

## LA TECHNOLOGIE DES PRATI ARMATI® - RELATION TECHNIQUE

### Pag. 1 indice

- p. 2 La technologie des PRATI ARMATI® pour le contraste à l'érosion et la ré-naturalisation
- p. 2 Quoi sont les PRATI ARMATI®
- p. 2 Où s'utilisent
- p. 2 La technique d'implantation
- p. 3 Quoi inclut le traitement avec PRATI ARMATI®
- p. 3 Le mélange utilisé pour la semences/hydro-semences
- p. 3 Quelques caractéristiques des essences herbacées
- p. 4 Quoi font les PRATI ARMATI®
- p. 4 Quoi ne font pas
- p. 5 Limites d'application
- p. 5 En quelles conditions pédoclimatiques résistent
- p. 5 Les avantages
- p. 5 N'envahissent pas
- p. 6 Ne nécessitent de manutention
- p. 6 Tolèrent les terrains salins et végètent aussi au bord de la mer
- p. 7 Résistent à submersion prolongées
- p. 7 Repoussent après les incendies
- p. 7 Soustraient des quantités énormes d'anhydride carbonique de l'atmosphère
- p. 8 Avantages par rapport aux autres plantes
- p. 9 Développement de la couverture végétale
- p. 9 Alternance dans les saisons
- p. 10 Ré-naturalisation
- p. 11 Comparaison avec les techniques traditionnelles anti-érosions
- p. 14 A quoi se combinent
- p. 14 Avantages dans les services d'inspection
- p. 15 Protection des filets métalliques à contacte
- p. 16 Protection des ouvrages de captation et réglementation des eaux
- p. 17 Réalisation d'ouvrages de captation et réglementation des eaux enherbées avec plantes herbacées à radication profonde
- p. 18 Protection et reverdissement des terres renforcées
- p. 18 Combinaison avec ouvrages de protection des berges
- p. 19 Combinaison avec gabions
- p. 19 Combinaison avec palissades
- p. 19 Ré-naturalisation de carrières et mines
- p. 20 Ré-naturalisation et mise en sécurité des décharges à pente
- p. 20 Les PRATI ARMATI® pour l'enherbement de remblais routiers et ferroviaires
- p. 23 Les plantes herbacées pérennes à radication profonde
- p. 23 Renforcement du sol parmi l'appart radical
- p. 24 Essais de traction et modèle mathématique
- p. 24 Plasticité du système sol-racines
- p. 25 Les PRATI ARMATI® réduisent la force érosive de la pluie battante
- p. 25 Imperméabilisation des versants
- p. 26 Ralentissement de la vitesse de ruissellement sur le sol
- p. 26 Réduction de la saturation hydrique des sols
- p. 27 Protection contre fissuration et crevasses
- p. 27 Réduction de l'érosion et du rousler lytique
- p. 28 Sur quels litho-types on peut appliquer les PRATI ARMATI®

# PRATI ARMATI®

contro la desertificazione e l'erosione dei suoli

## La technologie PRATI ARMATI® pour le contraste à l'érosion et la ré-naturalisation

La technologie PRATI ARMATI® est une innovante technologie verte, qui utilise exclusivement semences de particulières plantes herbacée pérennes qui sont dotées de particulières caractéristiques physiologiques et d'un appareil radical profond et résistant. Cette technologie est utilisée pour contraster l'érosion sur versants, escarpements routières, autoroutiers et ferroviaires, berges des fleuves et torrents et pour la récupération et ré-naturalisation de domaines détériorées tels que carrières, mines et décharges.

L'aspect plus intéressant de l'emploi de ces plantes est que grâce à leurs rusticité et capacité d'adaptation, c'est possible les utiliser toute seules pour bloquer l'érosion, sans terrain végétal de remblai, ni matériaux ou objets plastiques, etc.

L'implantation herbacée qu'en sort est naturelle, rustique et pérenne, ne nécessite donc ni de réensemencements continus ni de constante manutention.



Sicile – Escarpement sujet à érosion et de forte impact sur environnement



Sicile – L'escarpement ré-naturalisée avec les seules semailles de plante herbacées à radicalisation profonde.

