Qualité des sols et des eaux en zones irriguées

Appréciation des impacts des pratiques et mesures de gestion agro-environnementale

Prof. Brahim SOUDI[1]

Au Maroc, la disponibilité en eau, jusqu'à présent très limitée, risquerait de diminuer davantage à long terme en raison de la croissance démographique, des changements climatiques et de la diminution des apports d'eau de surface de 15 à 20% enregistrée durant ces 30 dernières années. Selon les prévisions, le volume disponible actuellement, estimé à environ 730 m³ par habitant et par an, largement en deçà du seuil de 1000 m³/hab/an, tendra vers 400 m³ en 2020. Il s'agit d'une situation de «Stress hydrique chronique».

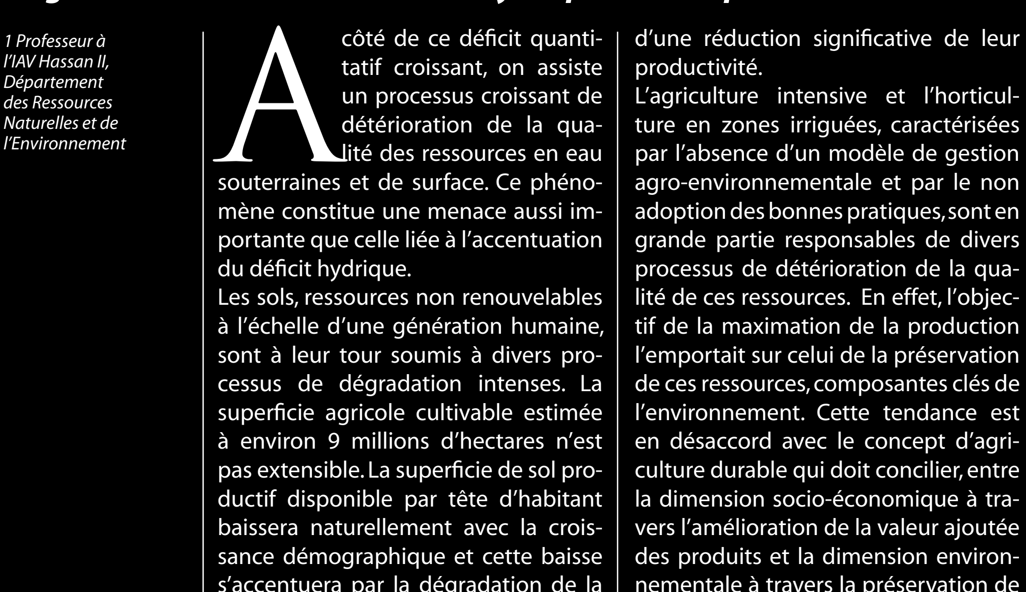
1 Professeur à l'IAV Hassan II, Département des Ressources Naturelles et de l'Environnement

A côté de ce déficit quantitatif croissant, on assiste un processus croissant de détérioration de la qualité des ressources en eau souterraines et de surface. Ce phénomène constitue une menace aussi importante que celle liée à l'accentuation du déficit hydrique.

Les sols, ressources non renouvelables à l'échelle d'une génération humaine, sont à leur tour soumis à divers processus de dégradation intenses. La superficie agricole cultivable estimée à environ 9 millions d'hectares n'est pas extensible. La superficie de sol productif disponible par tête d'habitant baissera naturellement avec la croissance démographique et cette baisse s'accentuera par la dégradation de la qualité de ces ressources, synonyme d'une réduction significative de leur productivité.

L'agriculture intensive et l'horticulture en zones irriguées, caractérisées par l'absence d'un modèle de gestion agro-environnementale et par le non adoption des bonnes pratiques, sont en grande partie responsables de divers processus de détérioration de la qualité de ces ressources. En effet, l'objectif de la maximation de la production l'emportait sur celui de la préservation de ces ressources, composantes clés de l'environnement. Cette tendance est en désaccord avec le concept d'agriculture durable qui doit concilier, entre la dimension socio-économique à travers l'amélioration de la valeur ajoutée des produits et la dimension environnementale à travers la préservation de l'environnement.

La présente note tente donc de :
- présenter les principaux processus de dégradation des ressources en eau et sols dans les systèmes de production horticole et d'agriculture intensive
- recommander des actions urgentes pour la mise en place de mesures d'atténuation des impacts négatifs et des systèmes de surveillance de la qualité des sols et des eaux.



