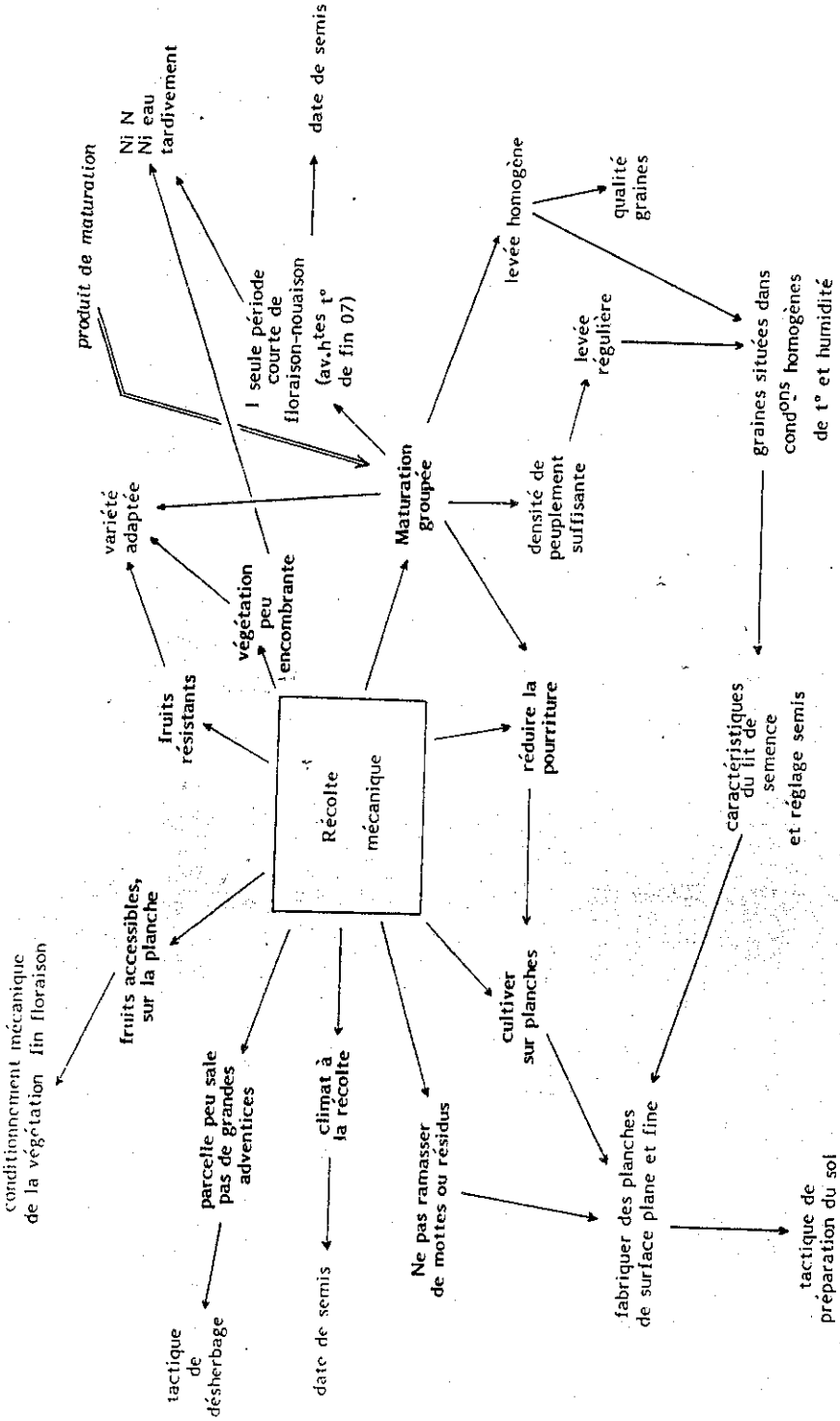


Figure 2. Comment obtenir un état de parcelle favorable à la récolte mécanique

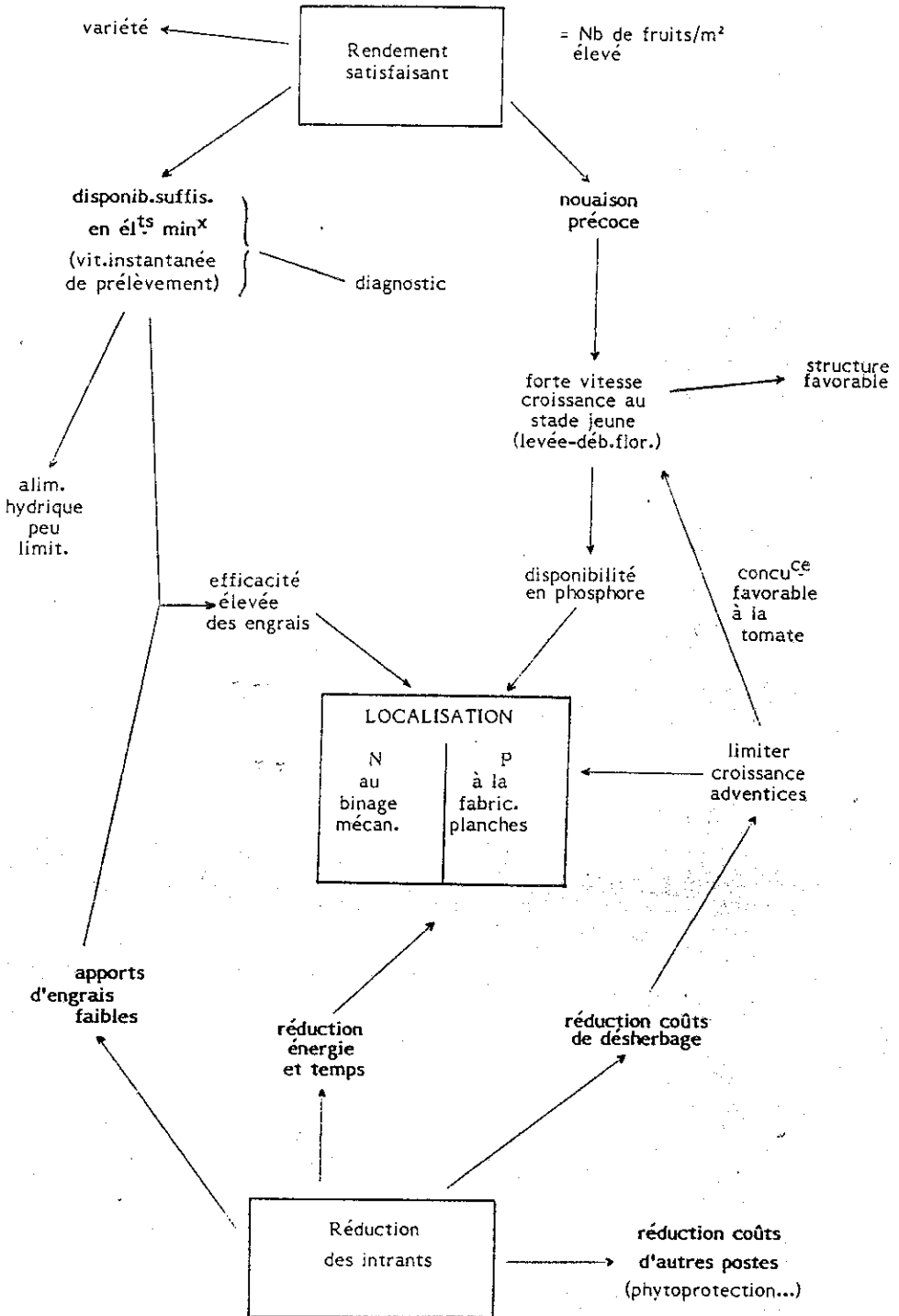


Figure 3. Effets conjugués de la réduction des coûts et du maintien d'un rendement satisfaisant

b) intrants

La fertilisation est réduite (sol bien pourvu en potasse) : pour le phosphore, en sol très pauvre, la moitié de la moyenne des apports couramment pratiqués ; pour l'azote environ le quart de la valeur des apports les plus courants (soit ici 40 kg N/ha).

c) rendement

Le rendement de fruits commercialisables a été de 75 à 80 tonnes par hectare.

d) récolte mécanique

La culture a montré une bonne aptitude à la récolte mécanique : pourcentage de fruits rouges au moins égal à 90 %, peu de végétation, structure fine du sol en surface.

4. Perspectives

Il convient de continuer à tester ce type d'itinéraire technique en particulier par rapport à une variabilité de type climatique et en cherchant à améliorer la prévision de la fertilisation (N, P et peut-être ultérieurement K).