## Quoi sont les PRATI ARMATI®

Sont semences de plantes herbacée pérennes à radication profonde aptes à tous les lithotypes et à tous les climats, utilisées contre l'érosion, la ré-naturalisation, la conservation du sol, la protection des ouvrages infrastructuraux et la restauration des domaines pollués.

## Où s'utilisent

- sur remblais et escarpement routières, autoroutières, ferroviaires;
- pour berges de lacs, fleuves, torrents, canaux;
- sur escarpement à côté de la mer;
- en carrières, mines, décharges, sites pollués.

## La technique d'implantation

La technique d'implantation PRATI ARMATI® varie par rapport aux chantiers. L'intervention se réalise parmi semailles à la main ou mécanisée ou hydraulique selon les caractéristiques du chantier. La méthode de semailles n'influence pas la réussite de l'intervention. Les semailles hydraulique (aussi dite hydro-semailles) consiste en distribuant un mélange d'eau, engrais, colles naturelles e semences PRATI ARMATI® sur la surface à traiter, en utilisant machines hydro-semeuses avec réservoir de 1.000 à 10.000 litres, montées sur camions ou chenilles. En domaines très étendus (supérieures aux 20.000 m<sup>2</sup>) et non accessibles en autre façon c'est possible utiliser les hélicoptères avec diffuseurs particuliers.



Semilles à la volée



Hydro-semilles en domaines facilement accessibles



Hydro-semilles avec tuyaux et grimpeurs



Hydro-semilles avec hélicoptères en domaines non accessibles

## Quoi inclut le traitement PRATI ARMATI®

Le traitement PRATI ARMATI® inclut l'intervention de semilles (ou hydro-semilles) et engraissement, avec garantie de enherbement au moins de 80% de la surface traités (exclus affleurement rocheux, murs, surfaces en asphalté etc...) et garantie de contraste à l'érosion. Sont aussi incluses les interventions de réensemencement et engrais en garantie pour n.3 années. Le prix final de vente inclus tous les matériaux (semences, engrais naturels etc), tous les travailleurs et les moyens nécessaires à effectuer les travaux.

## Le mélange utilisé pour la semilles/hydro-semilles

N'existe pas un mélange de semences standard, mais il vient fois par fois mis au point selon le caractéristiques de la végétation, climatiques et pédologiques du domaine à traiter. Le mélange utilisé inclut les semences techniques PRATI ARMATI®, les engrais naturels, les colles pour l'hydro-semilles dérivées de déchets végétaux et éventuellement amendements pour sols. La typologie des matériaux, les quantités et les proportions sont définies par rapport aux caractéristiques du chantier.

Les semences utilisées :

- sont semences de plantes herbacées pérennes, surtout autochtones, récupérables en nature ;
- sont semences de plantes appartenant surtout aux familles botaniques des graminacées et des légumineuses;
- viennent sélectionnés fois par fois en fonction des caractéristiques de la végétation et pédoclimatiques du site à traiter;
- sur demande du Client, peuvent être intégrées avec semences de fleurs, arbustes et arbres locaux pour favoriser la ré-naturalisation.

## Quelques caractéristiques des essences herbacées

- sont pérennes;
- sont rustiques;
- sont pionnières;
- sont fourragères;
- ne sont pas OGM;
- ne sont pas envahissantes;
- résistent à immersions prolongées;
- repoussent facilement après un incendie;
- ont un rapide développement même en conditions pédoclimatiques prohibitives;

# PRATI ARMATI®

contro la desertificazione e l'erosione del suolo

- possèdent un appareil radical avec:

- élevée vitesse de croissance;
- profondeur et densité élevée;
- racines fines et homogènes
- élevée résistance moyenne à traction (jusqu'à 205 MPa).