1- Principaux impacts des pratiques agricoles et mesures[2] techniques d'atténuation

Salinisation et sodification des sols

La salinisation constitue un impact majeur de l'agriculture sur la qualité des sols et particulièrement en zones irriguées. La superficie des sols salés est estimée actuellement à environ 500 000 ha alors qu'elle était beaucoup plus faible et très localisée dans des osais avant la mise en place des grands périmètres irrigués. Il s'agit là de ce qu'on appelle **une salinisation secondaire** qui résulte essentiellement d'un déséquilibre du bilan de masse des sels : la quantité apportée et accumulée dans la zone racinaire devient supérieure à celle évacuée par drainage et infiltration profonde. Ce phénomène concerne plusieurs zones : Doukkala, Tadla, Gharb, Souss - Massa, Moulouya, etc.

Un rappel évident consiste à dire que la vulnérabilité à la salinisation dans nos

2 Les mesures techniques sont présentées de manière assez générique

1. Pomme de terre en conditions désertiques

2. Champ de pommes de terre après 7 ans de culture (deux récoltes par an)

régions est grande étant donné que pour la plupart des cas, l'évaporation et/ou évapotranspiration est supérieure aux apports d'eau par irrigation ou par précipitations.

Dans certaines zones agricoles à proximité de la mer, la surexploitation des nappes crée un cône d'appel aux eaux marines (intrusion marine). Les zones susceptibles d'être touchées par ce phénomène sont Bir Jdid et Souk Tnine à El Jadida et la zone de Souss Massa.

En ce qui concerne **la sodification** des sols, elle consiste en une accumulation du sodium (échangeable) dans les sols. Ceci provoque une détérioration sérieuse de la structure et réduit de manière significative le taux d'infiltration de l'eau. Plusieurs zones manifestent ce phénomène de sodicité notamment dans le Tadla le Tafilalet.

Ces phénomènes peuvent causer une diminution très significative de la productivité des sols, de son activité biologqiue et des rendements des cultures de manière proportionnelle aux concentrations salines dans le sol et dans l'eau d'irrigation. A noter que ces phénomènes sont à la fois des causes et des effets de la désertification.

Conseils

Pour remédier à l'accumulation des sels, il est recommandé de procéder à un lessivage périodique. Un calcul adéquat de la fraction d'eau à appliquer est nécessaire. Elle se base sur : la conductivité électrique du sol (CEps), celle de l'eau (CEi) et le bilan hydrique.

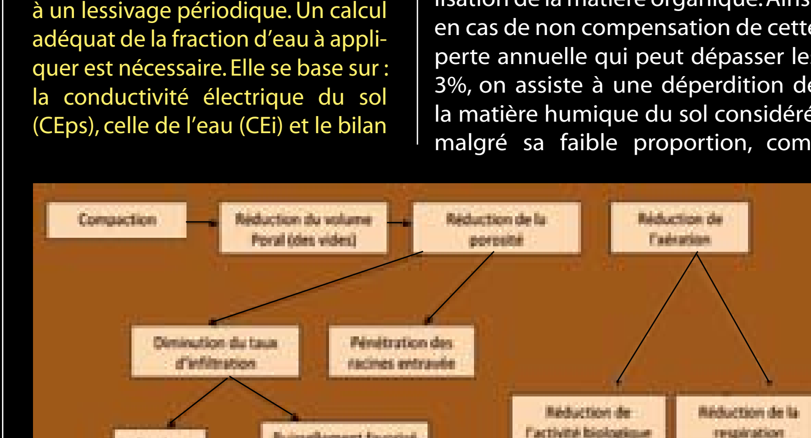
De manière approximative, cette fraction de lessivage LR (ou lavage requis) est calculé comme suit :

LR = (CEps/CEi) x 1/2.

Volume supplémentaire (V sup) à appliquer :

Vsup = V(besoin global) x LR

Pour la correction de la sodicité, des amendements à base de gypse sont recommandés pour déplacer l'excès de sodium adsorbé sur le complexe du sol vers la solution du sol et le lessiver par la suite. Un calcul physico-chimique est nécessaire. On estime en moyenne un besoin de 2 tonnes/ha de $CaSO_4$ pour éliminer 1 méq de Sodium/100g) sur une épaisseur de sol de 20 cm.



