

## Contribution à l'estimation de l'évapotranspiration par la méthode du trapèze et l'image Landsat ETM+

Khaldi Abdelkrim <sup>(1)</sup>, Fellah Sahnoune <sup>(2)</sup>, Bellague Djamel <sup>(1)</sup>

1. INRAA Station de recherche Inraa Hmadna-RELIZANE - [khaldiabd@gmail.com](mailto:khaldiabd@gmail.com)

2. LRSBG Université Mustapha stambouli -MASCARA-

---

### Résumé

L'eau d'irrigation est une question principale pour la gestion agricole dans le monde entier. L'agriculture de précision est une méthode qui facilite une meilleure gestion agricole. La télédétection est le potentiel d'être une source importante de données spatiales, ce qui est très important dans une information représentative du champ. Indices de stress hydrique (WSI), à savoir le stress des cultures de l'eau Index (CWSI) et déficit hydrique Index (WDI), sont des outils utiles pour l'optimisation du temps d'irrigation. L'effet des sols nus sur la température du couvert par télédétection (Ts) données est un problème majeur dans l'établissement CWSI pendant les premiers stades de la croissance. Ainsi, WDI est un meilleur indice en comparaison avec CWSI. Les deux indices peuvent être déterminés par deux techniques différentes. Pour la caractérisation de l'état hydrique par l'utilisation de la méthode dite méthode de trapèze est très simple afin d'éviter la complexité des modèles basés sur la résolution de l'équation du bilan d'énergie.

**Mots-clés :** Télédétection, évapotranspiration, Stress hydrique, SEBAL.

---

### Introduction

Aujourd'hui plus que le passé, le monde de l'agriculture irriguée est conscient de la nécessité de l'utilisation optimale de l'eau d'irrigation. L'intérêt d'une gestion rationnelle de l'eau d'irrigation n'est plus à démontrer aussi aux plans agricole et socio-économique qu'écologique. Ceci requiert donc le développement des techniques pour la détection du stress hydrique d'un couvert végétal. L'une des techniques les plus pertinentes est la radiométrie infrarouge : la température de la surface d'un couvert végétal est en effet un bon indicateur du degré de réduction de son évapotranspiration.

Le développement des techniques de la télédétection a ouvert de nouvelles perspectives à l'utilisation de cette technique pour le suivi de du bilan d'énergie hydrique du sol et la détection du stress hydrique. Au début des années 1980, on a vu le développement d'une technique pour la quantification de l'évapotranspiration sur une surface agricole homogène à travers le formalisme de Seguin et al., 1982, initialement basé sur l'équation de transfert radiatif à partir des données satellitaires obtenus au milieu de la journée dans l'infrarouge thermique.

Le présent travail a pour objectif de développer une méthodologie d'exploitation des données multispectrales issues du capteur Landsat-7 ETM+ pour la cartographie de l'évapotranspiration journalière d'une surface agricole par l'utilisation du modèle du trapèze basé sur la résolution de l'équation du bilan d'énergie.

## I. Présentation de la zone d'étude

Le périmètre de la Habra, fait partie de la plaine de la Macta. Cette dernière est située à l'Est d'Oran entre les latitudes 35°30' N et 35°47' N et les longitudes 0° 10' W et 0° 13

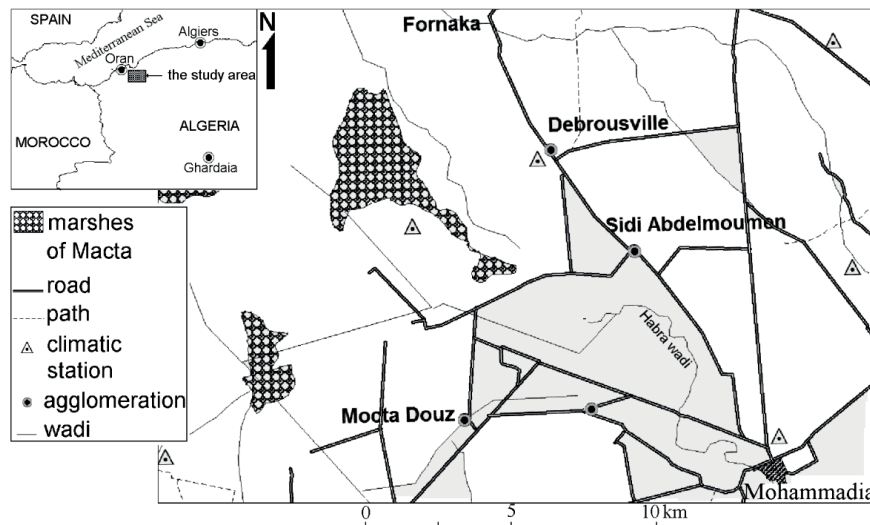


Figure. 01. La zone d'étude

### I.1. Conditions climatiques

La plaine de la macta est caractérisée par un climat de type méditerranéen, aride à semi-aride, à hiver doux et été secs et habituellement chaud avec un automne et un printemps généralement tempérés. Les pluies débutent au mois d'Octobre et deviennent plus rare après le mois de Mars et irrégulière durant toute cette période .

