

1- Problématique

On reconnaît depuis longtemps le lien entre l'agriculture et la qualité des eaux de surface, lien qui constitue aujourd'hui une question importante en matière de protection des retenues de barrages. Le risque de contamination de l'eau par l'azote constitue l'un des domaines de priorité en matière de recherche en vue de protéger la qualité de l'eau et de son approvisionnement. La préservation de la qualité des eaux nécessite une meilleure compréhension des processus qui régissent les interactions entre les pressions agricoles et le milieu naturel.

2 - Objectif

-l'objectif principal est d'évaluer l'impact des pratiques agricoles actuelles sur la qualité des eaux d'un bassin versant et plus particulièrement les flux d'azote.

3- Site d'étude

L'étude est conduite sur deux sous bassins versants du barrage Joumine : le sous bassin versant de l'oued El Bagrat et le sous bassin versant de l'oued El Hlalif, totalisant une superficie de 232 km². Il s'agit d'une zone à vocation agricole dominée par les cultures de blé et de tournesol sur une grande partie du bassin et par l'avoine et l'arboriculture sur le reste du bassin. Le Bassin versant du barrage Joumine se situe au Nord de la Tunisie (Fig.1). Il draine une surface de 418 km² et alimente un barrage dont les eaux sont destinées à l'eau potable de villes du nord de la Tunisie et à l'irrigation.

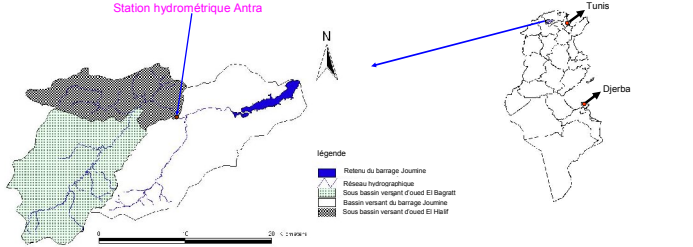


Fig.1 : Localisation de la zone d'étude contrôlée par la station hydrométrique Antra

4- Méthode

Vu l'absence de série de données concernant la qualité des eaux de surface, l'étude est conduite sous deux axes : l'un expérimental permettant de conduire une campagne de mesure pour l'évaluation de l'ordre de grandeurs des valeurs indiquant la qualité de l'eau MES, NO₃⁻, NH₄⁺, NO₂⁻ et PO₄³⁻, l'autre par modélisation hydrologique prenant en considération la variabilité spatiale au niveau du bassin étudié.

4-1- Modélisation Hydrologique distribuée

Le modèle agro-hydrologique distribué choisi est le modèle SWAT (Soil and Water Assessment Tool). Le couplage de SWAT avec le SIG facilite l'intégration des informations spatiales. Les données nécessaires pour le fonctionnement du modèle SWAT sont présentées par les figures (Fig.2, 4, 5 et 6).

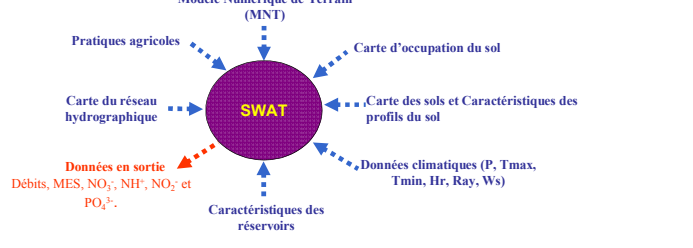


Fig.2. les données en entrée et en sortie du modèle SWAT

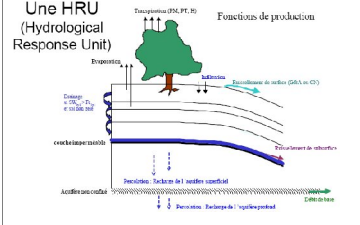


Fig.3. les processus hydrologiques à l'échelle de HRU (Chapomnière,2005).