Ceci devra se réaliser en s'appuyant sur des résultats de simulation de fonctionnement de la parcelle (Ph. BUSSIERES). Une extension à d'autres milieux, et en particulier en exploitation doit être envisagée.

5. Remarques

La comparaison, en termes de rentabilité économique, des modes "maximal" et "optimal" n'était pas visée ici, car il est délicat, dans nos conditions d'expérimentation, d'aller jusqu'au calcul économique ; l'objectif était essentiellement d'analyser les itinéraires techniques en termes physiques. Prendre des normes de Centre de Gestion n'aurait guère de sens. Néanmoins, pour illustrer ce point, des calculs simplifiés, pour 1981, ont montré que 115 tonnes en mode maximal et 75 tonnes en mode optimal permettaient des marges brutes équivalentes.

Le type de sol était imposé par la disponibilité de domaine expérimental. Celui-ci, argilo-calcaire, possède une très bonne structure, très stable qui permet une bonne infiltration de l'eau sur les 30-40 premiers centimètres et la culture sur planches permet une mise hors d'eau rapide des plantes en cas d'orage sur sol humide. On n'a pas relevé de symptômes d'asphyxie sur la tomate, pourtant sensible.

Des sols plus filtrants (cessibilité de l'eau plus grande, meilleure aération) sont peut-être à privilégier dans le mode maximal par rapport aux sols argileux plus avares de leur eau et à plus fort pouvoir fixateur. Au départ, le mode optimal essaie d'économiser sur tous les postes. Avec le recul, peut-être vaudrait-il mieux évaluer le poids des différents postes un à un (même si les chiffres sont contestables). On peut envisager de ne pas alléger tous les postes et même d'en alourdir certains.

Imaginons qu'on ait envisagé la récolte mécanique des betteraves sucrières (telle qu'aujourd'hui) avec semis direct, non-maîtrise du démarrage et des montées à graines : privilégier la récolte mécanique pour

raison de main d'oeuvre aurait pu conduire à soigner extrêmement l'implantation. La mécanisation de la récolte des tomates peut se poser dans des termes semblables.

Les projets d'itinéraires techniques de mode optimal ont été réalisés en veillant à une certaine cohérence, si bien que le scénario type betterave évoqué ci-dessus était a priori peu probable. Un des objectifs de l'expérimentation était la mise à l'épreuve de cette cohérence.

La réalisation des itinéraires techniques montre qu'effectivement tous les postes "classiques" peuvent être réduits, le désherbage et l'irrigation l'étant un peu moins. Un poste cependant est peut-être légèrement renforcé : l'observation de la parcelle cultivée pour assurer la conduite. Les postes importants sont la protection phytosanitaire, les coûts des plants et du repiquage et la récolte.

L'effet précédent cultural a été important surtout en 1981 en conduite optimale. En réalité il est dû à une erreur de réglage du semoir, il ne faut donc pas le prendre en compte. Cependant, il y a bien un effet dépressif du précédent épinard par rapport au précédent maïs. Il est probablement dû à ce que l'épinard vient juste d'être récolté au moment où l'on installe les tomates et laisse un lit de semences assez sec.

La stratégie mode maximal paraît assez surprenante à un économiste car elle va à l'encontre de la logique micro-économique élémentaire : égalisation des productivités marginales aux coûts marginaux. Aucun calcul économique recherchant le rendement optimal n'a été effectué, en fonction d'une évolution paramétrée des coûts des intrants.

En fait, la démarche vise d'abord à explorer les possibilités physiques de réduire les intrants par un raisonnement agronomique et à vérifier les résultats agronomiques obtenus dans ces conditions. Néanmoins, il serait intéressant de réaliser le calcul économique afin de faire converger les préoccupations économiques et agronomiques vers la définition d'un itinéraire technique pour l'obtention d'un rendement optimal (sans doute différent de 75 t / ha)

Les projets d'itinéraires techniques ont été construits à partir de schémas d'élaboration du rendement mis au point en fonction des connaissances disponibles, qualitatives ou reposant sur des modèles simples. L'application des itinéraires techniques a été accompagnée de nombreuses mesures et observations (Ph. BUSSIERES) afin de réaliser une analyse de l'élaboration du rendement des différentes parcelles en cherchant à réaliser une simulation du fonctionnement des parcelles. Ceci doit aboutir à améliorer le modèle initial et à désigner les points à approfondir.