La pluviométrie est moyenne en Algérie, en général et dans la région étudiée, en particulier. Les cumuls des précipitations enregistrées entre les mois de Décembre et Mai par exemple, étaient de **189,9** mm. La température maximale enregistrée durant le mois de Mai, (**34°C**). Par contre la valeur minimale est enregistrée durant le mois de février (**1,42°C**).

## II. Données utilisées

Les données météorologiques utilisées dans ce travail proviennent du réseau de l'office national de la météorologie (ONM).

Les données des stations météorologiques de Senia, d'Arzew et de Mostaganem sont utilisées, conjointement aux mesures satellitaires Landsat ETM+, pour la caractérisation de l'état hydrique de surface dans la plaine de la Macta.

Le jeu de données satellitaires est une image prise, dans la journée du 29 mai 2000, par le capteur satellitaire Landsat ETM+ à 10 h 30 min GMT.

## II.1.Méthodologie

Idso et al.(1981) ainsi que Jackson et al.(1981) ont proposés un indice qui s'appel indice de stress hydrique, basé sur l'équation du bilan énergétique, pour la détection du stress des plantes en eau, basé sur une relation entre le couvert végétal et la température de l'air. Suivant cette approche, le WDI (Water deficit index), a été proposée par Moran et al.(1994), basé sur la construction d'un trapèze dont les quatre sommets correspondent aux conditions extrêmes de la culture en termes de taux de couverture et de température, d'après l'expression suivante

$$WDI = \frac{[(Ts - Ta)_{min} - (Ts - Ta)_i]}{[(Ts - Ta)_{min} - (Ts - Ta)_{max}]} = 1 - \frac{LE}{Rn - G}$$

Ts et Ta sont respectivement température de surface et de l'air, l'indice max, min et i représentent le maximum, minimum et la valeur mesurée, les valeurs max et min de (Ts-Ta) sont interpolé linéairement en limite humide et sec.

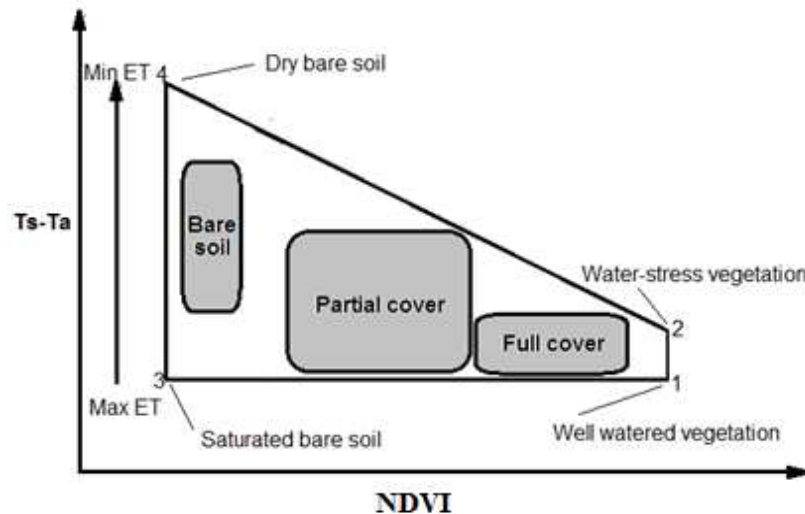


Figure.02. La forme théorique du modèle du trapèze

Tableau.01. Variation des flux énergétiques de surface et le WDI de la zone d'étude

| Land use units                 | Rn<br>(Wm <sup>-2</sup> ) | G<br>(Wm <sup>-2</sup> ) | WDI<br>(-) | LE<br>(Wm <sup>-2</sup> ) |
|--------------------------------|---------------------------|--------------------------|------------|---------------------------|
| Dense vegetation               | 720.1                     | 155.6                    | 0.415      | 329.9                     |
| Moderate vegetation            | 665.6                     | 172.4                    | 0.625      | 184.6                     |
| Sparse vegetation or bare soil | 667.4                     | 178.9                    | 0.719      | 137.3                     |
| Marshes or open water          | 673.6                     | 157.9                    | 0.292      | 365.1                     |

