

# MODELISATION STOCHASTIQUE DE L'USAGE AGRICOLE DE L'EAU ET DEVELOPPMENT DURABLE AUTOUR DES LACS COLLINAIRES EN TUNISIE CENTRALE : APPLICATION A LA RETENUE DE DJEBEL HALLOUF DANS LE GOUVERNORAT DE KAIROUAN

**Salah HAMDJ**

*Ingénieur principal, spécialiste en politiques hydro agricoles ; chef de service de la valorisation de l'exploitation des ouvrages à la Direction Générale de l'Aménagement et de la Conservation des Terres Agricoles- Ministère de l'Agriculture et des ressources hydrauliques.*

*Adresse : Boite postale n°94 Cité ElMahrajène 1082 Tunis-Tunisie*

*Email : [hhamdis@icqmail.com](mailto:hhamdis@icqmail.com)*

*Téléphone : Bureau : 00216(71)786833ext 5123*

*Télécopieur : 00216(71) 891516*

## 1. Introduction générale

Dans la stratégie nationale de mobilisation des eaux de surface, la composante « lac collinaire » revêt une importance capitale. Au-delà des fonctions conservatoires, protectrices, de recharge des nappes et d'abreuvement des animaux assignés aux ouvrages, leur rôle dans le processus de développement agricole local ne cesse de prendre de l'ampleur.

Si tout le monde s'accorde à dire que l'eau des lacs collinaires est un bien rare et que son allocation optimale est plus que jamais indispensable pour atteindre des objectifs raisonnables, la manière de mettre en place une telle allocation optimale reste à améliorer.

Quels systèmes de production et d'irrigation valorisent au mieux l'eau des lacs collinaires? Quelles sont les stratégies des agriculteurs en terme d'adaptation de leurs systèmes de production face au caractère aléatoire du remplissage de la retenue ? Comment évoluent les systèmes de production face à des variations dans les disponibilités annuelles de l'eau au niveau du lac collinaire? Quelles utilités agricoles directes pouvant être imputées à un lac collinaire en fonction de sa capacité ?

Il est illusoire de penser répondre à toutes les questions ci-dessus posées mais nous estimons que notre présent travail contribuera modestement à élucider certains aspects.

## 2. Résultats des modèles<sup>1</sup> de base et sensibilité de la demande en eau : cas de l'exploitation E1

La typologie des exploitations agricoles autour de la retenue de *Djebel Hallouf* a mis en évidence la présence de deux types d'exploitations agricoles qui valorisent l'eau d'irrigation via des systèmes de production différents, Il s'agit (i) des exploitations polyvalentes (type **E1**) qui pratiquent

---

<sup>1</sup> Les modèles sont écrits en syntaxe « GAMS » : General Algebraic Modeling System.

la céréaliculture, l'élevage ovin, les cultures maraîchères et l'arboriculture; **(ii)** et des petites exploitations pratiquant la céréaliculture, les cultures maraîchères et l'arboriculture (type **E2**).

Les résultats du modèle en terme de niveaux d'activités céréalières et fourragères sont presque identiques à ceux observés dans la réalité en année du type **N2**. La superficie des fourrages consommés en vert (orge en vert) est constante quelque soit la qualité de l'année, ceci traduit la priorité accordée à l'irrigation des cultures destinées à l'alimentation des ovins.

Les demandes en eau dans les deux types d'années climatiques sont rigides. Les réponses de l'agriculteur face à une variation du coût de l'eau d'irrigation ne sont pas perceptibles à court terme, c'est à dire, les agriculteurs ne changent pas les volumes d'eau consommés mais procèdent à de légères modifications au niveau des assolements pratiqués.