Problème de salinisation émergent à surveiller en irrigation localisée

L'irrigation localisée de type goutte-à-goutte est en développement au Maroc étant donnée l'économie de l'eau qu'elle génère. Toutefois, il est vivement recommandé de bien gérer le phénomène d'accumulation des sels dans la zone racinaire qui peut accompagner cette pratique et tout particulièrement sous climat aride à fort pouvoir évaporateur. Des essais de suivi et de surveillance méritent d'être conduits dans ce type de régions et notamment en arboriculture fruitière.

Les pertes en matière organique du sol

Les conditions hydriques et thermiques en zones irriguées et particulièrement dans les conditions sous abri-serre sont très favorables à la minéralisation de la matière organique. Ainsi, en cas de non compensation de cette perte annuelle qui peut dépasser les 3%, on assiste à une déperdition de la matière humique du sol considéré, malgré sa faible proportion, comme le pilier de la fertilité physique, chimique et biologique du sol. Dans certains agro-systèmes caractérisés par la polyculture – élevage, l'usage des restes de cultures (le cas le plus fréquent en périodes de sécheresse est celui des collets et feuilles de betterave sucrière) pour l'alimentation animale sans s'assurer d'un retour équivalent sous forme de fumier par exemple. Dans certaines régions, on a estimé à travers plusieurs investigations menées à l'IAV Hassan II que la perte en matière organique peut dépasser les 20% sur une période de dix années.

Les conséquences de la déperdition de la matière organique sont désastreuses : diminution de la fertilité du sol, déclenchement de l'érosion, diminution de l'activité biologique et apparition de certains agents phytopathogènes suite à la réduction de l'activité de certains saprophytes.

l'excès en phosphore lorsqu'il se couple à celui de l'azote peuvent engendrer des risques d'eutrophisation des eaux de surface

Un constat majeur caractérise les systèmes de production horticole et d'agriculture irriguée de manière générale au Maroc, il réside dans l'usage excessif des engrais en termes de doses et de fréquences.

Les ressources en eau et en sols sont soumises à des processus de dégradation de leur qualité. Leur préservation constitue un défi majeur pour garantir une agriculture durable

Conseils

- Restitution des résidus des cultures au sol dans le cas des grandes cultures
- Promouvoir la pratique d'amendement organique des sols pour compenser les pertes par minéralisation assez prononcées dans le contexte de notre climat
- Eviter de brûler les restes de cultures
- Promouvoir le compostage des déchets organiques de diverses natures car un compost répondant aux normes de qualité est plus bénéfique que le fumier grâce à sa valeur organique et au fait qu'il est indemne de pathogènes et de graines de plantes adventices. Les grands gisements de déchets produits dans les systèmes de production horticole peuvent être co-compostés avec le fumier. Dans le Souss Massa, on estime à plus de 500 000 tonnes les déchets organiques qui peuvent être valorisés.

Impacts de dégradation physique : *détérioration de la structure du sol, compaction et érosion*

La compaction des sols se manifeste essentiellement dans les sols ayant une teneur en argile qui dépasse les 40% en général et lorsque des passages répétés d'engins lourds ont lieu à un état d'humidité relativement élevée. Les conséquences négatives de la compaction sont illustrées par le réseau d'impacts directs et indirects .

En de dehors des méga - phénomènes d'érosion hydrique dans les régions du nord et de l'érosion éolienne dans les régions du sud et les oasis (non considérés dans cette note), on oublie souvent qu'une érosion superficielle peut être parfois significative, notamment dans des zones irriguées (Doukkala, Tadla, Moulouya, etc.). Ce phénomène est déclenché par la détérioration de la structure et de la stabilité des agrégats du sol en surface suite aux travaux superficiels répétés, à la perte en matière organique et à la dispersion physico-chimique par l'excès de sodium dans les eaux d'irrigation. Aussi, parfois, la fraction des sables dominante en surface est transportée par les vents.

Conseils

- Eviter le passage d'engins lourds sur des sols argileux lorsque la teneur en eau de ces sols est élevée (au moins égale à l'humidité à la capacité au champ)
- Pratiquer des amendements organiques des sols (à bien mélanger au sol)
- Casser périodiquement les zones compactées par un travail de sol profond

La pollution par les engrais

Un constat majeur caractérise les systèmes de production horticole et d'agriculture irriguée de manière générale au Maroc, il réside dans l'usage excessif des engrais en termes de doses et de fréquences.

