

NOTE TECHNIQUE RELATIVE AUX CRITERES D'EFFICACITE DES MATIERES FERTILISANTES ET DES SUPPORTS DE CULTURES AINSI QU'A LEUR DEMONSTRATION

PREAMBULE

Ce document a été élaboré, sur proposition de la Commission des Matières Fertilisantes et des Supports de Cultures (CMFSC), à l'attention de toute personne physique ou morale susceptible de mettre sur le marché français une matière fertilisante ou un support de culture, produits dont les définitions réglementaires sont rappelées dans l'annexe I du présent document.

L'article 2 de l'arrêté du 21/12/1998 traite des conditions d'homologation des matières fertilisantes et des supports de culture. Il énonce que "conformément à l'article 3 de la loi du 13 07 1979 susvisée, **tout demandeur de mise sur le marché, via une démarche d'homologation ou d'une norme rendue d'application obligatoire, d'une matière fertilisante ou d'un support de culture doit apporter les éléments permettant de vérifier l'efficacité et l'innocuité du produit, ou d'un ensemble de produits, à l'égard de l'homme, des animaux et de leur environnement dans les conditions d'emploi prescrites ou normales**". Ces impératifs imposent, au minimum, une connaissance et une constance du produit proposé à une mise sur le marché. De plus, la mise sur le marché français d'un engrais déjà répertorié CE est possible sans passage par une homologation ou référence à une norme française. L'article 14 du règlement CE 2003/2003 relatif aux engrains minéraux rédigé par la Commission Européenne stipule également que "les engrais apporte des éléments fertilisants de manière efficace".

L'objet de ce document n'est pas d'examiner "l'innocuité, la connaissance des produits, les propriétés minimales réglementaires, les apports minimaux aux agroécosystèmes et la constance des produits", les textes réglementaires concernant ces cinq thèmes étant traités par ailleurs en raison de leur importance fonctionnelle. Ils peuvent être consultés dans le Guide établi pour aider à la constitution des dossiers de demande d'homologation matières fertilisantes – supports de culture (Document CERFA 50644#01 et suivants CERFA 50645#01 pour des produits d'origine résiduaires, 50646#01 pour des rétenteurs d'eau, 50647#01 pour des substances humiques et 50648#01 pour des produits à base d'inoculum de micro-organismes, ainsi que la note générale 50649#01) et dans le Guide d'élaboration du dossier technique concernant les matières fertilisantes et supports de culture candidats à l'inscription dans une norme française existante ou à créer (Document de la CMFSC)

L'objet de ce document est, par contre, de préciser, et parfois de justifier, pour **les matières fertilisantes et les supports de culture**, les choix faits par le législateur et

ce que le législateur :

- * considère comme propriétés générales des matières fertilisantes et des supports de culture au regard de l'obligation réglementaire «d'efficacité» ;
- * entend par efficacité, terme qui n'est explicité ni dans les documents réglementaires antérieurs français, ni maintenant dans les documents européens transposables en droit français, une situation qui risquait de laisser la porte ouverte à des interprétations parfois peu favorables aux utilisateurs des matières fertilisantes et des supports de culture ;
- * propose comme effets qui peuvent être retenus comme critères d'efficacité, tout en insistant sur le fait que les listes de critères établies résultent des connaissances disponibles et des outils nécessaires leur mise en œuvre, à l'instant de la rédaction du présent document. C'est pourquoi ces listes pourront évoluer avec d'une part les progrès des connaissances et d'autre part les matières fertilisantes et les supports de culture proposés dans le futur ;
- * considère comme principes et méthodes expérimentales minimales à mettre en œuvre pour apporter la preuve de l'efficacité pour le(s) critère(s) revendiqué(s) ;
- * recommande comme information objective minimale à destination de l'utilisateur des produits mis sur le marché et évoque ce que pourrait être une évolution réglementaire, à terme, pour ces produits, compte tenu de l'intérêt croissant des citoyens et des législations pour le développement durable et la protection de l'environnement ainsi que la prise en compte constitutionnelle du principe de précaution.

Rappel des exigences réglementaires relatives aux conditions de démonstration et de quantification de l'efficacité d'une matière fertilisante ou d'un support de culture à mettre sur le marché et conséquences opérationnelles.

I. Les textes réglementaires

Pour qu'une matière fertilisante ou un support de culture puissent bénéficier d'une garantie des pouvoirs publics lorsqu'elle est placée sur le marché français soit par le biais d'une référence à une norme en vigueur (NF U 42-001, NF U 44-001, NF U 44-051, NF U 44-095, NF U 44-203, et NF U 44-551), soit par celui d'une homologation, le pétitionnaire doit, selon l'article 2 de l'arrêté du 21/12/1998, apporter dans l'ordre :

- la preuve de l'innocuité de la matière fertilisante ou du support de culture vis à vis de l'homme, des cultures et de l'environnement,

- la preuve de l'efficacité de la matière fertilisante ou d'un support de culture, dans les **conditions d'emploi préconisées** (notées **CEP** dans ce document), qualifiées également de conditions d'utilisation prescrites ou normales.

On ne rappelle ici que les seules parties de paragraphes de l'arrêté du 21/12/1998 déjà cité, concernant la démonstration réglementaire de l'efficacité. Il est ainsi précisé :

- ◆ que "tout demandeur de mise sur le marché d'une matière fertilisante ou d'un support de culture doit apporter les éléments permettant de vérifier l'efficacité du produit",
- ◆ que "les essais d'efficacité doivent **quantifier et démontrer chaque effet revendiqué** suivant le mode d'application défini par les modalités signalées. Préciser la durée de l'effet revendiqué en nombre de mois ou de jours selon le cas approprié" (Annexe I de l'arrêté du 21/12/1998. Paragraphe 5 : revendication) ;
- ◆ qu'il importe de "donner des informations démontrant l'efficacité du (des) produit(s) **dans les CEP**. Fournir le cas échéant, le plan expérimental destiné à démontrer l'effet principal, le protocole expérimental suivi, les résultats détaillés des essais sur les rendements et/ou la qualité des cultures, l'interprétation statistique des résultats..... Apporter tout élément **démontrant l'efficacité du (des) produit(s) dans les CEP**". (Annexe III de l'arrêté du 21/12/1998).

II. Conséquences opérationnelles pratiques des textes réglementaires

Les textes réglementaires actuels imposent de démontrer et **quantifier** l'effet revendiqué (ou les effets revendiqués s'il y en a plusieurs, l'un étant principal et les autres secondaires) consécutif(s) à l'utilisation, **dans les CEP**, des matières fertilisantes ou des supports de culture. C'est dire que les textes imposent de démontrer, et quantifier, l'efficacité effective, réelle ou dans les CEP des matières fertilisantes. Ces trois termes étant équivalents, cette efficacité sera notée dans la suite du document **efficacité dans les CEP**.

II. 1. Intérêt de la démonstration de l'efficacité dans les CEP

La démonstration expérimentale de l'efficacité dans les CEP, ou plus encore l'explication scientifique de l'effet ou des effets résultant de l'apport de la matière fertilisante ou de l'utilisation d'un support de culture, c'est à dire l'explicitation de la relation cause → effet, renseigne, *ipso facto*, sur au moins une condition d'emploi non seulement préconisée, mais surtout objectivement recommandable. L'effet, ou les effets, dès lors qu'ils sont démontrés dans certaines CEP, sont *de facto* les critères d'efficacité, **et les seuls**, qui, en l'état actuel des textes en vigueur, peuvent être revendiqués dans les procédures de normalisation et

d'homologation pour être ensuite signifiés aux utilisateurs. A noter que l'indication de la plante et la description du milieu, et plus globalement du système de culture dans lequel a été faite la démonstration de l'efficacité dans les CEP, permettent, grâce aux connaissances validées par les générations d'agropédologues, d'étendre les conclusions obtenues, donc les préconisations d'emploi, à d'autres situations agroécosystémiques. C'est pourquoi la connaissance de propriétés fonctionnelles des sols, obtenue par des analyses pertinentes, en plus des analyses d'état des matières fertilisantes explicitement demandées dans l'annexe III de l'arrêté du 21/12/1998, ou des climats subis par l'agroécosystème au cours de la démonstration des effets, est souhaitable. La même recommandation est valable pour les supports de culture.