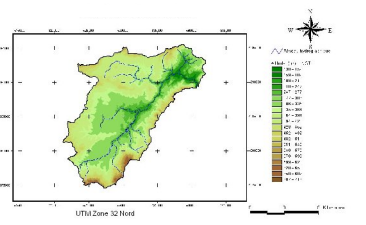


Fig.4. Modèle numérique de terrain

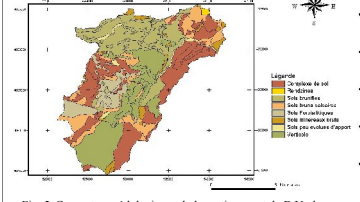


Fig.5. Couverture pédologique de la partie amont du B.V du barrage Joumine

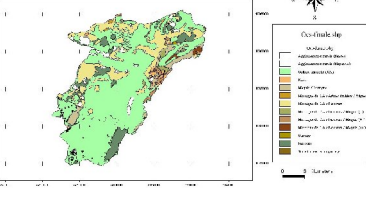


Fig.6. Occupation des sols de la partie amont du BV du barrage Joumine

4-2- Protocole de suivi expérimental de la qualité des eaux de surface

Un suivi expérimental a été fait de manière bimensuelle entre janvier et juin 2006. Il a été réalisé grâce à des prélèvements d'échantillons d'eau au niveau des points de prélèvements permettant de contrôler la qualité des eaux de surface (Fig.7 et 8).

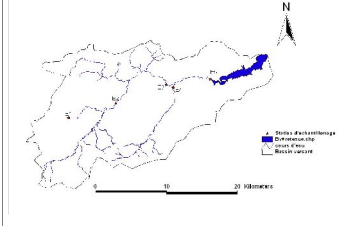


Fig.7. Localisation des stations d'échantillonnage

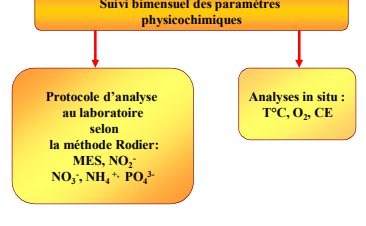


Fig.8. Schéma d'analyse de la qualité des eaux

5- Résultats et discussions

5-1- Résultats des analyses expérimentales

Les résultats des analyses (Fig. 9, 10, 11, 12 et 13) montrent que les eaux de surface du bassin versant de l'oued Joumine sont essentiellement polluées par les nitrates :

- les valeurs hivernales de la concentration de nitrates dépassent les 20 mg/l (constituant ainsi une eau de mauvaise qualité).
- Après les printemps, les concentrations en nitrates sont en moyenne 10 mg/l (eau de qualité passable).
- Par ailleurs, l'ammonium et les nitrites sont présents à des très faibles concentrations.
- L'ortho phosphate est également très faiblement présent dans les eaux du B.V du barrage Joumine.

Les concentrations élevées en nitrates sont essentiellement le résultat de la pratique des grandes cultures sur le bassin amont et qui sont les principales consommatrices d'amendements azotés

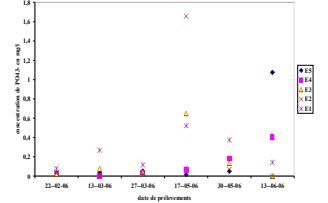


Fig.10 : Evolution de la concentration de PO₄³⁻ en mg/l

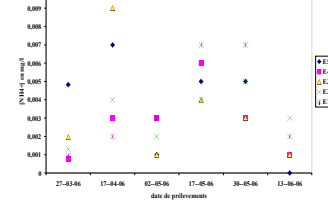


Fig.12 : Evolution de la concentration de l'ammonium en mg/l

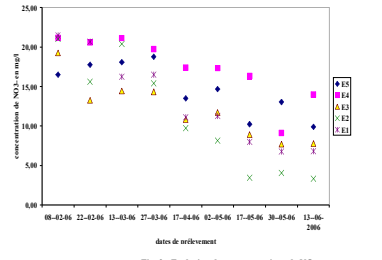


Fig.9 : Evolution des concentrations de NO₂⁻

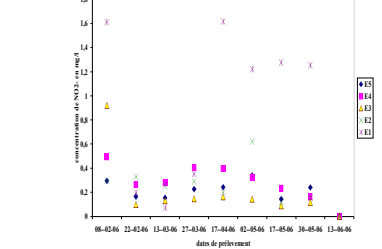


Fig.11 : Evolution de la concentration de NO₂⁻

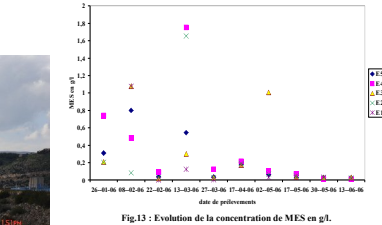


Fig.13 : Evolution de la concentration de MES en g/l

5-2- Résultats des simulations

➤ La zone d'étude se caractérise par un climat subhumide avec une évapotranspiration de l'ordre de 45 % et un écoulement latéral de 38 %

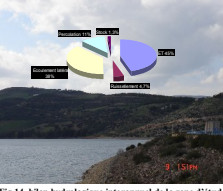


Fig.14. bilan hydrologique interannuel de la zone d'étude

5-2-1- Résultats de simulation des débits à pas de temps mensuel avant et après calage

➤ Avant calage, les courbes de variation des débits mensuels mesurés et simulés par SWAT ont la même allure (Fig.15) ; les valeurs de l'indice de Nash est de 0.67 et le coefficient de corrélation est de 0.76. Après calage l'indice de Nash devient 0.7 et le coefficient de corrélation devient 0.79 (Fig.16).