## Quoi font PRATI ARMATI®

- contrastent l'érosion et la désertification en réussissant à enherber même les litho-types plus stériles (argiles compactes, roches fracturées, sols pollués par hydrocarbures, en mélange avec la chaux etc.) sans aucun apport de terrain végétal ni utilisation des autres matériaux et objets synthétiques et non (géogrilles biomats, mulch, paillis en fibres, etc).
- si les susdits matériaux et objets plastiques sont déjà présents sur le site, sont masqués avec évidents avantages pour le paysage et en améliorent en outre la fonctionnalité et la durée;
- adoucissent l'impact des ouvrages civils sur environnement
- améliorent prestations, fonctionnalité et durée des ouvrages traditionnels et en réduisent la manutention;
- accélèrent la ré-naturalisation;
- sous-traitent élevées quantité de CO<sub>2</sub> de l'atmosphère en contribuant aux crédits stables du Protocole de Kyoto;
- incrémentent la résistance au cisaillement du sol et le facteur de sécurité;
- protègent et imperméabilisent les versants en cas de précipitations intenses;
- protègent le sol de fissurations et crevasses dus à phénomènes de retrait, grâce à la capacité d'ombre, et maintien de l'humidité et la réduction des chocs thermiques;
- vont diminuer la saturation des sols;
- transforment un sol fragile en un système plastique "sol-racines".



Autoroute A6 TO-SV- Les vieux géogrilles restées sombres pendant 15 années



Autoroute A6 TO-SV, intervention avec PRATI ARMATI®: l'érosion a été bloquée, l'escarpement à ré-naturalisée et les géogrilles noires ont été masquées par une épaisse couverture végétale

## Quoi ne font pas

Ne consolident pas pentes instables au point de vue géotechnique (c'est-à-dire ceux avec facteur de sécurité  $F_s < 1$ ) que doivent être au préalable être consolidés (le facteur de sécurité devra être  $> 1$ ) avec ouvrages d'ingénierie civile et de l'environnement (pali, terres renforcées, gabions, murs en béton armé, etc.) et puis traités avec PRATI ARMATI® pour contraster l'érosion et favoriser la ré-naturalisation.



## Limites de l'application

Les domaines où sera réalisée l'intervention avec PRATI ARMATI® devront pourtant:

- être stables au point de vue géotechnique ( $F_s > 1$ ) et donc, si nécessaire, devront être stabilisés avec ouvrages civils traditionnels;
- avoir pente maximale de 60° et donc, si nécessaire devront être ré-profiliés;
- avoir une surface avec une finition grossière;
- avoir opportunes ouvrages de réglementation et captation des eaux superficielles et profondes.

## Dans quelles conditions pédoclimatiques résistent

- températures comprises entre -40°C et +60 °C;
- en climat de arides à très humides;
- sur sols avec pH compris entre 4 et 10;
- sur tous lithotypes, même le plus stérile : argiles, limons, graviers, sables, flysch, remblais en mélange avec la chaux, remblais routiers et ferroviars en matériel aride etc ;
- sur sols pollués par métaux lourds et hydrocarbures;
- sur sols à salinité élevée.

## Les avantages

Les semailles se réalisent en très bref délai (même plusieurs hectares par jour),

- ne nécessitent pas de:
  - terrain végétal ajouté pour favoriser l'enracinement (végètent même sur terrains stériles);
  - matériaux synthétiques en ajoute tels que, géomats, géogrilles, biomats;
- ne présentent pas risques d'installation;
- tous les matériaux sont inoffensifs et naturels, les machines sont simples et sûres;
- ne nécessitent pas de manutention tels que irrigations, engraissement, coupure;
- empêchent le colmatage des ouvrages hydrauliques superficiels (ex. fossés et caniveaux), en évitant la manutention;
- améliorent leur efficacité antiérosive dans le temps;
- évitent le finissage des versants qui peuvent être laissés rugueux et grossiers;
- l'énergie dépensée pour contraster l'érosion et favoriser la ré-naturalisation sur 1 hectare de versant ou remblai, en utilisant seulement PRATI ARMATI, est d'environ 100 fois inférieure à toutes les autres techniques traditionnelles;
- sous-traitent de l'atmosphère jusqu'à 5 fois plus de CO<sub>2</sub> par rapport aux plantes herbacées utilisées dans hydro-semailles traditionnelles

## Ne sont pas envahissantes

Sont définies envahissantes les espèces que se propagent en manière incontrôlée et n'ont aucune utilité.