II. 2. Efficacité potentielle : une présomption d'efficacité dans les CEP.

Les conditions d'obtention, dans les CEP ou dans des conditions considérées comme normales, d'une efficacité dans les CEP d'une matière fertilisante ou d'un support de culture autorisent à affirmer que :

- ◆ des analyses des constituants et de propriétés de la matière fertilisante,
- ◆ des résultats d'expérimentations obtenus en conditions contrôlées impliquant des sols, voire des plantes en présence de la matière fertilisante ou du support de culture à mettre sur le marché,

peuvent être autant d'indicateurs pertinents qui permettent de présumer d'une efficacité dans les CEP.

Les caractéristiques des matières fertilisantes ou des supports de culture, ainsi que les données collectées dans des expérimentations contrôlées, sont donc **des indicateurs, des critères, d'efficacité potentielle**. Ces indicateurs peuvent être de facto des outils performants pour aider à préciser les conditions les plus favorables d'emploi de la matière fertilisante ou du support de culture et à étendre ces conditions d'emploi à toutes les situations agropéoclimatiques proches mais qu'il n'est plus économiquement supportable de tester systématiquement dans toutes les CEP.

En conclusion, les déterminations d'efficacité potentielle ont un double intérêt. Elles autorisent :

- 8 d'une part à faire, a priori, du screening rapide de conditions d'efficacité dans les CEP,
- 8 d'autre part à extrapoler, a posteriori, les résultats à des situations non testées.

III. Présentation des critères d'efficacité des matières fertilisantes et des supports de cultures

Il est apparu que les fonctionnalités des matières fertilisantes et celles des supports de cultures étaient suffisamment différentes pour que la déclinaison des textes réglementaires adaptés aux matières fertilisantes et aux supports de culture soit traitée dans des chapitres distincts.

Déclinaison des textes réglementaires dans le cas des critères d'efficacité des matières fertilisantes

I. Fonctions centrales des matières fertilisantes

Les matières fertilisantes sont, d'après la définition réglementaire rappelée dans l'Annexe I de ce document, utilisées en direction de deux cibles interactives complémentaires :

- θ la plante,
- θ le sol.

Leur utilisation a pour objectifs fonctionnels :

- * vis à vis de la plante : @ d'assurer
 - @ ou d'améliorer la nutrition des plantes,
- * vis à vis du sol @ de maintenir
- @ ou d'améliorer les propriétés des sols,

L'objet de l'utilisation des matières fertilisantes pourrait donc être résumé par : maintenir, ou améliorer, le statu quo ante.

Sauf exception rarissime, la matière fertilisante apportée, quelle qu'elle soit, vient en complément d'éléments ou de constituants déjà présents dans les sols (ou les supports de culture) portant les cultures. L'efficacité, et donc l'intérêt à moyen et long terme, d'un apport d'une matière fertilisante sont fortement dépendant du contenu initial du sol (ou du support de culture) qui reçoit la matière fertilisante.

II. Définition de l'efficacité d'une matière fertilisante.

II.1 Définition

Il s'agit de la propriété d'une matière fertilisante (engrais, amendements basiques ou amendements organiques) dont l'apport à un agro-écosystème (sol, culture et leur environnement) a pour effet, dans des conditions agropédoclimatiques données et dans un laps de temps donné, d'assurer ou d'améliorer *la nutrition des cultures* (voir définition Annexe II) et/ou d'améliorer ou de maintenir, sur le court, moyen ou long terme, des propriétés fonctionnelles physiques, chimiques ou biologiques des sols. Les propriétés fonctionnelles des sols à considérer ici sont donc d'une part celles permettant une d'assurer et/ou d'améliorer, en quantité et en qualité, la production végétale ou d'autre part celles permettant d'entretenir ou d'améliorer des conditions environnementales risquant d'être dégradées par des pratiques culturales annuelles ou pluriannuelles non adaptées.

Ce sont donc des critères représentatifs de ces objectifs fonctionnels des matières fertilisantes qui, pour leur mise sur le marché, pourront faire l'objet de revendications par le pétitionnaire.

II.2. Conditions nécessaires pour observer une efficacité dans les CEP d'une matière fertilisante

L'efficacité dans les CEP d'une matière fertilisante, qu'elle soit revendiquée pour un critère concernant les cultures ou pour un critère concernant des propriétés des sols, ne peut être observée que dans des conditions bien précises : la matière fertilisante doit être capable

d'atténuer, ou de lever totalement, une contrainte qui apparaîtrait dans l'agrosystème en l'absence de la matière fertilisante. C'est pourquoi, pour atteindre l'objectif d'efficacité dans les CEP, deux conditions doivent être simultanément réunies. Il faut :

- ◆ qu'une contrainte pédoclimatique, telle une contrainte nutritionnelle avérée directe ou indirecte, existe dans l'agrosystème considéré. Les textes réglementaires recommandent d'identifier, autant que faire se peut, la contrainte levée par l'apport de la matière fertilisante.
- ◆ qu'un, ou plusieurs éléments, ou bien des substances pouvant en dériver, capables de lever la contrainte, soient présents dans la matière fertilisante apportée.

III. Critères d'efficacité applicables aux matières fertilisantes

Le pétitionnaire doit réglementairement préciser les effets principaux et les effets secondaires revendiqués pour la matière fertilisante qu'il souhaite mettre sur le marché. Sont précisés dans ce chapitre paragraphe les *effets représentatifs* qui peuvent permettre de montrer que, par l'application de matières fertilisantes, la nutrition des plantes est assurée ou améliorée et/ou que des caractéristiques fonctionnelles des sols impliquées dans la production végétale sont entretenues ou améliorées. Les listes de critères proposés dans ce document ne sont pas exhaustives et ne hiérarchisent en rien les critères signalés, de nouveaux progrès des connaissances, en particulier en matière de nutrition humaine et animale, étant toujours susceptibles de les faire évoluer.

La démonstration et la quantification des critères d'efficacité reposent essentiellement sur une démarche statistique.

III. 1. Critères d'efficacité dans les CEP

Ces effets, ces critères, sont ceux observables à la suite d'apport dans les CEP. Pour les matières fertilisantes, dont la majorité du tonnage commercialisé rejoint les champs, il s'agira donc le plus souvent des effets obtenus, sauf exception, dans des conditions de plein champ. Mais il pourra s'agir aussi de conditions particulières, par exemple, chaque fois que l'objectif sera de mettre sur le marché une matière fertilisante destinée au marché "amateur".

III.1.1. Critères permettant de démontrer que la nutrition des cultures est assurée ou améliorée par un apport de matières fertilisantes. Il s'agit en fait de quantifier la contribution effective de l'apport à la nutrition annuelle ou pluriannuelle des cultures.

*** Assurance ou amélioration ? Que revendiquer ?**

Avant de présenter les critères, il importe d'insister sur les conditions d'obtention des informations relatives à la nutrition des plantes après un apport de matière fertilisante. Après un apport de matière fertilisante, la plante prélève les éléments nutritifs dans les deux sources que sont le sol et l'apport, si toutefois les éléments nutritifs ont été apportés sous une forme assimilable ou qui le devient au cours du temps.

☞ Le cas de l'**amélioration de la nutrition des plantes**, qu'il serait préférable de noter accroissement, est le plus simple à démontrer. Il suffit en effet de quantifier la modification obtenue, pour le critère choisi, à la suite de l'apport tout en rappelant qu'il ne peut y avoir amélioration que dans une situation où, au préalable, une contrainte empêchait la réalisation de cette amélioration et que l'apport réduit ou supprime la contrainte.

☞ Le cas de l'**assurance, ou entretien, de la nutrition des plantes**, est plus difficile à démontrer chaque fois que le milieu sol permet, à lui seul, de satisfaire les besoins des cultures, ce qui représente, par exemple pour P, la situation la plus fréquente en France, et

plus généralement en Europe occidentale. En effet, dans une telle situation et par définition, l'apport de matière fertilisante ne va modifier ni le rendement ni la quantité d'élément prélevé, la quantité prélevée dans l'apport ne l'étant plus dans les réserves assimilables des terres. Dans ces circonstances la démonstration, et la quantification, de la contribution de la matière fertilisante à la nutrition sont possibles en faisant appel à deux méthodes. Dans l'une d'elle, directe, on quantifie le coefficient réel d'utilisation de l'apport et dans l'autre, indirecte, on quantifie l'évolution des réserves assimilables des terres ou des sols.