Les bilans de masse d'azote établis dans les périmètres du Souss Massa, de Mnasra (Gharb) et du Loukkos ont permis d'évaluer une quantité d'azote potentiellement lixiviable vers la nappe variant en moyenne de 30 à plus de 150 kg d'azote nitrique par hectare selon les cultures. Le tonnage annuel livré à la nappe a été évalué en équivalent - engrais à plus de 10 Millions de Dirhams dans la zone côtière de Mnasra. A côté de cette perte économique en matière d'engrais et de déperditions énergétiques investis dans leur fabrication, la nappe devient de plus en plus polluée. La concentration en nitrates dépasse les 160 mg/l dans plus de 30% des puits

(selon plusieurs investigations récentes). Aussi, malgré la teneur élevée en nitrates dans ces eaux, rares sont les agriculteurs qui les comptabilisent dans leur plan de fertigation. L'azote fourni par les produits d'amendement organique comme le fumier n'est pas non plus comptabilisé.

A côté de la pollution nitrique des eaux souterraines qui commence à s'exprimer dans plusieurs nappes (Triffa, Mnasra, Rmel, etc.), l'excès en phosphore lorsqu'il se couple à celui de l'azote peuvent engendrer des risques d'eutrophisation des eaux de surface dans les zones agricoles situées à l'amont topographique des retenues de barrage.

Les recommandations pour maîtriser ce phénomène de pollution causé par les engrais sont les suivantes :
- Mise en œuvre des actions de rationalisation de l'utilisation des engrais à travers les essais de démonstration et l'éco-conseil.
- La promotion du modèle Ecobilan permettant une gestion de flux d'éléments nutritifs dans l'exploitation agricole et son environnement. Cet outil a été déjà validé dans des exploitations agricoles de Tadla. Il peut être aussi utilisé pour la gestion de l'eau et des flux d'énergie. La figure plus haut montre les différents transferts entre « compartiments » qui sont quantifiés par des équations de flux.

Impacts potentiels des pesticides

L'usage des pesticides est en forte extension et particulièrement pour les cultures de fruits et légumes et l'arboriculture fruitière (agrumes et rosacées). Une panoplie de produits est utilisée parfois pour une seule culture. A titre d'exemple, on compte plus de 12 traitements pour la culture de fraise dans la région de Loukkos.

Si les doses appliquées ne sont pas maîtrisées, les impacts sur la qualité des sols et des eaux et les risques sanitaires potentiels peuvent être significatifs. En effet, des excès de pesticides dans le sol inhibent son activité biologique. En fonction du type de sol et de la nature des pesticides, le risque potentiel de lessivage vers la nappe est variable.

Dans tous les cas ; et à l'instar des observations effectuées dans d'autres pays, si de bonnes pratiques d'utilisation de ces produits agrochimiques ne sont pas urgemment adoptées, on risque de porter atteinte à nos ressources en sols et en eau et de porter préjudice à la qualité de nos produits agricoles.

Soulignons, que contrairement aux engrais, les recherches sur l'usage des pesticides et leurs impacts au Maroc sont très rudimentaires. Le renforcement de la recherche dans ce domaine est indispensable.

Contrairement aux engrais, les recherches sur l'usage des pesticides et leurs impacts au Maroc sont très rudimentaires.

il est recommandé de mettre en place un code de bonnes pratiques d'utilisation des sols et de sa protection, et de préservation de la qualité des eaux souterraines et de surface

Conseils
- Renforcer le système d'encadrement des agriculteurs en matière d'éco-conseils relatifs à l'usage des pesticides
- Améliorer les modalités d'application des pesticides (forme, dose, technique d'application, fréquence, précautions de l'opérateur, modalités de stockage et de transport, devenir des emballages, …)
- Renforcer l'application des règlements en vigueur
- Etablir, en adoptant l'outil SIG, des cartes de zones à risques sur la base des données d'enquêtes sur l'utilisation des pesticides, les caractéristiques des pesticides conditionnant leur risque de lessivage (temps de demi – vie, coefficient d'adsorption (Koc) et solubilité) les types de sol, la vulnérabilité de la nappe).

Mesures et outils transversaux de management agro-environnemental des zones irriguées

Les éléments importants à considérer pour une gestion durable des systèmes de production horticoles et agricoles, notamment en zones irriguées, sont illustrés par la figure 1.