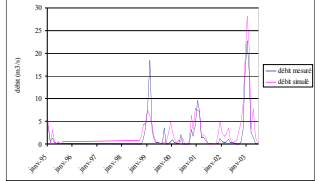


Fig.15 : Courbe de variations des débits mensuels mesurés et simulés par SWAT avant calage à l'exutoire

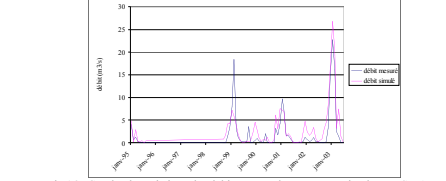


Fig.16 : Courbe de variations des débits mensuels mesurés et simulés par SWAT après le calage à l'exutoire

5-2-2- Résultats de simulation de débits à pas de temps journalier avant et après calage

➤ Avant calage, les résultats de simulation à l'échelle journalière donnent une assez bonne correspondance entre les débits journaliers simulés et mesurés (Fig.17) ; le coefficient de Nash est de 0.45 et le coefficient de corrélation est de 0.55. Après calage le coefficient de Nash devient 0.53 et le coefficient de corrélation devient 0.59 (Fig.18).

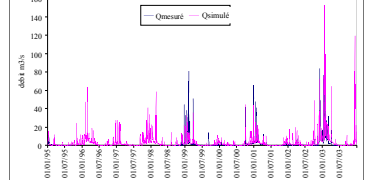


Fig.17. Courbe de variations de débits journaliers mesurés et simulés par SWAT avant calage à l'exutoire

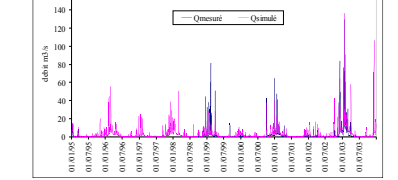


Fig.18. variations des débits journaliers mesurés et simulés par SWAT après calage à l'exutoire

➤ Les concentrations des nitrates simulées (Fig.19) par le modèle SWAT sont de l'ordre de 20 mg/l dans les périodes non pluvieuses. Par contre pendant les événements pluvieux les concentrations des nitrates dépassent les 50 mg/l (constituant une eau de très mauvaise qualité).

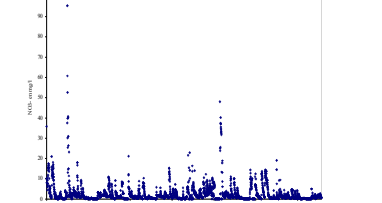


Fig.19 : Variation quotidienne des concentrations de nitrate simulées à l'exutoire

➤ Les résultats de simulations quotidiennes de la concentration des matières en suspension (Fig. 20) montrent des concentrations qui en moyenne ne dépassent pas les 2 g/l. Les fortes concentrations simulées sont de 4 g/l à 9 g/l dans les périodes pluvieuses.

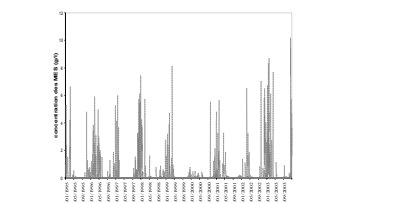


Fig.20 : variations quotidiennes des concentrations des MES simulées à l'exutoire

6- Conclusion et perspectives

Nous pouvons dire que les eaux de surface du bassin versant du barrage Joumine sont essentiellement polluées par les nitrates. Celles-ci sont d'origine agricole vu que les cultures pratiquées sur le bassin sont en majorité des céréales grandes consommatrices d'amendements azotés. En effet pendant les périodes des crues la concentration de nitrates dépassent les 50 mg/l, les valeurs mesurées de la concentration de nitrate dépassent également les 20 mg/l. Le modèle SWAT est testé sur la partie amont du bassin versant, il apparaît comme un outil intéressant proposer des scénarii de meilleures pratiques agricoles et activités anthropiques, garantissant la durabilité de la ressource en eau au point de vue qualitatif.

Les auteurs tiennent à remercier La DGRE, le CRDA de Bizerte, le CRDA de Béja et le CERTE de borj cédria.