◆ La première méthode, directe, consiste à utiliser un traceur isotopique qui donne directement accès à la détermination du coefficient réel d'utilisation de l'élément nutritif apporté comme matière fertilisante. Le coût de ce type d'investigation en limite l'emploi. Cependant cette méthode est la seule permettant de quantifier l'information cherchée, c'est à dire la contribution réelle de la matière fertilisante apportée à la nutrition des plantes, voire ultérieurement des animaux lorsque les mesures sont faites avec des isotopes stables du carbone et de l'azote.

◆ La seconde méthode, indirecte, consiste à comparer le potentiel nutritif des terres, pour l'élément considéré, déterminé avant l'apport à celui déterminé en fin de la croissance de cultures effectuées en présence de l'apport, puis à s'assurer de l'invariance de ce potentiel. Logique et séduisante dans son principe, cette méthode a cependant des limites expérimentales pratiques importantes. Elle impose, lorsque les expériences sont celles de plein champ, de disposer de 4 à 5 années successives de cultures pour obtenir des résultats statistiquement significatifs. C'est dire qu'en utilisant un sol "bien pourvu", c'est à dire susceptible de satisfaire seul les besoins des cultures, il ne sera que rarement possible matériellement, en raison du temps requis pour en faire la démonstration, de démontrer l'invariance des potentialités nutritionnelles des terres.

C'est pourquoi, lorsque le critère envisagé comme revendication par le pétitionnaire pourrait être "assure la nutrition des plantes", il semble plus simple, et c'est ce que la CMFSC peut recommander aux pétitionnaires, de se placer dans une configuration expérimentale quelque peu différente. Elle consistera à :

- faire appel à une terre ne permettant pas d'assurer seule la satisfaction des besoins des cultures pour l'élément considéré,
- y établir une modalité de traitement sans apport,
- y établir une modalité de traitement avec la matière fertilisante à action revendiquée,
- y adjoindre une modalité de traitement avec une matière fertilisante dont on connaît historiquement les propriétés et dont on sait qu'elle est apte à satisfaire les besoins des cultures en cet élément. A titre d'exemple, pour tester un effet phosphore, on préférera un engrais simple du type triple superphosphate à un binaire (N-P).
- puis à analyser statistiquement les résultats observés sur les cultures.

C'est dire que la CMFSC recommande au pétitionnaire de se ramener au premier cas, à savoir celui de l'amélioration de la nutrition des plantes et de revendiquer auprès du comité d'homologation «améliore la nutrition des plantes».

* Effets susceptibles d'être revendiqués comme critères d'efficacité descriptifs de l'amélioration de la nutrition des plantes.

On peut citer :

- l'accroissement du rendement de matière sèche, ou de matière commercialisable, puisque l'amélioration de la nutrition peut, entre autres effets, accroître les quantités de matière produites ;
- des indicateurs de qualité des produits ou de teneur de certains éléments ayant des répercussions sur la qualité des produits récoltés, donc potentiellement sur

l'alimentation humaine et animale ;

- une diminution significative du prélèvement de certains éléments en trace potentiellement toxiques et originaires des réserves biodisponibles du sol.
- le prélèvement d'un élément "cible", chaque fois que cet élément est facteur limitant soit du rendement soit de la qualité. Cependant le critère "prélèvement d'un élément" ne peut être à lui seul considéré comme un critère recevable d'efficacité si le prélèvement n'est pas facteur explicatif d'un accroissement du rendement ou de la qualité des produits récoltés.

III. 1. 2. Critères descriptifs du maintien ou de l'amélioration de propriétés fonctionnelles des sols. Ces critères sont toutes les propriétés physiques, chimiques et/ou biologiques, des sols ou des terres favorables à la production végétale et/ou aux conditions environnementales des systèmes de production.

Pour être en mesure de juger si l'apport de la matière fertilisante à mettre sur le marché a maintenu ou a amélioré le critère visé du sol, il est recommandé de présenter, pour chacun des critères revendiqués, de référentiels comportant des valeurs cible optimales tant pour les plantes que pour les sols ainsi que de valeurs seuils minimale et maximale. Dans les situations où l'amélioration revendiquée a lieu lorsque que les quantités de matière fertilisante appliquées croissent,

- la valeur cible optimale représente la valeur à maintenir pour le critère revendiqué ;
- la valeur seuil minimale correspond à une situation où tout apport se traduira par un accroissement de la valeur du critère revendiqué ;
- la valeur seuil supérieure correspond à une situation où tout apport ne se traduira plus par un accroissement de la valeur du critère revendiqué.

Ces valeurs cibles et seuils doivent être régionalisées et adaptées à chaque culture ou cycle cultural, à l'image, par exemple, de ce que le COMIFER a développé pour les apports de P et K.

Il importe, pour les critères qui suivent, de présenter et de comparer statistiquement les résultats des analyses portant d'une part sur le sol (ou la terre) sans traitement et d'autre part sur l'ensemble (sol + matière fertilisante appliquée dans les CEP) en précisant :

- la période écoulée entre l'apport et les analyses des échantillons de sol,
- l'ensemble des traitements,
- et les conditions de "vieillissement" de l'agrosystème.

* Propriétés physiques :

- ❖ Composition minéralogique ;
- ❖ Texture ;
- ❖ Stabilité structurale ;
- ❖ Densité apparente ;
- ❖ Capacité de rétention en eau ;
- ❖ Porosité.

* Propriétés chimiques

- ❖ pH ;
- ❖ CEC effective ou à un pH donné;
- ❖ Conductivité électrique de la solution du sol ;
- ❖ Teneur de la matière organique ou mieux du carbone organique, car c'est ce qui est mesuré ;
- ❖ Teneur de composés organiques particulièrement favorables ;
- ❖ Teneur des éléments nutritifs assimilables et/ou totaux

- majeurs (N, P, K)
 - secondaires (Ca, Mg, Na, S) ;
 - oligo-éléments (B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn, ...) ;
 - plus généralement, au-delà des analyses obligatoires au titre de la réglementation, tous les éléments et constituants se rapportant aux revendications mises en avant doivent être analysés.
- ❖ Pouvoirs tampons du sol pour un certain nombre d'éléments nutritifs ou non, les plus connus étant ceux concernant H^+ et K^+ .¹

* Propriétés biologiques

- ❖ Biomasse microbienne.
- ❖ «Respiration du sol», quantifiée essentiellement par le dégagement de CO_2 .
- ❖ Azote minéralisable.
- ❖ Cinétique de minéralisation de N et/ou de C.
- ❖ Activités enzymatiques.
- ❖ Abondance de la macrofaune tellurique, dont les vers de terre.
- ❖ Diminution, voire la suppression, de certains pathogènes des sols à la suite d'apports d'amendements minéraux ou organiques.

III. 2. Critères d'efficacité potentielle

Ces critères d'efficacité potentielle sont ceux qu'il est possible de quantifier soit par analyse de la matière fertilisante soit au moyen d'expérimentations effectuées en conditions contrôlées avec la matière fertilisante en mélange avec des terres.

III. 2.1. Analyse des matières fertilisantes, et/ou de leur comportement, dans des conditions standardisées.

Les analyses concernant les éléments majeurs ou le carbone total sont bien connues.

La multiplication des produits organiques candidats à l'homologation conduit la CMFSC à proposer quelques méthodes concernant plus directement de tels produits :

- Caractérisation de constituants spécifiques des matières organiques exogènes ;
- Détermination de "Indice de Stabilité Biochimique" ISB et du CBM des matières organiques exogènes ;
- Cinétique de minéralisation du carbone et/ou de l'azote des matières organiques exogènes ou d'associations de ces matières organiques avec des terres ;
- Cinétique de libération d'éléments nutritifs autres que N ;
- Cinétique d'évolution en conditions standard contrôlées, après apport, du pH d'une terre.

III. 2.2. Expérimentations en conditions contrôlées

¹ On rappelle que le pouvoir tampon est une des propriétés que possèdent tous les sols. Cette propriété a pour conséquence que lors de l'addition, à un sol, d'une quantité donnée d'un élément (autre que N sous forme NO_3^- et S sous forme SO_4^{2-}) une fraction de cette quantité est transférée à la phase solide du sol, ce qui abaisse son potentiel chimique, et qu'une fraction de la quantité ainsi adsorbée peut être libérée ultérieurement à l'occasion des prélèvements des cultures. La conséquence en est que la plante fonctionne à potentiel peu variable.

