



(12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication : **MA 30541 B1** (51) Cl. internationale : **G01F 23/00**

(43) Date de publication :
01.07.2009

(21) N° Dépôt :
30456

(22) Date de Dépôt :
07.12.2007

(71) Demandeur(s) :
**ZEGGAF TAHIRI ADEL, AVENUE CADI AYAD, RESIDENCE BEKKOURI. N° 3, APPT
13 90000 TANGER (MA)**

(72) Inventeur(s) :
ZEGGAF TAHIRI ADEL

(54) Titre : **PROCEDE ET APPAREILLAGE POUR LA MESURE COMBINEE DE LA
TRANSPIRATION DES CULTURES ET DE L'EVAPORATION DU SOL POUR LA
GESTION EFFICIENTE DE L'IRRIGATION**

(57) Abrégé : La présente invention consiste en une nouvelle méthode permettant la séparation au champ de la transpiration par la culture et l'évaporation du sol. Cette séparation est réalisée à travers la mesure des bilans d'énergies et des gradients de température de l'air et de la pression de vapeur au dessus du couvert végétal et de la surface du sol par l'appareillage objet de l'invention. La méthode et l'appareillage permettent de mesurer séparément les consommations en eau par la transpiration de la culture et par l'évaporation du sol pour une gestion efficiente de l'eau d'irrigation. Cette technique peut être utilisée pour la gestion de l'irrigation, la détermination des besoins en eau des cultures, la détermination de trains techniques pour la conduite agronomique des cultures et des cultures alternées, le choix des variétés à cultiver dans une région donnée, avec l'objectif d'augmentation des rendements et l'amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'eau des cultures au champ. L'appareillage consiste en une station de mesure de la radiation nette au dessus du couvert végétal, de la différence de température de l'air et de la pression de vapeur entre deux niveaux au dessus du couvert végétal, et du flux de chaleur du sol. Ces mesures combinées permettent le calcul de l'évapotranspiration au niveau du champ cultivé par le biais du Bowen Ratio. Il consiste aussi en la mesure de la radiation nette au dessus du sol et de la différence de température de l'air et de la pression de vapeur entre deux niveaux au dessus de la surface du sol. Ces mesures combinées permettent le calcul de l'évaporation du sol par le biais du Bowen Ratio au niveau du sol. Enfin, la transpiration par la culture peut être calculée par différence entre l'évapotranspiration et l'évaporation du sol au niveau du champ cultivé.