Les PRATI ARMATI ne sont pas envahissants et cela est démonstré sur toutes les interventions réalisées.

# PRATI ARMATI®

contro la desertificazione e l'erosione dei suoli



Centre Italie - Fabro (Terni) - Autoroute A1 Milan-Naples, est évidente la nette séparation entre le domaine avec semilles PRATI ARMATI® et celui non traité



Sardaigne - Florinas (Sassari) le domaine avec semilles PRATI ARMATI® et bien distingué et les plantes herbacées à radication profonde n'ont pas envahi les domaines circonstants

## Ne nécessitent pas de manutention

Une fois à régime, l'implantation PRATI ARMATI® n'a besoin d'aucune manutention, même pas de coupures, en annulant tous couts de gestion.

Ne nécessite d'irrigation, car les espèces végétales utilisées sont très résistantes à la siccité et à l'aridité.

Ne nécessitent pas d'engrais, grâce au mélange particulier utilisé, qui comprend aussi semences d'espèces herbacées fixatrices d'azote à radication profonde.

Ne nécessitent pas de coupures: même séchée la couverture végétale protège le versant des précipitations, aussi que le toit d'une paillote.

## Tolèrent les terrains salins et végètent aussi au bord de la mer



Nord Italie - Genova Voltri, implantation avec plantes herbacée à radication profonde au bord de la mer



Sardaigne - Alghero (Sassari), l'épaisse couverture végétale PRATI ARMATI® sur les côtes

## Résistent à submersions prolongées



Nord Italie - Pordenone, fleuve Noncello - inondation du 2002 L'implantation à résistée à la submersion durée plusieurs jours. A noter sur les arbres le limon déposé indice du niveau atteint par l'eau

Les plantes herbacées à radication profonde sont en mesure de résister à submersions même pour périodes prolongées.

Cette caractéristique les rend particulièrement aptes à la réalisation d'implantations anti-érosion et de protection des berges de fleuves et torrents, pour le revêtement végétal de canaux d'irrigation

## Repoussent après les incendies



Sardaigne - Florinas-Muros (Sassari) – PRATI ARMATI® après un incendie



Repousse après l'incendie

Les plantes herbacées à radication profonde sont capables de repousser après le passage du feu. Après un incendie n'est pas nécessaire intervenir avec une nouvelle semences, donc on aura une forte gaine économique. Quelques espèces utilisées, en plus, sont vertes en été, donc contrastent le développement et la propagation des incendies.

## Soustraient grandes quantités d'anhydride carbonique de l'atmosphère

Les plantes herbacées à radication profonde sont plantes à photosynthèse C4, à haute efficacité photosynthétique en mesure de soustraire jusqu'au 400% en plus de CO<sub>2</sub> de l'atmosphère par rapport aux plantes plus communes.



TYPOLOGIES VEGETALES	TONNES DE CO <sub>2</sub> ABSORBEES PAR HECTARE CHAQUE ANNEE (t ha <sup>-1</sup> année <sup>-1</sup> )
Foret de feuillus tempérée	20
Prairies tempérées	8
Récolte <i>annuelle</i> de maïs	41,5
<b>Implantations antiérosives <i>pérennes</i> de PRATI ARMATI®</b>	<b><u>Jusqu'à 40</u></b>

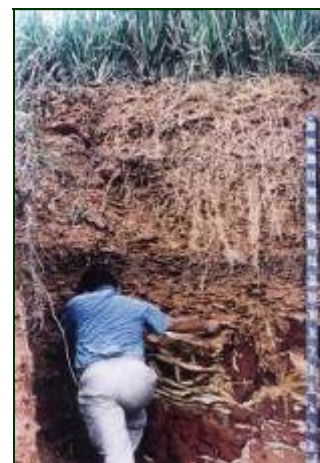
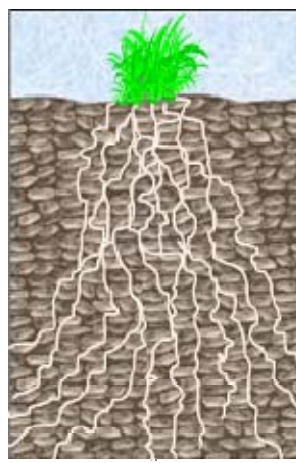
Capacité d'absorption de CO<sub>2</sub> des différentes typologies végétales exprimée en tons par hectare et par année