Chaque critère utilisable pour les expérimentations réalisées dans des CEP est transposable sans restriction aux expérimentations effectuées en conditions contrôlées.

III.3. Que choisir dans un objectif d'homologation ? Efficacité dans les CEP - efficacité potentielle ? Quelques limites des conclusions issues des critères «efficacité potentielle».

Parce que les conditions contrôlées sont le plus souvent significativement différentes des conditions réelles, effectives, en particulier de celles du plein champ, l'approche critères d'efficacité potentielle, si économiquement intéressante soit-elle pour le pétitionnaire, est potentiellement moins performante pour l'utilisateur final de la matière fertilisante que l'approche efficacité dans les CEP. En effet, les conditions standard bien contrôlées estompe les inévitables interactions entre les matières fertilisantes appliquées pour améliorer la nutrition des plantes et/ou les propriétés fonctionnelles des sols et les conditions pédoclimatiques évidemment variables au cours d'un cycle cultural ou d'une succession de cycles cultureaux.

C'est pourquoi l'existence de ces interactions, généralement non modélisées, interdit actuellement de substituer un critère d'efficacité potentielle obtenu en conditions contrôlées au même critère déterminé en conditions d'efficacité dans les CEP.

Ces indicateurs sont néanmoins très utiles, voire indispensables, pour prévoir si une efficacité dans les CEP est susceptible de se manifester et surtout dans quelles conditions elle sera susceptible de se manifester dans des situations non testées. Cette démarche permet alors d'extrapoler les résultats observés dans une situation réelle à des situations non testées.

IV. Principes et méthodes expérimentales à mettre en œuvre, a minima, pour démontrer l'efficacité d'une matière fertilisante

Les **principes et méthodes expérimentales** à mettre en œuvre pour **démontrer et quantifier**, conformément à la réglementation en vigueur, l'effet (ou les effets) d'une matière fertilisante susceptible(s) d'être revendiqué(s) sont développés dans ce paragraphe. Toute démonstration, et quantification, d'efficacité, qu'il s'agisse de l'efficacité dans les CEP, ou de l'efficacité potentielle estimée en conditions contrôlées, impose au minimum six phases exécutées qui doivent se dérouler dans selon une chronologie rigoureuse.

Il importe, qu'en toutes circonstances, la démarche globale soit adaptée à l'objectif recherché et structurée en conséquence. Elle doit permettre, au minimum, une traçabilité des informations et résultats pour chacune des phases. La démonstration est faite par approche statistique.

IV. 1. La première phase est celle de la mise au point d'un protocole et du choix du nombre de modalités expérimentales.

☞ **Nombre de modalités de traitements.** La nécessité réglementaire de démontrer et de quantifier l'amélioration d'une propriété, traduite ultérieurement par une revendication, impose de disposer d'au moins deux modalités de traitements :

- ◆ l'une avec apport aux plantes, et/ou aux sols, de la matière fertilisante dans les CEP (champ, jardin, serre, pot de culture, et si nécessaire cultures),
- ◆ l'autre sans apport.
- ◆ il peut être recommandé, en fonction de revendications particulières, de disposer d'un troisième traitement recevant une matière fertilisante de même type, déjà normalisée et admise par tous comme une référence, ou bien la matière fertilisante sans le constituant qui fait l'originalité du produit considéré.

☞ *Nombre de répétitions.* Le protocole expérimental doit comporter suffisamment de répétitions de chaque modalité de traitement pour que les résultats puissent conduire à des différences statistiquement significatives entre traitement. En effet, sans différences statistiquement significatives entre traitements «avec et sans», le produit proposé sera considéré comme inefficace pour le critère revendiqué, et à ce titre ne pourra pas être retenu par le comité d'homologation. A titre d'information, le nombre de répétitions par traitement, dans le domaine de l'agronomie, c'est à dire le domaine de la culture en champ, ne peut être raisonnablement inférieur à 4. Le meilleur rapport qualité/prix, c'est à dire ici le rapport seuil de signification statistique/coût de l'expérimentation, se situe le plus souvent en matière d'agronomie de terrain vers 6 répétitions.

IV.2. La seconde phase est celle de la mise en place, et du suivi, du protocole expérimental.

L'organisme en charge de l'expérimentation doit pouvoir faire la preuve d'un système de traçabilité, l'idéal étant de faire appel à un laboratoire BPE.

IV.3. La troisième phase consiste à collecter des échantillons (terre et/ou plantes) prélevés dans le dispositif expérimental à l'issue du déroulement de la seconde phase.

IV.4. La quatrième phase est celle des analyses des échantillons en vue de la quantification du ou des effets revendiqués. Ces analyses auront lieu au champ (cas des rendements) ou plus souvent au laboratoire quand il s'agira de caractéristiques "qualité des récoltes" ou de "caractéristiques sol ou terre" à quantifier. Pour assurer la meilleure qualité possible de l'information, il est recommandé de raccourcir autant que faire se peut la période entre collecte et analyse des échantillons. L'analyse des échantillons devrait être effectuée dans des laboratoires pouvant apporter la preuve d'un système de traçabilité ou mieux encore d'un système d'assurance qualité pour les critères analysés.

IV.5. La cinquième phase est celle de l'analyse statistique des données représentatives de l'effet revendiqué.

IV.6. La sixième et dernière phase est celle de la rédaction des résultats dans les plus brefs délais.

Le comité d'homologation des matières fertilisantes et des supports de culture peut, à la demande du pétitionnaire, **et avant la mise en place des expérimentations**, examiner l'ensemble de la démarche, en particulier dès lors que l'effet revendiqué est bien identifié. Il examinera la démarche, à coup sûr a posteriori, à l'occasion de la demande d'homologation du produit.

En conclusion.

1. Mise en évidence de l'efficacité d'une matière fertilisante.

Les critères d'efficacité permettant une homologation de matière fertilisante sont nombreux. L'important est de conserver en mémoire que chaque critère revendiqué doit être démontré. Cette démonstration de l'efficacité dans les CEP repose sur l'utilisation de méthodes statistiques éprouvées et faciles à mettre en œuvre. Cette démonstration doit être établie dans les CEP pour la matière fertilisante soumise à l'homologation. Ces conditions d'emploi doivent être décrites de manière suffisamment précise pour éviter toute utilisation non appropriée.

2. Dualité efficacité – innocuité environnementale. Nécessité d'une analyse globale systémique des conséquences de l'apport d'une matière fertilisante à un écosystème.

La nutrition des plantes est significativement modifiable par des apports de matières fertilisantes à un système de culture. Les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols sont également modifiables par des apports de matières fertilisantes. Ces apports, pour leur grande majorité, sont chimiquement proches des substances naturelles, mais en diffèrent également quelque peu, tant sur le plan quantitatif que sur le plan qualitatif.

C'est pourquoi tout apport de matière fertilisante se traduira par des réactions des terres, et plus généralement des sols, qui les reçoivent et aura des conséquences environnementales. Cette situation sera d'autant plus fréquente que les matières fertilisantes ajoutées seront plus complexes, comme c'est le cas avec les matières organiques exogènes, alors même qu'il s'agit de la pratique de fertilisation la plus ancienne. C'est pourquoi les modifications des propriétés des sols peuvent avoir des conséquences à la fois favorables pour un facteur donné et non favorables, voire défavorables, à la production végétale et à l'environnement au regard d'un autre facteur.

L'innocuité environnementale dépend de deux facteurs : l'innocuité du produit en tant que tel, et la dose utilisée. L'aspect innocuité du produit est le plus souvent très bien analysé. L'analyse des conséquences environnementales, pour des compartiments de l'écosystème autre que la seule récolte, de doses appliquées inadaptées ou injustifiées au plan agronomique reste souvent le parent pauvre de l'analyse des conséquences de l'utilisation à moyen long terme du produit. Des progrès devraient pouvoir voir le jour avec le développement du concept de développement durable.

