



(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication :
MA 39584 B1

(51) Cl. internationale :
**A01C 21/00; E02D 17/20;
A01G 1/00**

(43) Date de publication :
30.04.2019

(21) N° Dépôt :
39584

(22) Date de Dépôt :
28.12.2016

(71) Demandeur(s) :
**SOCIETE NATIONALE DES AUTOROUTES DU MAROC, CHARIA AZAITOUNE
SECTEUR 22 HAY RIAD RABAT BP 6526 HAY RYAD (MA)**

(72) Inventeur(s) :
DERRADJI ABDELKRIM ; CHAOUKI FAIZ

(74) Mandataire :
DERRADJI ABDELKRIM

(54) Titre : **DISPOSITIF DE FIXATION DES SOLS UTILISANT UN PAILLAGE DE PAILLES
FIXE PAR GRILLAGE ET UN PROCEDE D'ENCEMENCEMENT DES TALUS POUR LA
LUTTE CONTRE L'EROSION HYDRIQUE**

(57) Abrégé : La présente invention concerne un dispositif de fixation des sols utilisant n paillage de pailles fixé par grillage pour la lutte contre l'érosion hydrique des sols, et un procédé d'ensemencement des talus visant le même objectif. La technique combinant le dispositif et le procédé consiste à utiliser des matériaux inoffensifs pour la nature et permet d'assurer un double rôle: La fixation des sols par le paillage avec canisse de roseau. Cette fixation est éphémère et censée disparaître avec le temps au même rythme de la biodégradation des éléments qui la compose. Mais d'ici là, cette fixation retient la terre et offre les conditions nécessaires à la poussée des semences qui y abritent. L'ensemencement des talus avec une composition de semences finement choisie et testée. Le procédé d'ensemencement des talus utilise le dispositif de fixation est réalisé selon les étapes suivantes: • Etape 1 : Préparation du sol du terrain sensible à l'érosion • Etape 2 : Etalement de paille sur le terrain • Etape 3 : Semis • Etape 4 : Fixation de la paille par un fin grillage métallique fixé par crochets en fer

DISPOSITIF DE FIXATION DES SOLS UTILISANT UN PAILLAGE DE PAILLES FIXE PAR GRILLAGE ET UN PROCÉDE D'ENSEMENCEMENT DES TALUS POUR LA LUTE CONTRE L'ÉROSION

RESUME

La présente invention concerne un dispositif de fixation des sols utilisant un paillage de pailles fixé par grillage pour la lutte contre l'érosion hydrique des sols, et un procédé d'ensemencement des talus visant le même objectif. La technique combinant le dispositif et le procédé consiste à utiliser des matériaux inoffensifs pour la nature et permet d'assurer un double rôle :

- La fixation des sols par le paillage avec canisse de roseau. Cette fixation est éphémère et censée disparaître avec le temps au même rythme de la biodégradation des éléments qui la compose. Mais d'ici là, cette fixation retient la terre et offre les conditions nécessaires à la poussée des semences qui y abritent.
- L'ensemencement des talus avec une composition de semences finement choisie et testée.

Le procédé d'ensemencement des talus utilise le dispositif de fixation est réalisé selon les étapes suivantes :

- Etape 1 : Préparation du sol du terrain sensible à l'érosion
- Etape 2 : Etalement de paille sur le terrain
- Etape 3 : Semis
- Etape 4 : Fixation de la paille par un fin grillage métallique fixé par crochets en fer

DISPOSITIF DE FIXATION DES SOLS UTILISANT UN PAILLAGE DE PAILLES FIXE PAR GRILLAGE ET UN PROCÉDE D'ENCEMENSEMENT DES TALUS POUR LA LUTE CONTRE L'ÉROSION

DESCRIPTION

La présente invention concerne un procédé de fixation des sols pour la lutte contre l'érosion hydrique.

Le domaine de l'invention et problème technique soulevé :

L'érosion hydrique des sols est un processus naturel responsable du transport et de la redistribution des sols sous l'action du ruissellement des eaux de pluies. Au Maroc, l'érosion hydrique est une menace majeure des infrastructures d'aménagement et requiert actuellement beaucoup d'intérêt de la part des décideurs. Ceci se répercute sur la réalisation des plans du développement et de l'aménagement du territoire compte tenu des conséquences fatales qui risquent d'atteindre la stabilité des sols, la qualité des eaux, la pérennité de certains ouvrages tels que les barrages et les routes, etc.