### Avantages par rapports aux autres plantes

1. Au même âge, les PRATI ARMATI® ont un appart radical beaucoup plus profond, fasciculé et résistant d'une plante herbacée commune.
2. Les espèces herbacées telles que les PRATI ARMATI®, à différences des arbres, ne surchargent le sol avec leur poids et en déclenchent phénomènes d'instabilité (le ceci dit "effet voile") dus à l'action des vents.
3. Les PRATI ARMATI® ont racines profondes, fines, homogènes et résistantes qui ne créent pas foisonnement du sol, tel que s'avère, par contre, pour quelques espèces arborées et arbustives.



La comparaison entre l'apparat radical d'une plante herbacée pérenne à radication profonde et d'une plante herbacée traditionnelle, 3 mois après semilles sur débris provenant de l'excavation de tunnels.



Avec le temps les racines des arbres augmentent soit en profondeur qu'en diamètre, en provoquant foisonnements et ruptures dans le sol

Le diamètre des racines PRATI ARMATI® reste par contre constant pour toute la longueur sans provoquer ruptures et foisonnements dans le sol

Prati Armati srl - ricerca - bioingegneria - tecnologia ambientali - via del Cavaliere, 18 - 20090 Opera (MI) - Italia

tel. +39 02.57619146 fax +39 02.57604165 info@pratiarmati.it www.pratiarmati.it

cap. soc. € 65.850,00 iv - iscritta al registro imprese di Milano al n. 03574380964

REA 1684984 - CF/P.IVA 03574380964



## Développement de la couverture végétale

La couverture végétale PRATI ARMATI® se présente au début à tache de léopard, pour se clôturer au fur et à mesure que l'implantation passe à régime, d'habitude après 12-24 mois.

Ce type de développement ce n'est pas une particularité des PRATI ARMATI® mais est typique de toutes les couvertures végétales, même dans un contexte urbain



Nord Italie - Villa d'Adda (Bergamo) – Développement de la couverture végétale PRATI ARMATI® au cours des 11 mois après semilles

## Alternance dans les saisons

L'aspect des plantes herbacées à radication profonde varie avec l'alternance des saisons, en se conformant à la végétation environnante.

Les plantes utilisées sont toutes pérennes et suivent le cycle naturel : jaunissent dans les périodes défavorables et revêtent quand les conditions reviennent favorables. Même si la partie épigée jaunisse et sèche, les plantes ne meurent pas, mais entrent en stase végétative. La stase végétative on l'a d'habitude dans la période d'été pour les espèces microthermies, tandis que pour les microthermies elle se vérifie pendant l'hiver.



Sardaigne - Escarpements routières à Florinas (Sassari) - Aspect des PRATI ARMATI® et des plantes locales pendant les différentes saisons

## Ré-naturalisation

Les PRATI ARMATI® peuvent favoriser le procès de ré-naturalisation. Se comportent en effet des organismes pionniers en végétant sur terrain stériles bloquant l'érosion : améliorent les conditions du sol, en le rendant apte à la colonisation des espèces déjà existantes telles que celles arbustive et arborées.