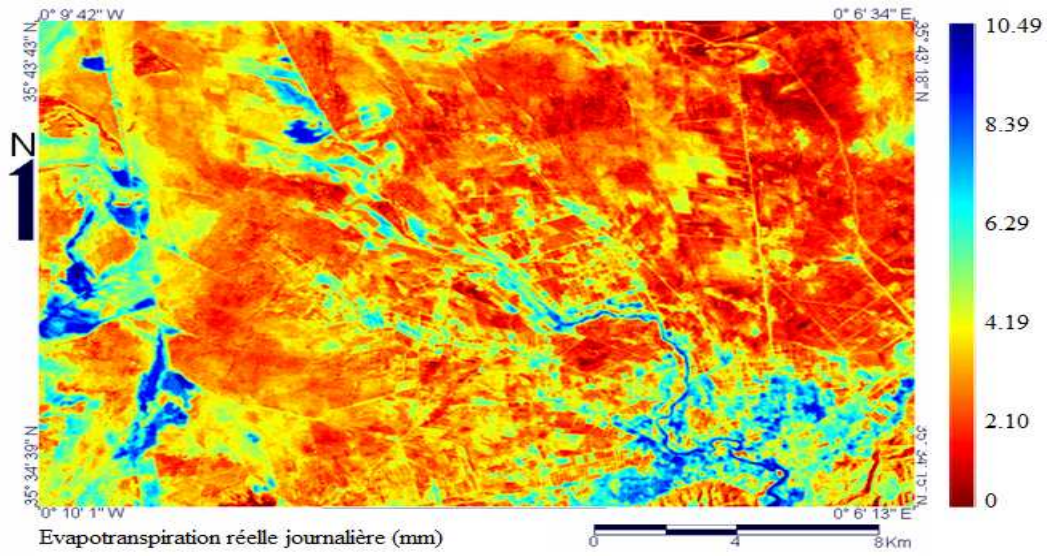


Figure.03. Cartographie de l'évapotranspiration réelle journalière (mm)

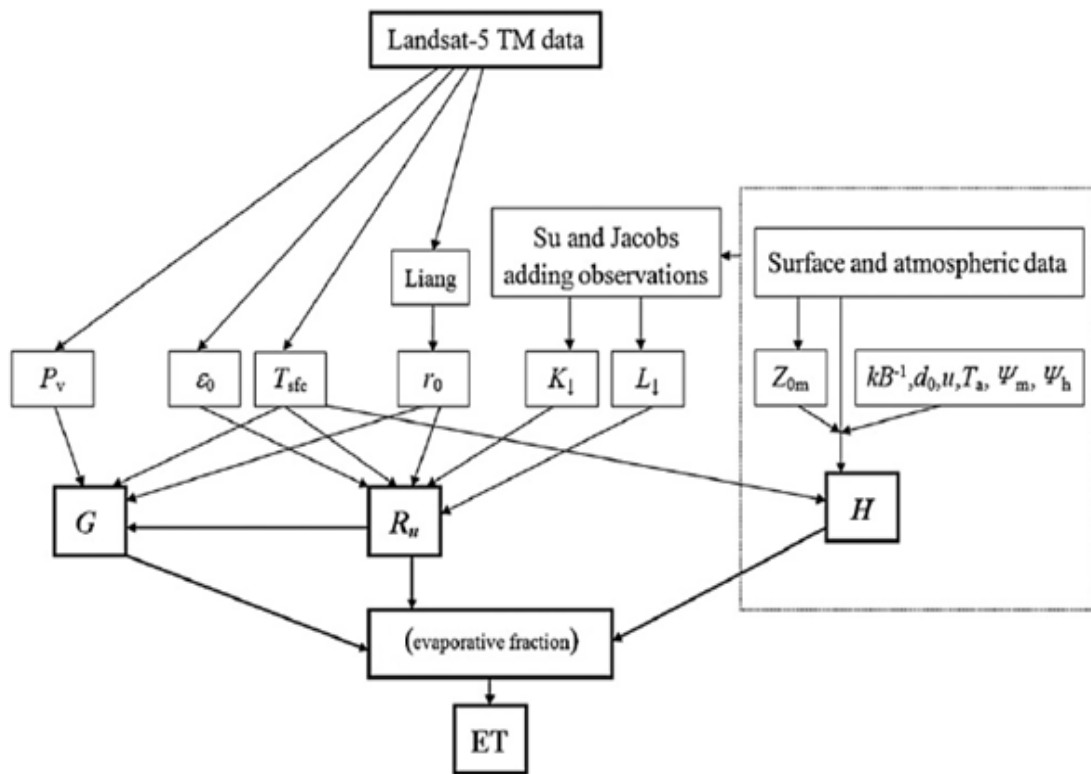
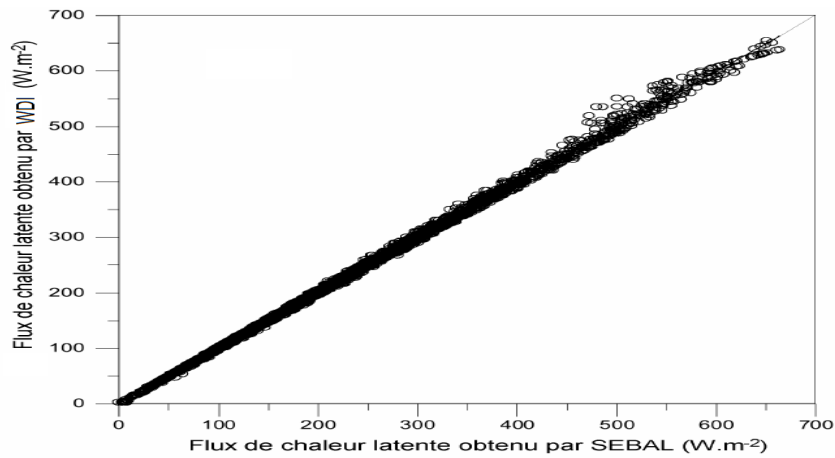