L'érosion hydrique est également la source principale des matières en suspension (MES). Un transfert excessif de ces matières peut avoir des effets indésirables sur la stabilité des ouvrages de génie civil. En effet la concentration de ces matières accroît la gravité des inondations.

Ce phénomène prend de l'ampleur et s'amplifie avec le changement climatique, vu que nous sommes face à une augmentation importante des périodes de canicule et de sécheresse interrompues par des événements extrêmes de fortes précipitations, ce climat dérégulé provoque le détachement des MES et favorise leurs transports.

Les aménagements du territoire et notamment les infrastructures de transport créent une cicatrice dans le milieu naturel ce qui peut avoir des répercussions indésirables, si on n'opère pas les corrections nécessaires à temps et avec des techniques efficaces et durables. A défaut de rétablir l'équilibre naturel, l'érosion hydrique impacte considérablement les infrastructures de transport à cause du ravinement qui grignote dans le corps des ouvrages et à cause de l'obturation des systèmes d'assainissement résultant des dépôts solides.

L'érosion hydrique affecte les sols en général et notamment les sols agricoles, et touche en particulier les ouvrages d'aménagement des territoires (routes, autoroutes, voies ferrées, barrage, port ...)

La fixation des sols est un objectif recherché pour faire face au problème de l'érosion hydrique, néanmoins l'étendue des surfaces à traiter et qui se comptent par des hectares nécessite de faire appel à des techniques ingénieuses qui sont moins coûteuses et respectueuses de l'environnement. La présente invention prétend apporter la technique la plus adaptée.

L'état de la technique antérieur :

L'ingénieur civil conçoit ses ouvrages d'une façon à limiter au maximum possible l'impact de l'érosion hydrique, notamment assurer des pentes adoucies des talus afin de défavoriser le départ des matériaux, voire implanter des ouvrages de fixation comme les parois en béton projeté ou des ouvrages de rétention des matériaux aux pieds du talus. Cependant le phénomène reste plus préoccupant pour l'exploitant des ouvrages à cause des opérations fréquentes à mener pour remédier aux dégâts des crues. D'autant plus lorsque les surfaces à traiter sont importante où le problème du coût s'impose.

Des techniques traditionnelles ont été développées par les paysans dans le but de conserver les sols agricoles sans que ces techniques soient cataloguées ni industrialisées, et nous notons une grande variété de techniques ce qui témoignent de l'adaptation de l'Homme aux conditions du milieu. Parmi ces techniques on cite :

- Les rampes de pailles : la mise en place des barrières de pailles.
- Le paillage : consiste à étaler de la paille sur les terrains sensibles à l'érosion
- Le billonnage : le billonnage parallèle aux courbes de niveau
- Les cordons de pierres : ce sont des obstacles pierreux et poreux

On note aussi d'autres techniques de génie civil plus élaborées qui utilisent des matériaux synthétiques afin de stabiliser les talus, et consistent à substituer les sols sensibles par un matériau filtrant reposant sur un matériau synthétique retenant les sols des couches inférieures. Ces techniques sont coûteuses et moins respectueuses de l'environnement, et ne peuvent être appliquées que ponctuellement.

Notre invention représente une version hybride de la technique de paillage.

La solution apportée par l'invention :

La végétalisation des talus est un procédé du génie biologique qui a fait preuve de son utilité face au phénomène ainsi que de son respect de l'environnement et son coût promoteur. L'objet de notre invention est d'introduire une technique de lutte contre l'érosion hydrique qui allie la fixation des sols et leurs végétalisation. En effet, cette technique inventée utilise des matériaux inoffensifs pour la nature et permet d'assurer un double rôle :

- la fixation des sols par le paillage avec paille fixée par grillage fin de fer: qui est éphémère et censée disparaître avec le temps au même rythme de la biodégradation des éléments qui la compose. Mais d'ici là, cette fixation retient la terre et offre les conditions nécessaires à la poussée des semences qui y abritent.
- La végétalisation : une composition de semences finement choisie et testée permettra de végétaliser les talus.