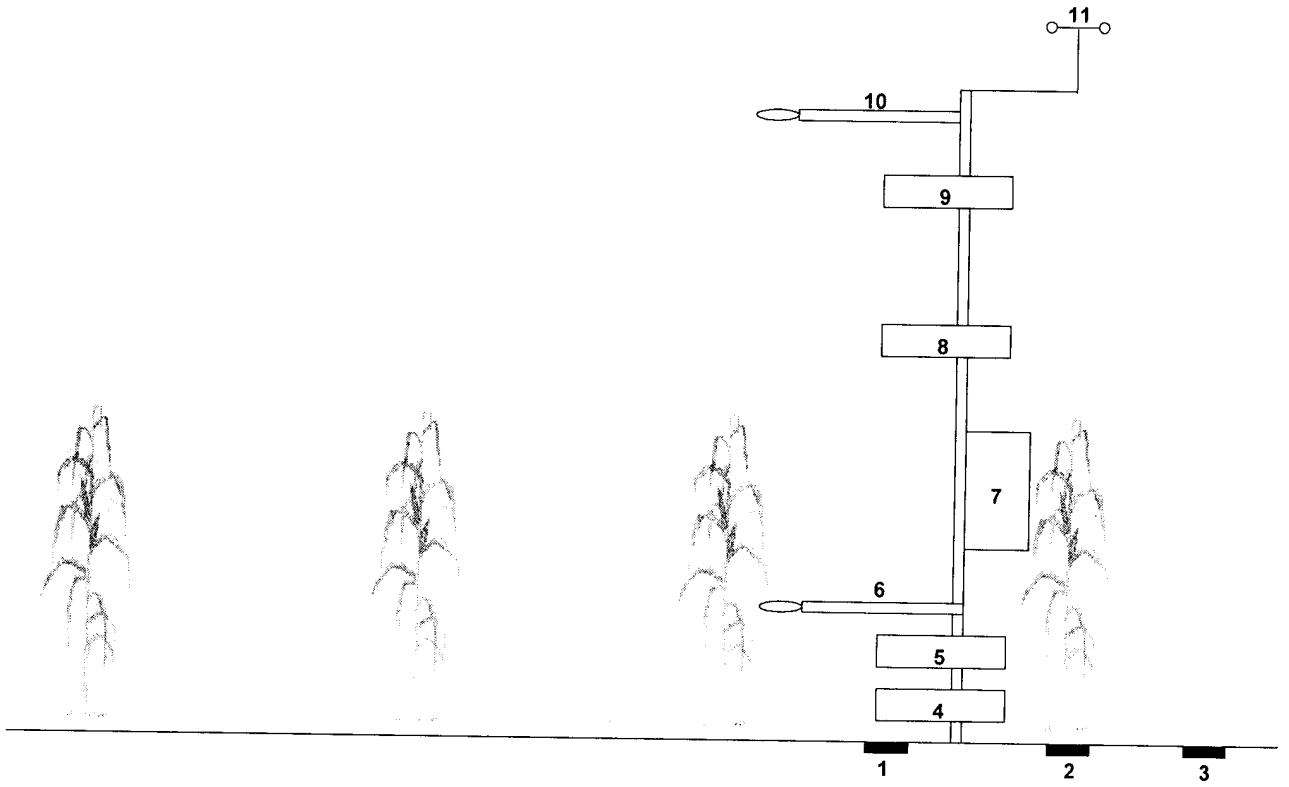


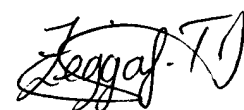
Figure 1

Legg, T. A.

ABREGE

La présente invention consiste en une nouvelle méthode permettant la séparation au champ de la transpiration par la culture et l'évaporation du sol. Cette séparation est réalisée à travers la mesure des bilans d'énergies et des gradients de température de l'air et de la pression de vapeur au dessus du couvert végétal et de la surface du sol par l'appareillage objet de l'invention. La méthode et l'appareillage permettent de mesurer séparément les consommations en eau par la transpiration de la culture et par l'évaporation du sol pour une gestion efficace de l'eau d'irrigation. Cette technique peut être utilisée pour la gestion de l'irrigation, la détermination des besoins en eau des cultures, la détermination de trains techniques pour la conduite agronomique des cultures et des cultures alternées, le choix des variétés à cultiver dans une région donnée, avec l'objectif d'augmenter les rendements et l'amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'eau des cultures au champ.

L'appareillage consiste en une station de mesure de la radiation nette au dessus du couvert végétal, de la différence de température de l'air et de la pression de vapeur entre deux niveaux au dessus du couvert végétal, et du flux de chaleur du sol. Ces mesures combinées permettent le calcul de l'évapotranspiration au niveau du champ cultivé par le biais du Bowen Ratio. Il consiste aussi en la mesure de la radiation nette au dessus du sol et de la différence de température de l'air et de la pression de vapeur entre deux niveaux au dessus de la surface du sol. Ces mesures combinées permettent le calcul de l'évaporation du sol par le biais du Bowen Ratio au niveau du sol. Enfin, la transpiration par la culture peut être calculée par différence entre l'évapotranspiration et l'évaporation du sol au niveau du champ cultivé.