Figure.4. Organigramme pour l'estimation de l'évapotranspiration par le modèle SEBAL



**Figure.5. Comparaison graphique entre les valeurs de l'évapotranspiration réelle estimée par le modèle SEBAL et celle du modèle de trapèze ( WDI )**

### III. Résultats et discussions

L'utilisation du modèle du trapèze graphiquement nous a permis de déterminer les quatre points de l'état hydrique de la surface ainsi que les limites sèches et humides. Le modèle du trapèze nous permet de montrer aussi que les paramètres de surface, issus du capteur satellitaire, à savoir l'albédo, l'indice de végétation et la température de surface conduisent à déterminer le flux de chaleur latente (LE).

L'estimation de l'évapotranspiration réelle journalière représente assez fidèlement la logique des variations spatiales de l'évapotranspiration sans avoir à introduire un nombre important des paramètres d'entrées difficilement accessibles en routine. Sur la figure N°4, l'évapotranspiration réelle journalière varie de 0 à 10 mm, avec une dominance très nette des surfaces à confort hydrique plus ou moins fort.

### Conclusion

Les résultats exposés précédemment confirment les possibilités offertes par les données satellitaires Landsat ETM+ pour l'estimation de l'évapotranspiration réelle journalière par le modèle du trapèze en se basant sur la résolution de l'équation du bilan d'énergie, apprécier le degré du stress hydrique, bien différencier les parcelles soumises à différents régimes hydriques et repérer les hétérogénéités intra et interparcellaire.

Le modèle du trapèze utilisé apparaît assez indiqué pour une réelle exploitation des données satellitaires pour l'estimation d'un certain nombre de paramètres à l'interface sol-plante-atmosphère, d'apprécier le degré du stress hydrique et de bien différencier les zones sèches et les zones humides.

**Références bibliographiques**

Abdel Gawad S.T., Abdel Khalek M.A., Boels D., EL Quosy D.E., Roest C.W.J., Rijtema P.E., Smith M.F.R. 1991. Analysis of water management in the Eastern Nile Delta. Reuse Report 30, DLO Winand Staring Center, Wageningen, The Netherlands, 245 p.

Allen R.G. 2002. Evapotranspiration for southwest Florida from satellite-based energy balance. Report Prepared for Tampa Bay Water, Tampa Bay, Fla.

Bastiaanssen W.G.M., Menenti M., Feddes R.A., Holtslag A.A.M. 1998a. Remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL) : 1. Formulation. Journal of Hydrology, 213, 198-212.

Brutsaert W. 1975. On a derivable formula for longwave radiation from clear skies. Water Resources Research, 11, 742-744

Hamimed A., Khaldi A., Mederbal M., Seddini A. 2009. Estimation of daily actual evapotranspiration in Algerian semiarid environment with satellite ASTER. In: Remote Sensing for a Changing Europe, Maktav D. Ed., IOS Press, 448-458.