Bonnes pratiques agricoles

En dehors des bonnes pratiques inhérentes à certains systèmes de certifications, il est recommandé de mettre en place un code de bonnes pratiques d'utilisation des sols et de sa protection, et de préservation de la qualité des eaux souterraines et de surface et surtout de veiller à son application. Ce code de bonnes pratiques ne devra pas être importé et doit faire l'objet d'obligations: son élaboration se basera sur la connaissance de nos ressources, de leur vulnérabilité, des processus de dégradation actuels et émergents et des pratiques agricoles.

Réglementation et normalisation

Il est recommandé de construire le Code de bonnes pratiques agricoles sur la base des éléments cités plus haut mais aussi sur la base des instruments juridiques comme ceux relatifs à l'homologation des intrants et à tout ce qui est en développement par l'ONSSA. Aussi, une mise en relation avec les autres lois est nécessaire pour que le secteur agricole demeure en conformité avec les principes de protection de l'environnement définis par des lois : loi sur l'eau 10 – 95, loi 12 – 03 relative aux études d'impact sur l'environnement, loi sur les déchets 28 – 00 et *Loi* n° *11-03* relative à la protection et à la mise en valeur de l'environnement. Un projet de loi sur la protection des sols est en pipeline.

Le processus de normalisation dans ce domaine présente beaucoup de lacunes : absence de normes de qualité de composts en diversification dans le marché marocain, absence de textes permettant l'homologation de transformation d'un déchet (boues des stations d'épuration, fientes de volailles, etc.) en un produit d'amendement organique (le passage d'une logique déchet à une logique produit), absence de normes de qualité des sols en dehors de quelques paramètres physiques très élémentaires, etc.

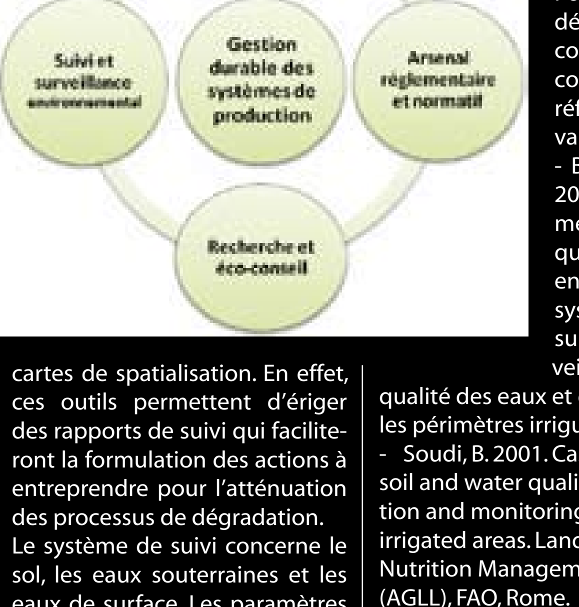
Suivi et surveillance

Il est devenu nécessaire de mettre en place des systèmes de suivi et de surveillance de la qualité des sols et des eaux. Cinq principes directeurs président à la construction de ce système :
- La connaissance et la quantification des processus de détérioration de la qualité des ressources en eaux et en sols qui s'opèrent dans la zone en question
- L'optimisation du système de suivi de manière à le rendre efficace et moins coûteux
- La représentativité de l'entièreté de la zone
- L'identification d'une ou des zones de "référence" qui n'ont pas été irriguées
- La capitalisation des données de suivi antérieurs.

Un système de suivi des paramètres de qualité des eaux et des sols consiste en un ensemble d'étapes successives et interdépendantes comme le montre la figure 2.

L'efficacité d'un système de suivi repose sur la réalisation de toutes ces étapes avec rigueur. En effet, quelque soit le degré de sophistication du laboratoire d'analyses, un échantillonnage inadéquat rend les données de suivi superflues. Aussi, une bonne gestion de données de suivi exige des outils clés comme la base des données, leur traitement et leur représentation sous formes de courbe d'évolution et de cartes de spatialisation. En effet, ces outils permettent d'ériger des rapports de suivi qui faciliteront la formulation des actions à entreprendre pour l'atténuation des processus de dégradation.