3. Nécessité d'une information la plus exhaustive possible pour l'utilisateur.

L'établissement de l'efficacité d'une matière fertilisante doit, in fine, être conçu comme la reconnaissance honnête d'un bilan global positif entre des conséquences positives recherchées et revendiquées et des conséquences négatives vis à vis de différentes cibles de l'écosystème non intentionnelles et le plus souvent ignorées du pétitionnaire. Le pétitionnaire s'attachera donc à être aussi exhaustif que possible sur l'ensemble des modifications induites, même si la revendication principale ne porte que sur les seuls critères d'efficacité, c'est à dire des critères implicitement favorables à la mise sur le marché de la matière fertilisante proposée au comité d'homologation par le pétitionnaire.

Déclinaison des textes réglementaires dans le cas des critères d'efficacité des supports de culture

I. Fonctions reconnues aux supports de culture

Un support de culture dont la définition réglementaire est rappelée dans l'annexe I est, par fonction, le milieu qui doit simultanément :

- ◆ comme son nom l'indique supporter physiquement, seul, les plantes ;
- ◆ assurer la nutrition des plantes qu'il porte.

Pour que ces deux objectifs soient atteints simultanément, le support de culture doit assurer l'ancrage des organes absorbants des cultures et doit permettre une maîtrise de l'alimentation hydrique et de la nutrition minérale favorisant la croissance et le développement des végétaux. Il est utilisé en lieu et place d'un sol pour, comme son nom l'indique, supporter des cultures. Le verbe supporter, retenu ici par le législateur, signifie à la fois porter physiquement et permettre la croissance des cultures.

Les supports de culture sont des milieux constitués de composés organiques, ou de composés minéraux, ou de mélanges de ces composés en proportions variables. Les tourbes sont actuellement la base des supports de culture les plus fréquents sur le marché en France. Une des conséquences directes de la constitution des supports de culture en est qu'ils n'ont ni toutes les contraintes des sols, en particulier en matière de densité et de propriétés physico-chimiques, ni toutes les propriétés des sols favorables au développement des racines et à la nutrition minérale, :

- (i) le pouvoir tampon de leurs constituants vis à vis des réserves d'éléments nutritifs, celui des supports de culture étant généralement très inférieur à celui des sols. Cette caractéristique impose de disposer, dans leur solution, de concentrations ioniques des éléments nutritifs beaucoup plus élevées que dans les solutions de sol.
- (ii) le contenu microbiologique, celui des supports de culture étant, en raison de leurs origines ou des méthodes mises en œuvre pour les produire, toujours très différent de celui des sols.

II. Les fonctionnalités des supports de culture : conséquences opérationnelles en matière de caractérisation de l'efficacité.

II. 1. Transposition du concept général d'efficacité au cas des supports de culture.

L'efficacité d'un support de culture est définie comme son aptitude à assurer, dans un contexte environnemental, spatial et temporel donné, la croissance et/ou le développement recherchés de la (ou des) culture(s) spécifiée(s).

II.2. Spécificités des fonctionnalités des supports de culture

Pour être efficace, soit quantitativement soit qualitativement, un support de culture doit, au minimum et en conformité avec sa définition réglementaire, assurer, simultanément, et sans défaillance durant toute la période de végétation :

- ◆ l'**ancrage** des végétaux en croissance, fonction qui impose donc, **dans la durée**, une résistance mécanique appropriée des matériaux constitutifs du support de culture ;

◆ la **nutrition** des végétaux en croissance, fonction qui impose au minimum, en sus d'une gestion des éléments nutritifs optimisée en fonction des besoins des cultures, une permanence des possibilités :

- de circulation optimale de l'eau ainsi que des gaz, et tout particulièrement celle de l'oxygène,
- de croissance des organes absorbants,

toutes propriétés qui renvoient de nouveau, entre autres choses, à la propriété «résistance mécanique» du support.

II. 2.1. La diversité des attentes des utilisateurs des supports de culture en matière de fonctionnalité et d'efficacité.

Les supports de culture sont utilisés, tant par des professionnels que par des amateurs, pour faire croître, en pépinières comme en cultures, des productions maraîchères, horticoles, etc..... Ces deux groupes d'acteurs peuvent, en raison tant de besoins différents que de compétences techniques différentes, exprimer des attentes significativement différentes en terme de composition et de comportement des supports de culture. Cette situation impose au pétitionnaire de préciser pour la mise sur le marché du support de culture les conditions d'emploi dans lesquelles le support de culture proposé est efficace au regard de l'attente de l'utilisateur.

II. 2. 2. La fonction nutritionnelle sous la «responsabilité partagée» des propriétés du support de culture et des compétences de l'utilisateur du support.

Les éléments nutritifs nécessaires à la satisfaction des besoins des plantes sont soit constitutifs du support de culture soit, plus souvent, ajoutés au support de culture avant son utilisation sous forme d'engrais ou d'amendements organiques et/ou pendant son utilisation sous forme de solutions nutritives. Les réserves nutritives au sein des supports de culture sont, à l'instant de l'implantation des cultures, même dans les conditions les plus favorables, fréquemment inférieures aux besoins des cultures. C'est pourquoi l'utilisation raisonnée, **et surtout durable**, des supports de culture en vue de tendre vers une innocuité environnementale maximale des pratiques culturales les mettant en œuvre, imposerait que l'approvisionnement de la culture en eau et en intrants, en particulier en éléments nutritifs, soit maîtrisé en cours de végétation en fonction des besoins effectifs des cultures. Cette contrainte impose que les cinétiques des besoins nutritionnels des plantes soient connues afin de faire correspondre, à tout instant, offre et demande nutritionnelles.

C'est finalement le couple : **cinétique des besoins des plantes et offre hydrique et nutritionnelle**, dont l'oxygène, qui devrait, à terme, constituer la description détaillée des conditions d'emploi préconisées (notées CEP dans ce chapitre) de chaque support de culture, tout en rappelant que la connaissance des cinétiques des besoins nutritionnels des plantes relèvent de disciplines différentes des disciplines requises pour caractériser un support de culture. C'est pourquoi la description des fonctionnalités physiques et chimiques d'un support de culture en matière hydrique et nutritive présente, pour l'utilisateur d'un support de culture, plus d'intérêt que la seule description réglementaire de son état à l'instant de sa mise en fonction.

En conclusion les fonctionnalités des supports de culture dépendent aussi bien de propriétés physiques et chimiques intrinsèques du support que des substances nutritives que l'utilisateur lui délivre. C'est pourquoi la mise sur le marché d'un support de culture requiert logiquement que les CEP soient suffisamment décrites par le pétitionnaire pour que l'utilisateur qui les respecte atteigne le niveau d'efficacité du support annoncé par le pétitionnaire.

III. Critères d'efficacité applicables aux supports de culture

Alors que l'utilisation des **matières fertilisantes**, incluses dans le même arrêté, est en général tournée vers deux cibles, **la plante et le sol**, la définition fonctionnelle réglementaire et l'utilisation d'un **support de culture** ne sont actuellement orientées que vers **une cible unique : la plante**, et plus précisément ses racines et leur fonctionnement dans la mesure où le support doit assurer **ancrage et nutrition**. La plante étant la cible unique visée par l'utilisation des supports de culture, les critères représentatifs de l'**efficacité réelle ou efficacité dans les CEP** d'un support ne peuvent logiquement être que des critères intéressant la cible, c'est à dire les **plantes**. En conséquence, tous les descripteurs de l'état, ou des propriétés physico-chimiques, des supports de culture ne peuvent être, et ne seront, que des critères d'**efficacité potentielle**.

III.1 Critères d'efficacité dans les CEP

III.1.1. Critères résultant de la définition des supports de culture

L'**ancrage des plantes** et le **contact entre solution et organes absorbants** sont les deux fonctions, et les deux seuls, citées dans la définition réglementaire des supports de culture. Mais force est de constater que, à l'échelle planétaire, il n'existe aucune méthode de quantification absolue et validée pour décrire ces deux fonctions assurées essentiellement par les racines.

III.1.2. Nécessité de disposer de critères dérivés.