En fonction aux exigences du Client il est possible de:

- maintenir dans le temps l'implantation de seules plantes herbacées à radication profonde PRATI ARMATI®;
- accélérer le procès naturel de ré-naturalisation en sèment ensemble aux semences PRATI ARMATI® aussi semences florifères, arbustives et arborées de la flore locale : par exemple lentisque, genêt, myrte, ciste, etc. en domaine méditerranée ; mélèzes, sapins, pins, noyers, etc. dans domaines des alpes. Cette solution intégrée (semilles de semences PRATI ARMATI® et de semences d'arbustives et arborée de la flore locale permet d'obtenir une implantation anti-érosion et de ré-naturalisation.
- éviter les longues et couteuses opérations de transplantations d'essences arborées et arbustives que souvent viennent effectuées dans les interventions traditionnelles de blocage de l'érosion.
- éviter le typique aspect "géométrique" peu naturel des implantations arborées et/ou arbustives réalisées parmi transplantation de petites plantes en files parallèles.
- éviter les réensemencements continus dus aux fortes fumagines conséquentes à la transplantation
- réduire drastiquement le temps des travaux
- réduire drastiquement les couts énergétiques de l'implantation
- réduire drastiquement les risques de chantier
- rende possible l'exécution de l'implantation en chaque période de l'année permettant une optimale programmation du chantier
- annuler la manutention
- fournir une garantie de 10 années, qu'aucune autre technologie verte ne propose
- correspondre au procès naturel de ré-naturalisation
- éviter géométrie de transplantation que ne sont pas typiques de la nature
- laisse à la pédoclimatique locale le choix de la meilleure sélection des espèces



Nord Italie - Pordenone, fleuve Noncello – Ré-naturalisation du domaine traité avec PRATI ARMATI®



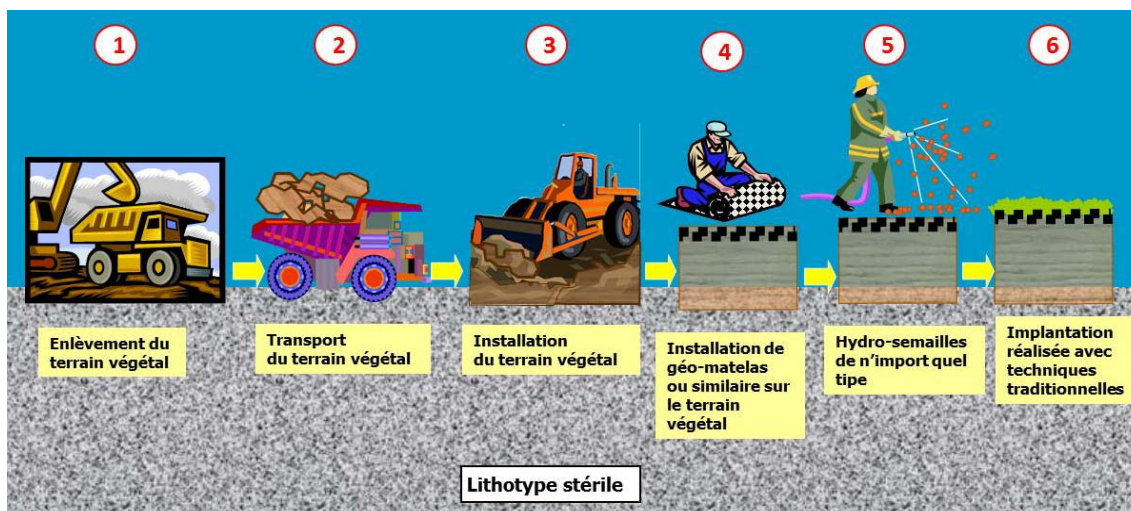
## Comparaison avec les techniques anti-érosion traditionnelles

Sur une surface d'un hectare une typique intervention anti-érosion avec techniques traditionnelles (géogrilles tridimensionnelles, 10 cm de terrain végétal, hydro-semilles de différents types avec ou sans mulch) prévoit le transport et l'utilisation de 1300 tons de matériaux et plusieurs semaines de travaux ; une intervention anti-érosion avec plantes herbacées pérennes à radication profonde prévoit l'utilisation de 12 tons de matériaux (semences, colles et engrais) et un seul jour de travail.