Dans la suite on va décrire les étapes de la technique :

Etape 1 : Préparation du sol du talus

Le talus doit être scarifié à l'aide d'outil manuel ou mécanique à dent (râteau ou herse). Si le talus est déjà raviné, combler les ravins par un apport de terre prélevée sur le même talus ou du haut du talus.

Etape 2 : Etalement de paille sur talus

La paille est étalée sur le talus préalablement fertilisé avec un engrais composé, du type 14-28-14 à raison de 100 kg/ha, et amendé avec du compost ou du fumier à raison de 20 t/ha, soit 2kg/m² et semé avec un mélange à préparer en fonction des conditions édapho-climatiques de chaque site cible.

Etape 3 : Semis

Procéder au semis à la volée avant l'épandage de la paille avec un mélange composé de :

- 10% de semences d'arbustes : *Atriplex* sp., *Medicago arborea*, *Coronilla glauca*, *Spartium junceum*, *Telinetinifolia*, *Acacia* sp., *Retama* sp., *Calycotum villosa*, *Cytisus* sp., *Cistus* sp., etc. (le choix de l'espèce dépend de la nature du sol du talus) ;
- 20% de semences de céréales du type orge ou avoine ;
- 20 à 30% de semences de légumineuse : *Medicago* sp. *Trifolium* sp. *Onobrychis vicifolia*, *Hedysarum coronarium*, *Psoralea bituminosa*, *Lotus* sp. ;
- 40% de semences de vivaces : graminées pérennes (*Lolium*, *Festuca*, *Dactylis*, *Chloris*), *Sanguisorbaminor*, *Lavandula* sp. *Plantago* sp., *Rumex* sp., *Calandula* sp. *Papavum* sp. *Eschscholzia*, etc. (le choix de chacune de ces espèces dépend de la nature du sol du talus).

La densité du semis est d'environ 20 à 30 Kg/ha.

Les espèces végétales sont choisies selon les critères suivants : adaptation aux conditions édapho-climatiques (sols et climat), résistance à l'érosion et valeur ornementale. Le semis à grande échelle des espèces sélectionnées nécessite toutefois la mise en œuvre d'un programme de multiplication de semences pour couvrir les grandes surfaces des talus.

Etape 4 : Fixation de la paille

Le revêtement de paille doit être réparti de façon homogène le long du talus, à l'aide de râteaux ou par simple piétinement. La paille est stabilisée sur le talus par un fin grillage métallique fixé à l'aide de crochets en fer.

Résultats

1ère pluies : après les pluies, on note en général une bonne germination, particulièrement chez les graminées. Les légumineuses et autres espèces multi fleurs (semences sauvages) germent plus lentement en fonction du pouvoir germinatif des semences et des conditions climatiques. Plus il fait froid, moins le taux de germination est élevé. Le rôle de la paille est entre autres, la création d'un microclimat permettant d'améliorer le taux de germination et d'émergence des espèces. Si l'année est suffisamment pluvieuse, la plupart des espèces produiront suffisamment de semences pour constituer un stock de semences devant assurer la régénération durant les années ultérieures.

Les semences d'arbustes sont en général les dernières à germer et peuvent même rester plusieurs années avant de pouvoir donner des plantules évoluant en arbustes. Ce sont ces arbustes qui assureront la couverture définitive des talus.

L'opération de paillage assure plusieurs avantages:

- Réduire l'érosion splash moyennant l'atténuation de l'énergie cinétique des gouttes de pluies ;
- Améliorer les caractéristiques mécaniques du sol notamment sa cohésion ;
- Favoriser l'infiltration en augmentant l'absorption de l'eau ;

- Assurer l'apport en matière organique nutritive ;
- Atténuer l'évaporation de l'eau, permettant aux plantes semées de bien se maintenir sur le talus

Entretien

Après maturité des annuelles (céréales), il est nécessaire de procéder à une coupe, simple à réaliser, pour éviter le risque d'incendie.

Si la première année d'installation est particulièrement sèche, il est vivement recommandé de procéder à un nouveau semis durant la prochaine campagne.

Les applications industrielles possibles :

La technique s'avère très prometteuse, aussi bien par son coût faible, que par son esthétique, s'intégrant parfaitement au paysage. Cette technique a été testée et a donné d'intéressants résultats, permettant de passer à une utilisation à plus grande échelle, sur les talus à risques de plusieurs tronçons de l'autoroute.