Figure 1



Le système de suivi concerne le sol, les eaux souterraines et les eaux de surface. Les paramètres de suivi concerneront notamment :
- Pour le sol : la salinité, la sodicité (ESP), le taux d'infiltration, la stabilité des agrégats, la matière organique, la densité apparente, etc.
- Pour les eaux souterraines : salinité, nitrate, pesticides, etc.
- Pour les eaux de surface : matières en suspension, salinité, SAR, DBO_5, DCO, etc.

Pour plus de détail, il est recommandé de consulter les références suivantes :

- B. Soudi et al. 2000. Eléments méthodologiques de mise en place d'un système de suivi et de surveillance de la qualité des eaux et des sols dans les périmètres irrigués
- Soudi, B. 2001. Case study on soil and water quality evaluation and monitoring system in irrigated areas. Land and Plant Nutrition Management Service (AGLL), FAO, Rome.

A souligner l'expérience assez prometteuse dans ce domaine qui est en vigueur dans le périmètre irrigué de Tadla. Toutefois, une des leçons à tirer consiste à dire que le système de suivi n'est pas une fin en soi : les résultats devront être valorisés en vue d'apporter des réajustements en matière de pratiques agricoles.

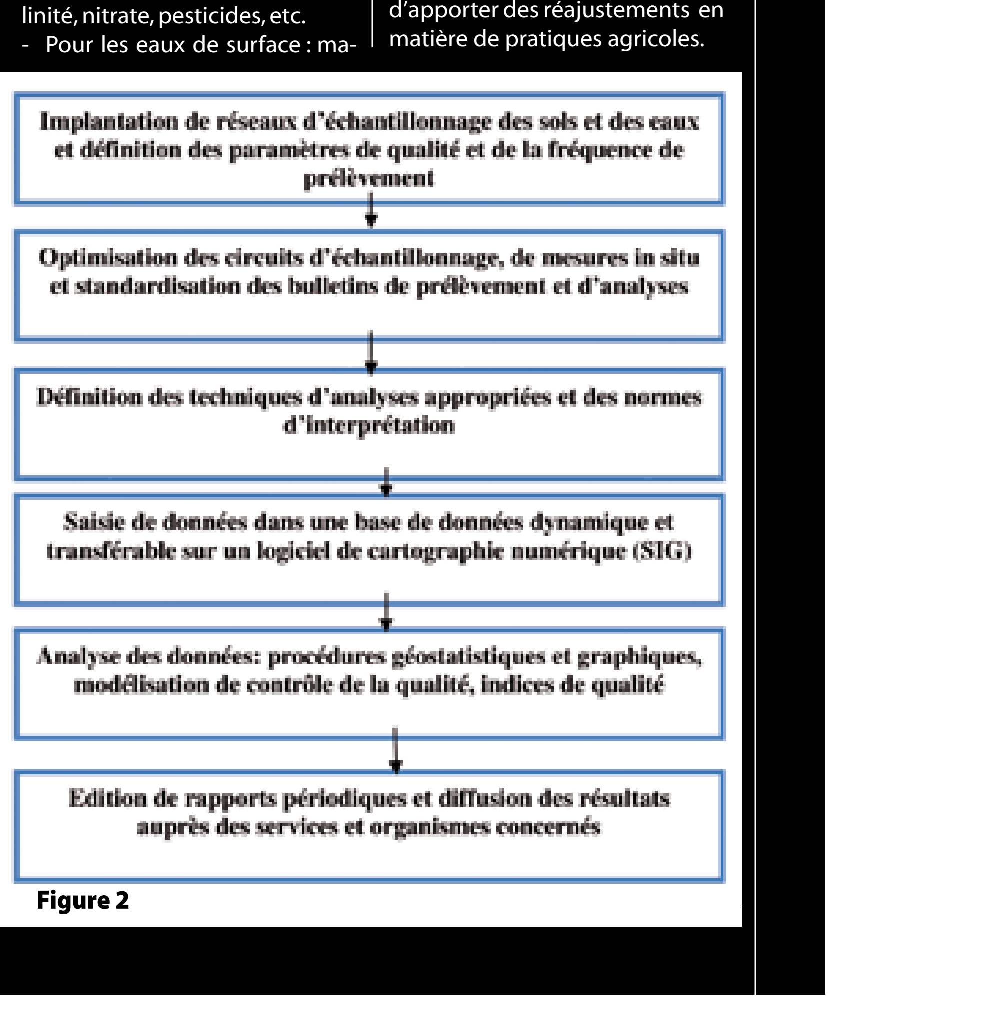


Figure 2