### **3. Dynamisation du modèle E1 : envasement, viabilité des systèmes de production et développement durable**

Pour pouvoir se prononcer sur l'opportunité à long terme de l'ouvrage, les modèles statiques annuels ne constituent pas un cadre d'analyse et d'appréciation adéquat, c'est la raison pour laquelle nous avons procédé à la dynamisation du modèle annuel de base de l'exploitation du type **E1** en lui intégrant une dimension temporelle. Cette dynamisation du modèle d'exploitation agricole autour de la retenue est dictée par le caractère limitée de la ressource dans le temps. Un travail de modélisation économique qui tient compte du facteur temps est très pertinent si on cherche à analyser l'utilité de l'ouvrage à long terme et confirmer ou infirmer des objectifs de développement durable qui ont justifié sa construction au départ.

Pour le cas de la retenue objet de notre application, les services compétents du suivi hydrologique des lacs collinaires prévoient une diminution annuelle de 5% de la capacité du lac et par voie de conséquence une durée de vie de vingt ans a été estimée pour la retenue. Etant donné que la mise en eau de l'ouvrage a été faite en 1996, il est théoriquement attendu que le lac sera totalement envasé vers 2016 et l'irrigation de structure ou d'appoint ne sera plus possible à cette échéance.

Au niveau du modèle de l'exploitation **E1**, sa dynamisation se fait par l'introduction d'un horizon de temps qui représente les années futures d'irrigation à partir de l'ouvrage. Des techniques appropriées de modélisation dynamique nous permettent d'arriver à rendre automatique des résolutions successives selon des scénarios différents, en paramétrant certaines valeurs dont la variation de l'offre en eau d'irrigation dans le temps suite à l'envasement progressif de la retenue.

#### **3.1. Simulation de l'impact de la pratique des systèmes de production à base de cultures annuelles**

Les résultats du modèle dynamique à base de cultures annuelles montrent que durant les dix premières années de la mise en eau de la retenue, les systèmes de production sont basés essentiellement sur une association céréale-élevage ovin. En effet, la céréaliculture et les cultures fourragères, composantes intégratrices de l'élevage ovin consomment peu d'eau et de main d'œuvre par rapport au maraîchage. De ce fait, elles drainent la ressource disponible. A partir de la onzième

année, le problème de l'envasement commence à se poser d'une manière aiguë et l'impact de la baisse de la disponibilité de la ressource commence à mieux se sentir au niveau des systèmes de production conséquents. Les cultures maraîchères à haute valeur marchande font leur apparition suite au déclin des composantes céréalières et fourragères et de pair la composante ovine. Avec une disponibilité faible de l'eau, la variable qui préside son allocation est d'ordre économique, il s'agit de la productivité marginale. Quant à l'évolution des revenus en fonction du niveau d'envasement de la retenue, elle montre une tendance continue à la baisse. Le revenu annuel espéré et dégagé la dernière année est inférieur à **1000DT**.

L'évolution des revenus dégagés va de pair avec celle des systèmes de production. Au début du processus de la valorisation des eaux de la retenue, les résultats économiques sont séducteurs mais au fur et à mesure que le phénomène de l'envasement s'accroît, les revenus selon la qualité hydrique des années commencent à diminuer et ont tendance à se confondre à partir de la onzième année.

### **3.2. Simulation de l'impact de la pratique des systèmes de production à base arboricole**

Dans la recherche des variables qui stimulent le développement durable et soutenable autour des lacs collinaires, une deuxième dynamisation du modèle a été entreprise avec l'introduction en parallèle avec les systèmes de production à base de cultures annuelles une composante arboricole à base d'amandier et d'olivier.