Les techniques antiérosives traditionnelles prévoient l'emploi des produits manufacturés synthétiques (géogrilles, etc.), biomats, outre que de terrain végétal de remblai destiné à fournir un substrat fertile pour l'enracinement de la végétation. Une typique implantations antiérosive est par exemple celle réalisée de la façon suivante: viennent étendues, sur l'escarpement sujet à l'érosion, géogrilles en matériel plastiques et viennent fixées avec des piquets métalliques enfoncés dans le sol. Sur les géogrilles vient après étendue une couche d'épaisseur variable de terrain végétal destiné à fournir un substrat fertile pour enracinement de la végétation (parfois les géogrilles viennent étendues sur le terrain végétal au lieu que sous). Vient ensuite exécutée une semilles de plantes herbacées traditionnelles (ray-grass d'Italie etc) et souvent aussi une transplantation d'essences arbustives et arborées pour favoriser la ré-naturalisation.

Surtout la mise en œuvre du terrain végétal comporte longues et couteuses phases de travail et une consommation énergétique assez élevée.

Avec les solutions traditionnelles les couts sont très élevés, les résultats insuffisants, les temps des travaux longs et risques considérables. Les phases de travail sont nombreuses : prélèvement du terrain végétal des sites même assez loin, transport jusqu'au chantier, dépôt et étalement du matériel sur les remblais positionnement des géomats ou similaires sur le terrain végétal et enfin hydro-semilles di tous type simple ou renforcée.



Solutions traditionnelles, plusieurs phase de travail : pour 10.000 mètres carrés et 10 cm de terrain végétal sont nécessaires : plusieurs semaines de travail et 1300 t de matériaux.

Le terrain végétal souvent n'est pas autochtone et peut contenir semences, rhizomes, mauvaises herbes, parasite, microorganismes même dangereux et nuisibles qui dans un ambient différent de celui d'origine peuvent devenir assez virulents. En outre est souvent caractérisé par paramètres géo-mécaniques insuffisants et l'implantation entière antiérosive réalisée en cette manière résulte instable, collapse et glisse aval pendant les précipitations intenses. Sont donc nécessaires interventions continues de manutention, complexes et onéreuses.