C'est pourquoi, pour pallier le manque de quantificateurs de l'ancrage comme des contacts intimes efficents entre organes absorbants et solution, on ne peut faire appel qu'à des indicateurs plus ou moins représentatifs de l'ancrage et des contacts intimes. Les descripteurs utilisés seront donc des critères dérivés, conséquences logiques d'un bon ancrage et de fructueux contacts intimes, actuellement non renseignés. Il s'agira essentiellement de critères caractérisant la croissance et/ou le développement des cultures. Il peut s'agir, à titre d'exemples non exhaustifs,

- ◆ d'un pourcentage de plantules émergées présentes à un certain stade ;
- ◆ du poids des racines et surtout du ratio poids de matière fraîche aérienne / poids de matière fraîche racinaire ;
- ◆ de la cinétique de formation des racines, les radicules en test n'étant pas recommandées ;
- ◆ d'un poids de matière fraîche aérienne par unité de surface de culture (pot, jardinière, m², ...) à un stade donné de développement ;
- ◆ du nombre de ramifications florales ;
- ◆ du nombre de fleurs par unité de surface de culture ;
- ◆ de la pérennité des fleurs (ou de tout autre organe commercialisé ou espéré) ;
- ◆ de la teneur en sucres divers dans les parties consommées ;
- ◆ de la précocité des produits récoltés ;
- ◆ de la cinétique de production des produits recherchés ;
- ◆ de l'étalement, ou du non-étalement, temporel des produits à récolter ;
- ◆ de critères plus subjectifs et moins aisément quantifiables, telles la qualité gustative des produits récoltés, l'aspect général, la forme du système racinaire pour en apprécier les conséquences sur un ancrage effectif, etc... ;
- ◆ ou bien encore de l'importance de la compétition due au nombre d'adventices apparus en cours de végétation, ou de dégâts dus à des phytophages ou à des champignons pathogènes, dont la présence ne serait due qu'aux seules propriétés offertes par le support

pour le développement de ces parasites, et non à la présence de ces parasites avant la mise en culture du support ;

◆ etc, etc....

III.2. Critères d'efficacité potentielle

Les critères d'efficacité potentielle sont toutes les caractéristiques intrinsèques des supports de culture :

- qui ont potentiellement une influence sur la nutrition, la croissance et/ou le développement des cultures ;

- qu'il est possible de quantifier directement sur les supports de culture.

Il s'agit donc de dresser, ici, une liste (également non exhaustive) de propriétés physiques, chimiques, voire biologiques qui, dans les milieux minéraux, organiques ou en mélange, utilisés comme supports de cultures, peuvent influencer la croissance et le développement des cultures, et /ou de leurs parasites. Le sol étant historiquement, et encore dans la majorité des situations planétaires, le premier, et incontournable, support des cultures, la liste de critères proposés ci dessous a, bien évidemment, de nombreux points communs avec celle proposée précédemment pour les sols ayant reçu des matières fertilisantes.

On peut citer, parmi les propriétés des supports de culture en mesure d'influencer la croissance et/ou le développement des plantes :

◆ Des propriétés physiques telles :

- la nature physico-chimique des constituants utilisés pour constituer le support de culture ;
- la distribution volumique de chacun des constituants du support et leur granulométrie, en l'absence de méthodes fiables permettant de retrouver a posteriori ces caractéristiques ;
- la composition minéralogique ;
- la texture ;
- la densité apparente ;
- la capacité de rétention en eau et en air à pF 1 ou à pF 2 (-10kPa) ;
- la mouillabilité ;
- la porosité ;
- la capacité de réhumectation ;
- la résistance à la compaction (critère à normaliser) ;
- la stabilité mécanique qui doit rendre compte du maintien du volume initial au cours du temps et de ses capacités d'infiltration.

◆ Des propriétés chimiques telles :

• les CEC et CEA, puisque tout matériau divisé possède, en raison de sa surface spécifique et des fonctions chimiques qui y sont présentes, des capacités d'échange cationique et anionique qui modifient, de facto, les concentrations des éléments nutritifs ajoutés en solution dans les supports de culture ;

- le pH et le pouvoir tampon associé au pH ;
- la conductivité électrique ;
- la teneur de la matière organique ou mieux celle du carbone organique (car c'est ce qui est mesuré) ;
- la teneur de composés organiques particulièrement favorables à la croissance et au développement des végétaux, ou à la stabilité physique ou chimique du support de culture ;

- la teneur des éléments nutritifs assimilables et/ou totaux ;
 - majeurs : N, P, K ;
 - secondaires : Ca, Mg, S, Na ;
 - oligo-éléments : B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn,
 chacun de ces éléments pouvant être un critère primordial pour les supports de culture préparés à destination des amateurs peu familiarisés avec la maîtrise des solutions nutritives ou plus généralement des matières fertilisantes ;
- les contenus de composés carbonés solubles, hemicelluloses, cellulose et lignine/cutine déterminés par la méthode d'extraction de Van Soest, voire d'autre méthode validées. Les indicateurs de la stabilité biologique des supports, du type ISB ou CBM, déduits de ces mesures pourraient s'avérer également de bons indicateurs de stabilité structurale physique. Bien que non construits, donc non étalonnés et validés, dans un tel objectif, ils peuvent, quand ils sont élevés, fournir une présomption de stabilité structurale du support de culture, limitant par exemple, au cours du temps, les risques de tassemement ainsi que ceux associés et de ceux d'hydromorphie et/ou d'anoxie associés au tassemement.

◆ Des propriétés biologiques telles :

- la «respiration du support de culture», terme scientifiquement discutable utilisé pour quantifier le dégagement de CO₂ par le support et qui rend compte de la consommation de produits carbonés par les micro-organismes et est, à ce titre, susceptible de renseigner sur le risque de destruction et déstructuration lente du support par voie biologique ;
- l'azote minéralisable ;
- les cinétiques de minéralisation de N et/ou de C ;
- des activités enzymatiques choisies.

Le nombre d'items contenus dans chacune des listes proposées ci dessus pour décrire les propriétés physiques (11), chimiques (7) et biologiques (4) susceptibles d'influencer les plantes portées par les supports de culture illustre que ce sont les propriétés physiques des supports qui ont certainement une influence prépondérante sur le comportement des plantes à moyen et long terme, c'est à dire l'efficacité dans les CEP des supports. Cette situation est logique dans la mesure où, sauf exception, les éléments nutritifs sont, dans le cas des cultures sur supports de culture, presque toujours sous le contrôle de l'utilisateur du support.

III.3. Que choisir dans un objectif d'homologation ? Efficacité dans les CEP - efficacité potentielle ? Les limites des conclusions issues des critères «efficacité potentielle».

Certains producteurs de supports de culture avancent l'hypothèse «qu'il n'y a pas de mauvais supports de culture (hors ceux contenant des produits phytotoxiques non admis réglementairement) mais seulement des techniques culturales mal adaptées». Cette hypothèse, dont la démonstration formelle n'a jamais été publiée, suggère implicitement que pour les situations de cultures sur supports :

- la détermination, pour un support de culture, de ses principales caractéristiques physico-chimiques pourrait être utilisée comme indicateur d'une efficacité potentielle.
- le contrôle très précis des intrants permettrait une adaptation des techniques aux caractéristiques du substrat dès lors que les cinétiques des besoins des plantes seraient précisément décrits.

Cette hypothèse n'est pas, actuellement, recevable dans ses conséquences opérationnelles pratiques. En effet :

- alors que les analyses physico-chimiques actuelles sont des outils performants pour éliminer à coup sûr des supports inadaptés à certains objectifs en permettant de mettre en évidence un facteur limitant, et de pronostiquer ainsi si l'utilisation du support de culture peut être contraignante pour une culture donnée, les analyses actuelles ne permettent pas de disposer d'indicateurs fiables pour assurer de l'efficacité du support vis à vis d'une demande ;

- la croissance et/ou le développement d'une plante sont des fonctions multicritères pour lesquelles :

- chacun des critères d'efficacité potentielle peut modifier le résultat espéré,
- la hiérarchie des contraintes varie avec la culture choisie, et pour une culture donnée au cours du temps.

En conséquence, le professionnel utilisateur de supports de culture, et plus encore l'amateur, auront souvent des difficultés à se jouer de la hiérarchie fluctuante des multiples contraintes estimées par le seul biais des indicateurs utilisés pour caractériser réglementairement l'efficacité potentielle des supports de culture. Les indicateurs d'efficacité potentielle des supports de culture sont donc d'abord des indicateurs qui permettent d'éliminer certains supports porteurs de contraintes. Il s'agit en quelque sorte «d'indicateurs négatifs». C'est pourquoi, quels que soient la qualité et l'intérêt des indicateurs d'efficacité potentielle, **la démonstration et la quantification de l'efficacité dans les CEP**, pour le (ou les) critère(s) revendiqué(s), d'un support de culture sont deux impératifs peu contournables dans l'état actuel de nos connaissances et méthodes susceptibles d'être mises en œuvre à des coûts supportables à l'occasion de la demande de mise sur le marché, ou ultérieurement pour les auto-contrôles des produits.