Cette technique trouve un large champ d'application et offre une solution efficace pour faire face au problème de l'érosion hydrique, notamment la fixation des sols en général pour stopper leur déplacement accéléré par les averses fortes dues au changement climatique. La même technique servira aussi à stabiliser les sols des talus des routes, autoroutes, voies ferrées, LGV etc. et contribuera certainement à la stabilisation des sols aux environs des ports et des barrages.

DISPOSITIF DE FIXATION DES SOLS UTILISANT UN PAILLAGE DE PAILLES FIXE PAR GRILLAGE ET UN PROCÉDE D'ENCEMENCEMENT DES TALUS POUR LA LUTE CONTRE L'ÉROSION

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de fixation des sols pour la protection contre l'érosion hydrique (1), caractérisé en ce qu'il est formé de paillage de pailles fixé au sol par grillage. Le dispositif de fixation constitue un abri d'une composition de semences adaptées.
2. Dispositif de fixation des sols selon la revendication (1), caractérisé en ce que le paillage est fixé au sol par un grillage en fil métallique de faible diamètre avec un maillage de l'ordre de 2 cm, le grillage est fixé au sol par des crochets ronds de 6 mm d'épaisseur en fer ancré à plus de 50cm dans le sol, les crochets sont inter-distants de 2 m
3. Procédé d'ensemencement des talus pour la lute contre l'érosion comprenant au moins les quatre étapes suivantes :
 - A. Une première étape qui consiste à préparer le sol du talus par scarification à l'aide d'outil manuel ou mécanique à dent (râteau ou herse). Si le talus est déjà raviné, combler les ravins par un apport de terre prélevée sur le même talus ou du haut du talus.
 - B. Une deuxième étape durant laquelle on procède au semis à la volée du talus, ou par projection.
 - C. Une troisième étape visant l'étalement du paillage sur le talus.
 - D. Une quatrième étape pour la fixation du grillage par des crochets en fer.
4. Procédé selon la revendication (3) caractérisé en ce que le talus est préalablement fertilisé avec un engrais composé, du type 14-28-14 à raison de 100 kg/ha, amendé avec du compost ou du fumier à raison de 10 t/ha, soit 1kg/m² et semé avec un mélange.
5. Procédé selon la revendication (3), caractérisé par un mélange de semis composé de :
 - 10% de semences d'arbustes : *Atriplex sp.*, *Medicago arborea*, *Coronilla glauca*, *Spartium junceum*, *Teline linifolia*, *Acacia sp.*, *Retama sp.*, *Calycotum villosa*, *Cytisus sp.*, *Cistus sp.*, etc. (le choix de l'espèce dépend de la nature du sol du talus) ;
 - 20% de semences de céréales du type orge ou avoine ;

- 20 à 30% de semences de légumineuse : *Medicago sp.*, *Trifolium sp.*, *Onobrychis vicifolia*, *Hedysarum coronarium*, *Psoralea bituminosa*, *Lotus sp.* ;
- 40% de semences de vivaces : graminées pérennes (*Lolium*, *Festuca*, *Dactylis*, *Chloris*), *Sanguisorba minor*, *Lavandula sp.*, *Plantago sp.*, *Rumex sp.*, *Calandula sp.*, *Papavum sp.*, *Eschcolzia*, etc. (le choix de chacune de ces espèces dépend de la nature du sol du talus).

La densité du semis du mélange totale est d'environ 100 à 150 kg/ha, selon la composition finale retenue par talus.



**RAPPORT DE RECHERCHE
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**
(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et
complétée par la loi 23-13)

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 39584	Date de dépôt : 28/12/2016
Déposant : SOCIETE NATIONALE DES AUTOROUTES DU MAROC	
Intitulé de l'invention : DISPOSITIF DE FIXATION DES SOLS UTILISANT UN PAILLAGE DE PAILLES FIXE PAR GRILLAGE ET UN PROCÉDE D'ENCEMENSEMENT DES TALUS POUR LA LUTTE CONTRE L'EROSION HYDRIQUE	
Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.	
Les documents brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site http://worldwide.espacenet.com , et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu.	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport <input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité <input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés	
Partie 2 : Rapport de recherche	
Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de clarté <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications dont aucune recherche significative n'a pu être effectuée <input type="checkbox"/> Cadre 7 : Défaut d'unité d'invention	
Examineur: L. BELCAID	Date d'établissement du rapport : 13/04/2017
Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00	