30541

PV 30456
7/12/07

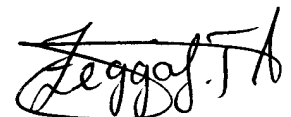
3 0 5 4 1
0 1 JUL 2009

**PROCEDE ET APPAREILLAGE POUR LA MESURE COMBINEE DE LA
TRANSPIRATION DES CULTURES ET DE L'EVAPORATION DU SOL POUR
LA GESTION EFFICIENTE DE L'IRRIGATION**

DESCRIPTION DE L'INVENTION

1. DOMAINE DE L'INVENTION

L'invention se réfère à un procédé et un appareillage pour la gestion de l'irrigation des cultures au champ. L'appareillage permet la mesure des bilans énergétiques et les différences de température de l'air et de la pression de vapeur entre deux niveaux au dessus du couvert végétal et de la surface du sol. Le bilan énergétique au niveau du couvert végétal est déduit des deux précédents bilans. Le procédé de gestion de l'irrigation est basé sur le suivi continu des parts de la transpiration par la culture et de l'évaporation du sol dans l'évapotranspiration. La gestion efficace de l'irrigation se fait à travers l'augmentation de la part de la transpiration par la culture. La détermination de la date et la dose d'irrigation se fait sur la base du rapport entre la transpiration de la culture et de l'évapotranspiration au niveau du champ. Ce rapport est pré-établi selon la région, la culture, le climat, et l'objectif de l'agriculteur ou le gestionnaire de l'eau



DESCRIPTION DE L'ART ANTERIEUR

L'objectif commun de l'irrigation est d'atténuer le stress hydrique dont souffre le végétal par l'application opportune de l'irrigation de supplément. Les méthodes actuelles de gestion de l'irrigation se basent sur les mesures de l'humidité du sol, des paramètres climatiques; et sur des mesures de la plante comme la température du couvert, la résistance stomatique, couleur des feuilles, et le potentiel de l'eau dans la feuille. Ces informations sont ensuite incorporées à des modèles ou à des algorithmes complexes pour calculer le budget de l'eau dans le sol et l'évapotranspiration au champ, pour enfin décider la date et la quantité d'eau d'irrigation. Ces mesures requièrent un effort considérable en temps et en argent. Une caractéristique commune des ces techniques est que le besoin en eau de la culture est déterminé indirectement. L'efficience de ces techniques reste partielle puisque traitant un seul niveau du système sol - plante - atmosphère. Aussi, le prix de ces appareillages de mesures sont prohibitifs et nécessitent un solide savoir technique.

La technique du Bowen Ratio Energy Balance (BREB) est une référence solide pour la mesure de la consommation en eau par la culture au champ. Utilisée au dessus du couvert végétal et en mesurant les différence de température de l'air et de la pression de vapeur entre deux niveau, la BREB peut calculer la quantité d'eau utilisée dans l'évapotranspiration. Cependant, elle ne permet pas la séparation de la transpiration par la

culture et l'évaporation du sol et par conséquent ne considère pas les pertes d'eau par évaporation du sol ni même la quantité d'eau transpirée par la culture. Il y a donc besoin d'une technique qui puisse opérer les mesures séparées de la transpiration par la culture et l'évaporation du sol pour les besoins d'une irrigation efficiente et d'un rendement meilleur.

La présente invention se réfère à un procédé et un appareillage pour la gestion de l'irrigation des cultures au champ. L'appareillage permet la mesure des bilans énergétiques et les différences de température de l'air et de la pression de vapeur entre deux niveaux au dessus du couvert végétal et de la surface du sol. Le bilan énergétique au niveau du couvert végétal est déduit des deux précédents bilans. Le procédé de gestion de l'irrigation est basé sur le suivi continu des parts de la transpiration par la culture et de l'évaporation du sol dans l'évapotranspiration.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

Figure 1: Représentation schématique de la station de mesure relevant de la présente invention:

- 1-2-3 : Plaques de mesure de flux de chaleur dans le sol.
- 4-5 : Psychromètres ventilés pour la mesure de la différence de température de l'air et de la pression de vapeur au dessus de la surface du sol.
- 6 : Instrument pour la mesure de la radiation nette au niveau de la surface du sol.
- 7 : Datalogger ou centrale de collecte des données mesurées.
- 8-9 : Psychromètres ventilés pour la mesure de la différence de température de l'air et de la pression de vapeur au dessus de la culture au champ.
- 10 : Instrument pour la mesure de la radiation nette au dessus de la culture au champ.
- 11 : Anémomètre pour la mesure de la vitesse du vent.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

La présente invention consiste en un nouveau procédé pour la séparation au champ de la transpiration par la culture et de l'évaporation du sol. Elle consiste aussi en un appareillage de mesure des bilans d'énergies au niveau du champ et des gradients de température de l'air et de la pression de vapeur. Le procédé et l'appareillage permettent de mesurer séparément les consommations en eau par la transpiration de la culture et par l'évaporation du sol pour une gestion efficace de l'eau d'irrigation. Cette invention peut être utilisée pour la gestion de l'irrigation, la détermination des besoins en eau des cultures, la détermination de trains techniques pour la conduite agronomique des cultures et des cultures alternées, le choix des variétés à cultiver dans une région donnée, avec l'objectif de l'augmentation des rendements et l'amélioration de l'efficacité d'utilisation en eau des cultures au champ.

L'appareillage consiste en une station de mesure de la radiation nette au dessus du couvert (Fig. 1, 10), de la différence de température de l'air et de la pression de vapeur entre deux niveaux au dessus du couvert végétal (Fig. 1, 8-9), et du flux de chaleur du sol (Fig. 1, 1-2-3). Ces mesures combinées permettent le calcul de l'évapotranspiration au niveau du champ cultivé par le biais du Bowen Ratio. Il consiste aussi en la mesure de la radiation nette au dessus du sol (Figure 1, 6) et de la différence de température de l'air et de la pression de vapeur entre deux niveaux au dessus de la surface du sol. Ces mesures

combinées permettent le calcul de l'évaporation du sol par le biais du Bowen Ratio au niveau du sol. Enfin, la transpiration par la culture peut être calculée par différence entre l'évapotranspiration et l'évaporation du sol au niveau du champ cultivé.

Le procédé pour la gestion de l'irrigation consiste à déterminer la date et la dose d'irrigation suivant des rapports pré-établis entre la transpiration par la culture et l'évapotranspiration au niveau du champ cultivé. Ces rapports sont établis suivant la culture, la région, le climat et l'objectif de l'agriculteur ou le gestionnaire d'eau dans un périmètre irrigué. Cette technique est utile pour la gestion de l'irrigation au niveau des périmètres irrigués et pour la recommandation de matériaux ou de trains techniques au niveau des zones pluviales.

Les principes théorique (formulation théorique du budget énergétique au niveau du champ cultivé, de la surface du sol et du couvert végétal) et pratique (obtention des mesures) de la présente invention sont expliqués par les équations suivantes :

a. Le budget énergétique au niveau du champ cultivé

Le budget énergétique au niveau du champ peut être exprimé par l'équation suivante:

$$R_n = \lambda E + H + G \quad (1)$$

où R_n est la radiation nette mesurée au dessus du couvert végétal (Figure 1, 10), λE est le flux de chaleur latente, H est le flux de chaleur sensible, et G est le flux de chaleur du sol mesuré (Figure 1, 1-2-3), (toutes les unités en W m^{-2}).

La séparation des énergies entre λE et H est déterminée par la méthode de Bowen Ratio Energy Balance Technique-BREB par le biais du Bowen Ratio β et les mesures des différences de température de l'air et de la pression de vapeur au dessus du couvert végétal (Figure 1, 8-9) comme suit:

$$\beta = \gamma \frac{\Delta T}{\Delta e} \quad (2)$$

ou ΔT et Δe sont les différences de température de l'air et de la pression de vapeur entre deux niveaux, γ est la constante psychrométrique ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$).