IV. Principes et méthodes à mettre en œuvre, a minima, pour démontrer et quantifier des critères d'efficacité

La démonstration et la quantification des critères d'efficacité reposent essentiellement sur une démarche statistique.

Les principes et méthodes à mettre en œuvre, a minima, pour démontrer et quantifier l'effet (ou les effets) susceptible(s) d'être revendiqué(s) pour un support de culture à mettre sur le marché sont développés dans ce paragraphe. Toute démonstration et quantification d'efficacité, qu'il s'agisse de l'efficacité dans les CEP, ou de l'efficacité potentielle estimée en conditions contrôlées, doivent comporter au moins six phases structurées dans le temps.

IV.1. Efficacité dans les CEP.

L'efficacité d'un support de culture impose une nécessaire complémentarité entre le support et sa mise en œuvre en particulier en matière de gestion de l'eau et des éléments nutritifs. C'est pourquoi un critère d'efficacité dans les CEP, quel qu'il soit, ne peut être démontré et quantifié qu'en faisant croître le végétal dans les conditions culturales adaptées, c'est à dire au sens réglementaire dans les CEP qui sont proposées par le pétitionnaire a priori le plus à même de les recommander.

Cette situation impose donc, en toute logique, au pétitionnaire, et plus généralement au producteurs de supports de culture actuellement sur le marché, de préciser à l'utilisateur, avec suffisamment de détails, pour chaque produit et chaque culture, les CEP **et** le, ou les objectifs, qui peuvent être raisonnablement atteints chaque fois que les CEP seront suivies par l'utilisateur que celui-ci soit un professionnel ou un amateur.

Les six phases de la démonstration et de la quantification s'organisent comme suit :

- ◆ La première phase consiste à *choisir les modalités de traitements puis à mettre au*

point un protocole expérimental adapté pour démontrer, et quantifier, dans les CEP, l'efficacité, traduite par la suite en une revendication au moment de mise sur le marché.

Les spécificités de l'utilisation des supports de culture, pour lesquels il est fait référence à une croissance et/ou à un développement recherchés, et la définition retenue pour apprécier la pertinence d'un critère d'efficacité, imposent que les protocoles destinés à tester les différents critères subissent des adaptations significatives par rapport aux protocoles expérimentaux les plus usuels, en particulier ceux dédiés aux matières fertilisantes traitées préalablement dans le même document. C'est pourquoi les choix faits en matière de protocoles sont justifiés ci-après.

En biologie les efficacités mesurées ne sont que rarement des efficacités absolues ; il s'agit le plus souvent d'efficacités relatives. Cette situation impose donc de disposer **de situations de référence** qui permettront de qualifier l'efficacité du produit à homologuer par rapport à une situation de référence.

Dans le cas des supports de culture soumis à homologation deux situations sont possibles :

- *Dans la première situation* le nouveau support de culture soumis au comité d'homologation a pour base un support déjà homologué auquel un additif, «du type sirop Typhon, pour le rendre plus fort plus beau !», a été ajouté en proportion limitée. Dans cette situation l'expérimentation minimale consiste à disposer de deux modalités de traitements :

§ l'un des traitements est celui possédant l'additif,

§ l'autre traitement celui sans l'additif, l'ensemble, à savoir {support de culture – plante – conduite de l'alimentation hydrique et minérale}.

les deux modalités devant être conduites, durant la phase expérimentale, dans les CEP décrites par le pétitionnaire spécifiques à chacun des supports, l'addition de l'additif pouvant conduire à modifier certaines CEP.

- *Dans la seconde situation* le nouveau support de culture soumis au comité d'homologation ne «ressemble» à aucun autre support. Le pétitionnaire devra faire un choix entre deux possibilités.

a) Première possibilité : Le pétitionnaire considère qu'il existe un support de composition ou de constitution différente homologué par le passé et utilisé pour le même usage que ce qui est y revendiqué pour le nouveau. Dans ce cas, on compare statistiquement les données obtenues avec les deux supports, ce qui nous ramène en fait au cas précédent.

b) Seconde possibilité. Le pétitionnaire considère qu'il n'existe pas de support précédemment homologué et utilisé pour l'usage revendiqué pour le nouveau support. Dans cette situation l'unique issue semble être de considérer la revendication du pétitionnaire comme un résultat et d'examiner si le résultat expérimental est significativement non différent du résultat revendiqué par le pétitionnaire. Une telle approche permettrait à l'évidence de valider, ou d'invalider les dires du pétitionnaire en terme de résultats objectifs. Des résultats significativement inférieurs à la revendication auraient pour conséquence un refus d'homologation.

Ces schémas conçus, a minima, n'empêchent nullement :

- d'une part que le pétitionnaire ait toujours la possibilité de proposer au comité d'homologation des modalités de traitements supplémentaires mettant en œuvre un ou plusieurs supports de culture considérés comme des références dans le domaine,

- d'autre part que le comité d'homologation puisse également demander que une ou

modalités de traitements, considérés comme référence, soient incluses dans le protocole expérimental chaque fois que le comité d'homologation jugera que le marché dispose déjà de supports de culture aussi bien adaptés que celui proposé.

Que l'on soit dans la première ou la seconde situation, et compte tenu de la spécificité fonctionnelle des supports de culture, la CMFSC recommande que chaque écosystème **{support de culture + plante}** soit conduit avec les solutions nutritives préconisées et spécifiques à chaque couple **{support de culture + plante}** telles que préconisées par le pétitionnaire.

Dans toutes les situations, chaque modalité de traitement appliquée aux systèmes *support de culture – plante – conduite de l'alimentation hydrique et minérale* doit comporter suffisamment de répétitions pour que le coefficient de variation (CV % = écart-type de la valeur de l'indicateur divisé par la valeur moyenne de l'indicateur %) des valeurs des indicateurs ne soit pas trop important. Il pourrait être compris entre 10 % et 15% pour aboutir selon les cas à des différences significatives (situation 1 et situation 2 possibilité 1), ou non significatives (situation 2 possibilité 2), entre modalités de traitement. A titre d'information, dans le domaine de la biologie agricole et/ou horticole, le nombre de répétitions par modalité de traitement ne peut être raisonnablement inférieur à 4.

Enfin le comité d'homologation des matières fertilisantes et des supports de culture peut, à la demande du pétitionnaire, et avant la mise en place des expérimentations, examiner l'ensemble de la démarche, en particulier dès lors que l'effet revendiqué est bien identifié. Il examinera la démarche, à coup sûr a posteriori, à l'occasion de la demande d'homologation du produit.

- ◆ La seconde phase est celle de *la mise en place du protocole expérimental et du suivi* du dispositif, avec enregistrement recommandé de données culturelles intermédiaires.
- ◆ La troisième phase consiste à *collecter des échantillons* de plantes prélevés dans la modalité expérimentale.
- ◆ La quatrième phase sera celle de *l'analyse des échantillons* pour le ou les effets revendiqués. Cette analyse peut avoir lieu soit directement sur la culture en place (aspect visuel par exemple) ou rendements bruts ou nets soit au laboratoire quand il s'agira de caractéristiques physiologiques à quantifier.
- ◆ La cinquième phase est celle de *l'analyse statistique des données* représentatives de l'effet revendiqué qui permettra de conclure à l'existence, ou non, d'une différence non significative entre résultat observé sur le support à homologuer et celui observé sur la référence choisie. Cette phase doit immédiatement être suivie de la rédaction des résultats.
- ◆ La sixième et dernière phase est celle de la **réécriture des résultats** dans les plus brefs délais.

L'organisme en charge de l'expérimentation et de la collecte des données doit pouvoir apporter la preuve de BPE et BPL, de traçabilité assurant l'utilisation d'assurance qualité.