Partie 1 : Considérations générales

Cadre 1 : base du présent rapport

Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Description
5 Pages
- Revendications
5
- Planches de dessin
0 Pages

Partie 2 : Rapport de recherche

Classement de l'objet de la demande :

CIB : E02D17/20 ; A01C21/00 ; A01G 1/00

Bases de données électroniques consultées au cours de la recherche :

EPOQUE, Orbit

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
X	https://web.archive.org/web/20160516084309/http://www.biogreensolutions.fr/produits/gamme-greenfix/rockmat/ ; GREENFIX ; 16-05-2016	1-2
A	ICSE6 Paris :« La lutte contre l'érosion des talus autoroutiers par des méthodes bio-écologiques » ; <i>A.Alfaiz, A. Derraj et al.</i> ; 31-08-2012 <i>Tout le document</i>	3-5
A	Article : " Les techniques d'engazonnement des talus d'autoroute" ; P. HENENSAL ; 1972 http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/20601/RFF_1972_2_141.pdf?s	3-5
A	US2007269275 ; GREENFIX AMERICA [US] ;2007-11-22 <i>Tout le document</i>	1-5
A	CN101485282 ; UNIV ANHUI AGRICULTUR [CN] ; 2009-07-22 <i>Abrégé</i>	3-5

***Catégories spéciales de documents cités :**

-« X » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
-« Y » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
-« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
-« P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs
-« E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité*Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle*

Nouveauté (N)	Revendications 3-5	Oui
	Revendications 1-2	Non
Activité inventive (AI)	Revendications 3-5	Oui
	Revendications 1-2	Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-5	Oui
	Revendications aucune	Non

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

- D1: <https://web.archive.org/web/20160516084309/http://www.biogreensolutions.fr/produits/gamme-greenfix/rockmat/>
- D2: ICSE6 Paris : « La lutte contre l'érosion des talus autoroutiers par des méthodes bio-écologiques »
- D3: " Les techniques d'engazonnement des talus d'autoroute" ;
http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/20601/RFF_1972_2_141.pdf?s

1. Nouveauté (N) :

1.1- Le document D1 divulgue un dispositif de fixation des sols pour la protection contre l'érosion hydrique, formé de paillage de pailles fixé au sol par grillage. Ce dispositif constitue un abri d'une composition de semences.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 n'est pas nouveau conformément à l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

1.2- Egalement, toutes les caractéristiques de la revendication 2 sont divulguées dans D1, d'où l'objet de la revendication 2 n'est pas nouveau conformément à l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

1.3- Aucun des documents cités ci-dessus ne divulgue un procédé d'ensemencement des talus pour la lutte contre l'érosion comprenant toutes les caractéristiques tel que décrit dans les revendications 3-5. D'où l'objet des revendications 3-5 est nouveau conformément à l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

2. Activité inventive (AI) :

Le document D2, qui est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet des revendications 3-5, divulgue un procédé d'ensemencement des talus pour la lutte contre l'érosion en utilisant des engrais et un mélange de semis composé des types de semences décrites dans la revendication 5.

L'objet des revendications 3-5 diffère du procédé divulgué dans D2 en ce que :

- l'engrais utilisé est un engrais composé du type 14-28-14 à raison de 100kg/ha, amendé avec du compost ou du fumier à raison de 10t/ha, soit 1kg/m²
- la composition du mélange de semis est constituée de : 10% de semences d'arbustes, 20% de semences de céréales, 20 à 30% de semences de légumineuse et 40% de semences de vivaces avec une densité totale de 100 à 150 kg/ha.

Le problème que la présente invention se propose de résoudre peut donc être considéré comme proposer une technique bio-écologique pour la lutte contre l'érosion hydrique.

Cette solution proposée est considérée comme impliquant une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13. En effet, aucun des documents de l'état de l'art ne divulgue l'étape de fertilisation au préalable du talus avec un engrais composé ni l'utilisation d'un tel mélange de semis spécifique composé de plusieurs types de semences, et l'homme du métier n'a aucune incitation directe à partir desdits documents pour arriver au même résultat.

3. Possibilité d'application industrielle (PAI) :

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.