Les résultats du modèle en question montrent que durant les six premières années de la mise en eau de la retenue, les systèmes de production sont basés essentiellement sur des cultures annuelles. En effet, le maraîchage à haute valeur marchande ainsi que la céréaliculture et les cultures fourragères, composantes intégratrices de l'élevage ovin font bon ménage lorsque le problème de l'envasement ne se pose pas d'une manière aiguë. A partir de la septième année, l'impact de la baisse de la disponibilité de la ressource suite à l'envasement progressif de la retenue commence à mieux se sentir au niveau des systèmes de production adaptés à la situation correspondante. La seule culture annuelle qui persiste dans le plan de production mais elle est en baisse tendancielle est la tomate et ce pour sa haute valeur marchande. La céréaliculture et les cultures fourragères disparaissent et en corollaire, l'élevage ovin ayant relation avec la retenue en terme d'apport d'unités fourragères. En réponse à cette disparition des céréales et des fourrages, l'amandier fait son apparition comme une alternative de valorisation d'une quantité d'eau en diminution continue. La culture de l'olivier n'apparaît pas dans la solution du modèle du fait que son entrée en production de croisière est très tardive (vers la quinzième année) mais en réalité, elle existe et sa pratique est faite selon la logique de l'agriculteur et à l'encontre de la logique marginaliste du modèle. Cette évolution des revenus est en réalité une conséquence de l'évolution positive de la dynamique des systèmes de production pratiqués autour de la retenue. Au début du processus de la valorisation des eaux de la retenue, les courbes retraçant l'évolution des résultats économiques en fonction de la qualité hydrique des années sont distantes. Mais au fur et à mesure que le phénomène de l'envasement s'accroît, l'écart entre les revenus annuels diminue et les 3 types de revenus (en **N1**, **N2** et le revenu moyen espéré) ont tendance à se confondre vers la fin du cycle de vie de l'ouvrage. Les

revenus à long terme découlant de système de production intégrant des composantes pérennes ne peuvent pas tendre à une valeur nulle comme c'est le cas des revenus dégagés à partir de systèmes de production basés sur la pratique de cultures annuelles

#### 4. Conclusions générales

La sécurisation économique des systèmes de production autour des lacs collinaires est fonction du degré de la stabilité de l'offre en eau. La demande en eau d'irrigation autour des lacs collinaires est rigide. Ceci n'est pas surprenant, si dans tous les pays en voie de développement, à climat aride à semi-aride, comme c'est le cas de la *Tunisie*, les élasticités prix sont faibles et ce en raison du caractère impératif de l'irrigation et du faible prix de l'eau.

Les variables clé qui président l'allocation de l'eau sont d'ordre agronomique et technologique ; la première variable concerne la qualité des espèces (annuelles ou pérennes) qui sont pratiquées pour valoriser la ressource ; la seconde variable concerne les doses d'irrigation appliquées à ses activités et en dernière analyse, c'est cette variable qui détermine la productivité marginale de l'eau associée à chaque activité.

Un lac de capacité importante peut être à l'origine d'une diversification des systèmes de production à base de cultures annuelles ; intégrant une composante ovine. A l'inverse, en cas de retenue de petite capacité, seule l'arboriculture, peu consommatrice d'eau par rapport au maraîchage, peut drainer le peu d'eau disponible. En effet, les faibles doses d'irrigation appliquées aux espèces arboricoles sont à l'origine de leurs pratiques autour des retenues de petite capacité.

Dans les systèmes de production à base de cultures annuelles, l'évolution négative des revenus en fonction du niveau d'envasement de la retenue va de pair avec la dynamique régressive des systèmes de production, elle montre une tendance continue à la baisse. Les systèmes de production à base de cultures annuelles ne sont pas viables. Leur pratique est même contraire à la logique du développement durable qui régit la politique sectorielle de l'Etat en matière de construction des lacs collinaires et de développement agricole conséquent. La durabilité du développement et par voie de conséquence celle des revenus passe obligatoirement par la pérennisation des systèmes de production appliqués autour des lacs collinaires.

Dans les systèmes de production à base de cultures pérennes, l'évolution à la hausse des revenus en fonction du degré d'envasement de la retenue est en réalité une conséquence de l'évolution positive de la dynamique des systèmes de production pratiqués autour de la retenue. La pratique de l'arboriculture constitue une alternative viable capable de mieux valoriser une ressource dont l'offre dans le temps tend à la baisse. Une fois que l'ouvrage est totalement envasé, et au-delà des revenus précédemment dégagés, les vergers d'amandiers et d'oliviers constitueront un capital restant. Ce patrimoine végétal est la justification même de la durabilité du développement attendu de l'opération « lac collinaire » inscrite dans la stratégie nationale de mobilisation des ressources hydrauliques en *Tunisie*.