La démonstration expérimentale de l'efficacité dans les CEP, ou plus encore l'explication scientifique de l'effet, comme il est recommandé dans les textes réglementaires, renseigne, *ipso facto*, sur au moins une condition d'emploi non seulement préconisée, mais surtout objectivement recommandable. On rappelle que l'effet, ou parfois les effets l'un d'entre eux étant principal et les autres secondaires, dès lors qu'ils sont démontrés, sont *de facto* les critères d'efficacité, **et les seuls**, qui, en l'état actuel de nos connaissances et

règlements, peuvent être revendiqués dans les procédures de normalisation et d'homologation et annoncés aux utilisateurs des supports de culture. L'indication de la culture et la description du milieu où a été faite la démonstration doivent permettre, grâce aux connaissances validées par les générations de maraîchers et d'horticulteurs, d'étendre les conclusions obtenues, donc les préconisations d'emploi, à des situations agroécosystémiques autres que celle utilisée pour la démonstration de l'efficacité.

IV.2. Critères d'efficacité potentielle

La quantification des critères d'efficacité potentielle doit être réalisée de telle manière que les CV % ne dépassent pas une valeur raisonnable, permettant de proposer à l'utilisateur des informations acceptables. Sans systématiquement imposer de valeur pour les CV %, une valeur de 10 % pour des déterminations de laboratoire concernant les propriétés intrinsèques des supports de culture semble raisonnable. Cette valeur ne peut excéder 15 %.

En conclusion

Les supports de culture sont utilisés en lieu et place des sols dans des contenants limités. Ils n'en ont ni toutes les contraintes ni toutes les caractéristiques éventuellement favorables à la croissance et au développement des plantes. Les textes réglementaires en vigueur en France imposent qu'ils soient efficaces.

L'évolution des connaissances, les progrès en matière d'outils de mesure, la protection des utilisateurs et des milieux, et plus généralement celle du citoyen, conduisent à des évolutions significatives en matière de caractérisation et de quantification de quelques critères d'efficacité applicables aux supports de culture ainsi que des conditions de démonstration de l'efficacité. Cette conclusion synthétise quelques acquis et décrit quelques aspects prospectifs pour le futur de ces produits. Retenons :

1. Des acquis à prendre en compte pour mettre sur le marché un support de culture

1.1. Tout test de quantification et/ou de contrôle d'efficacité d'un support de culture doit être conduit avec les CEP décrites par le pétitionnaire.

1.2. La démonstration de l'efficacité repose sur l'obtention de données expérimentales qu'il importe d'obtenir avec des méthodes BPE, associées à des analyses BPL, puis d'analyser les données obtenues avec des méthodes statistiques adaptées. Le pétitionnaire peut toujours demander, **avant mise en place des protocoles expérimentaux**, avis au comité d'homologation.

1.3. Un support de culture sera déclaré réglementairement efficace s'il permet d'atteindre, dans les conditions d'emploi préconisées (CEP), la croissance et/ou le développement revendiqués pour la plante (ou les plantes) préconisée(s).

1.4. La fonctionnalité d'un support de culture dépend le plus souvent autant des propriétés intrinsèques du support que des pratiques de l'utilisateur. Les échecs, comme les réussites, des cultures doivent toujours être analysées sous ces deux angles.

1.5. Connaissant la grande variété de comportement des plantes face au milieu dans lequel se déplacent les racines, tous les supports de culture, du fait de leur structure et des conditions de circulation et de stockage de l'eau et des éléments nutritifs, ne peuvent pas avoir des potentialités identiques pour toutes les cultures. Ce constat universel doit aboutir à voir disparaître la pratique consistant à proposer des terreaux universels. C'est pourquoi il importe, en référence à l'efficacité, que tout support de culture soit affecté à des groupes d'utilisations définies et soit commercialisé en spécifiant précisément les CEP. Ces CEP, pour un support donné et une culture donnée, concerteront tout particulièrement les pratiques de nutrition minérale et hydrique. Pour ce faire :

- soit les CEP seraient attenantes à l'emballage,

- soit devrait être imprimé sur les emballages :

§ un « numéro vert »,

§ ou/et une adresse d'un site Internet,

où seraient précisés d'une part l'ensemble des CEP (type notice technique) et d'autre part le résultat atteint chaque fois que ces CEP seront suivies par les utilisateurs, c'est à dire in fine le résultat atteint par le pétitionnaire lui-même. On pourrait même imaginer que le pétitionnaire signale des actions non appropriées, fortement déconseillées. On rappelle que, dans le cas des supports de culture, la plante est une CEP typique.

2. Des tendances sociétales fortes et persistantes à devancer plutôt qu'à subir

La nécessaire innocuité, vis à vis de l'environnement, de la mise en œuvre des supports de culture, comme des matières fertilisantes d'ailleurs, est déjà citée dans les textes réglementaires. La montée en puissance du concept de **développement durable**, et en particulier de la gestion raisonnée des ressources naturelles, sources majeures actuelle de la plupart des supports de culture, autorise à penser que dans un proche avenir les conditions de recyclage des supports de culture devront également être prises en compte, voire résolues, avant leur mise sur le marché.

3. De nouvelles connaissances à acquérir. La définition réglementaire des supports de culture fait référence à l'ancrage du système racinaire et aux efficients contacts intimes. Ces domaines restent à explorer, tout particulièrement celui de la genèse et du fonctionnement des systèmes racinaires ainsi que celui des conditions d'absorption des éléments nutritifs dont les concentrations ioniques dans les solutions des supports de culture sont fréquemment 10 à 100 fois plus élevées que celles rencontrées dans les solutions de sol. L'acquisition de connaissances dans ces domaines apportera alors des indicateurs utilisables pour quantifier directement ancrage et contacts intimes.

Annexe I. Définitions réglementaires.

1. Matière fertilisante (Article L 255-1 du code rural).

Tout produit dont l'emploi est destiné à **assurer** ou à **améliorer** la nutrition des végétaux ainsi que les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols. Il s'agit **notamment** des **engrais** et des **amendements**.

Engrais (décret 80-478 du 16 06 1980).

Matière fertilisante dont la fonction principale est d'apporter aux plantes des éléments directement utiles à leur nutrition (éléments nutritifs majeurs : N, P, K ; éléments nutritifs secondaires : Ca, Mg, Na, S ; oligo-éléments : B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn).

Amendement

Minéral basique (Référence NF U 44-001).

Matières fertilisantes contenant des carbonates, des oxydes, des hydroxydes et/ou des silicates, généralement associés à du calcium et/ou du magnésium, et destinées principalement à maintenir ou à éléver le pH du sol et à en améliorer les propriétés.

Organique (Référence NF U 44-051).

Matières fertilisantes composées principalement de combinaisons carbonées d'origine végétale ou animale et végétale en mélange, destinées à l'entretien ou à la reconstitution du stock de matière organique du sol et à l'amélioration de ses propriétés physiques et/ou chimiques et/ou biologiques.

2. Support de culture

Tout produit destiné à servir de milieu de culture à certains végétaux. Leur mise en œuvre aboutit à la formation de milieux possédant une porosité en air et en eau telle qu'ils sont capables à la fois d'ancrer les organes absorbants des plantes et de leur permettre d'être en contact avec les solutions nécessaires à leur croissance.

3. Produit et ensemble de produits (Arrêté du 21 12 1998 : NOR : AGRG9900101A publié au JORF du 12 02 1999 page 2255)

"Produit". Matière fertilisante ou support de culture,....., destiné à être utilisé selon un mode d'apport déterminé.

"Ensemble de produit". Groupe de produits ne différant du produit objet de la demande d'homologation que par la mise en œuvre des mêmes matières premières dans des proportions différentes ; tous les produits du groupe doivent correspondre à des spécifications techniques conduisant à des conditions d'efficacité et d'innocuité semblables dans les conditions d'emploi préconisées.

Annexe II. Définition fonctionnelle de la nutrition des plantes

La nutrition des plantes regroupe l'ensemble des processus par lesquels un végétal absorbe, utilise, métabolise les éléments ou composés nutritifs, voire en élimine, pour assurer sa croissance, son développement, son entretien et son fonctionnement. La plante absorbe, par ses racines ou ses feuilles, principalement des substances inorganiques qu'elle puise dans les milieux sol, air et eau ; mais elle peut aussi absorber, également par ses racines ou ses feuilles, certaines substances organiques de faible poids moléculaire. Le métabolisme végétal transforme la majorité des éléments ou composés adsorbés en métabolites végétaux primaires ou secondaires.