b. Le budget énergétique au niveau de la surface du sol

Le budget énergétique au niveau de la surface du sol peut être exprimé par l'équation suivante:

$$R_{ns} = \lambda E_s + H_s + G \quad (3)$$

où R_{ns} est R_n mesurée au dessus de la surface du sol (Figure 1, 6), λE_s est le flux de chaleur latente de la surface du sol, et H_s est la chaleur sensible de la surface du sol déterminés par le biais du ratio de Bowen au niveau du sol et par la mesure des différence

de température de l'air et de la pression de vapeur entre deux niveaux au dessus de la surface du sol (Figure 1, 4-5), (toutes les unités en $W m^{-2}$).

Le ratio de Bowen à la surface du sol (β_s) est calculé par l'équation suivante:

$$\beta_s = \frac{H_s}{\lambda E_s} \quad (4)$$

c. Le bilan énergétique au niveau du couvert végétal

Le budget énergétique au niveau du couvert végétal peut être exprimé par l'équation suivante:

$$R_{nc} = \lambda E_c + H_c \quad (5)$$

où R_{nc} est R_n absorbée par le couvert végétal, et λE_c et H_c sont les flux de chaleur latente et sensible du couvert végétal (toutes les unités en $W m^{-2}$).

Le flux de chaleur latente du couvert végétal est calculé par l'équation suivante:

$$\lambda E_c = \lambda E - \lambda E_s \quad (6)$$

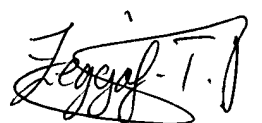
REVENDICATIONS

On revendique le procédé et l'appareillage caractérisé en ce que:

1. Un procédé de gestion de l'irrigation des cultures au champ, comprenant :
 - a) La mesure et la détermination du bilan énergétique au dessus du couvert végétal pour le calcul de l'évapotranspiration de la culture au champ.
 - b) La mesure et la détermination du bilan énergétique au dessus de la surface du sol pour le calcul de l'évaporation du sol au champ.
 - c) Le calcul de la transpiration du couvert végétal par différence entre l'évapotranspiration et l'évaporation du sol dans une culture au champ.
 - d) La détermination de la date et la dose d'irrigation à partir du rapport entre la transpiration de la culture et de l'évapotranspiration au niveau du champ. Ce rapport est pré-établi selon la région, la culture, le climat, et l'objectif de l'agriculteur ou le gestionnaire de l'eau.
2. Le procédé comme décrit dans la revendication 1 et par laquelle des seuil sont définis pour le rapport entre la transpiration de la culture et l'évapotranspiration au champ. Ces seuils sont établis pour le déclenchement de l'irrigation.
3. Un appareillage consistant en une station de mesure pour la gestion de l'irrigation au champ qui comprend :
 - a) Des plaques de mesure de flux de chaleur dans le sol.

- b) Des psychromètres ventilés pour la mesure de la différence de température de l'air et de la pression de vapeur au dessus de la surface du sol.
- c) Un instrument pour la mesure de la radiation nette au niveau de la surface du sol.
- d) Un datalogger ou centrale de collecte des données mesurées.
- e) Des psychromètres ventilés pour la mesure de la différence de température de l'air et de la pression de vapeur au dessus de la culture au champ.
- e) Un instrument pour la mesure de la radiation nette au dessus de la culture au champ.
- f) Un anémomètre pour la mesure de la vitesse du vent.

Le procédé pour la gestion de l'irrigation consiste à déterminer la date et la dose d'irrigation suivant des rapports pré-établis entre la transpiration par la culture et l'évapotranspiration au niveau du champ cultivé. Ces rapports sont établis suivant la culture, la région, le climat et l'objectif de l'agriculteur ou le gestionnaire d'eau dans un périmètre irrigué. Cette technique est utile pour la gestion de l'irrigation au niveau des périmètres irrigués et pour la recommandation de matériaux ou de trains techniques au niveau des zones pluviales.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Feyyaz T. J.', enclosed within a simple rectangular box.