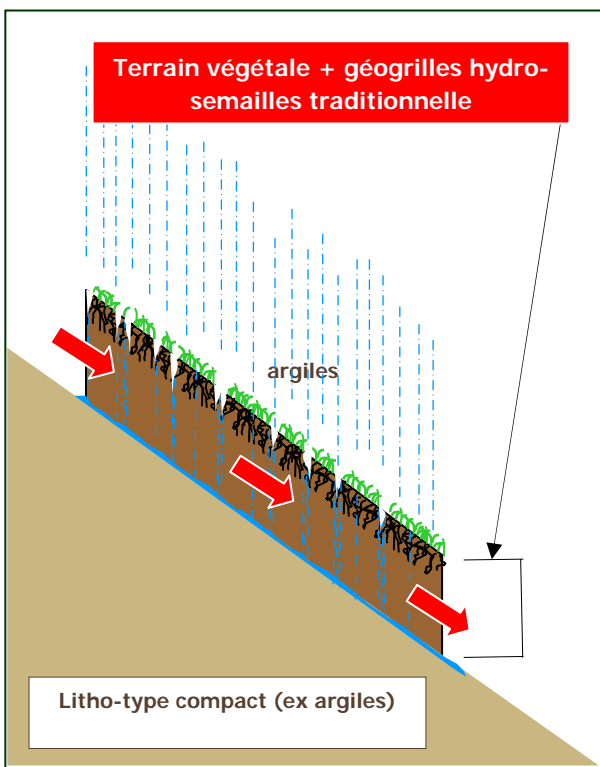




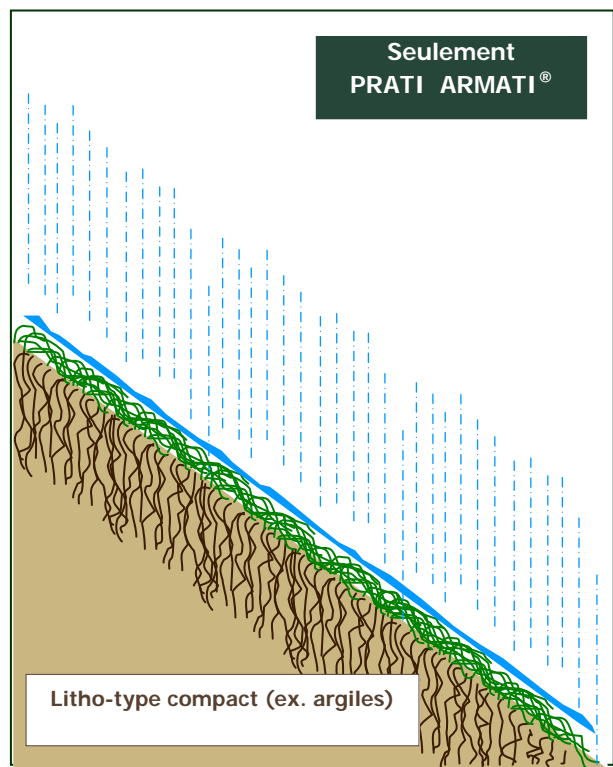
Collapse d'une implantation antiérosive réalisée avec terrain végétal + géogrilles + hydro-semilles traditionnelle + fils métalliques + fixation au moyen de piquets profonds



Collapse d'une implantation antiérosive réalisée avec clayonnage (treillis de bouture se saules).



Le terrain de remblai en cas de fort enherbement peut glisser aval



I PRATI ARMATI® s'ancrent profondément au litho-type originale même si penché, stérile et compact: ne sont même pas enlevés par les fortes précipitations et protègent le versant

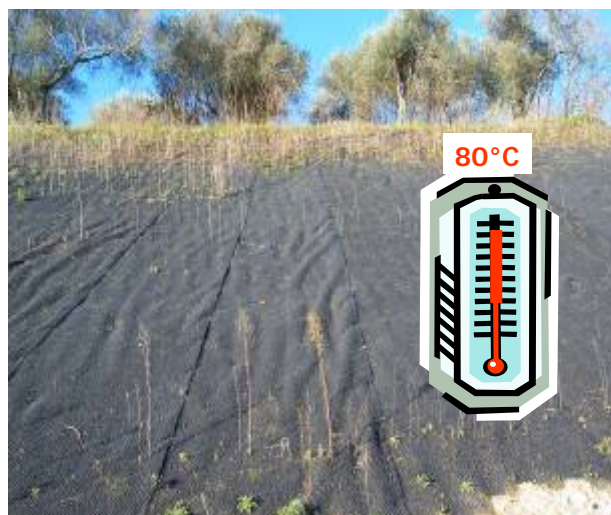
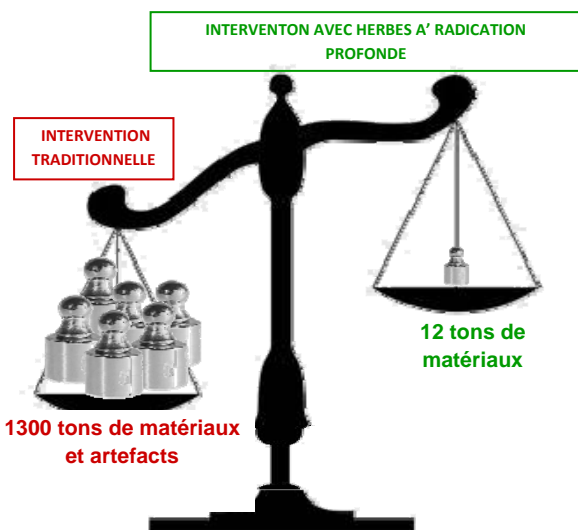
En utilisant seulement plantes herbacées à radication profonde on réduit drastiquement les couts de l'intervention anti-érosion, le volume des matériaux emplies, énergie, temps et risques de travail.

Par exemple pour traiter 10.000 mètres carrés (1 hectare) de terrain avec une classique solution traditionnelle (ex. géogrilles + hydro-semilles avec semences traditionnelles) sont nécessaires :

- 10 cm de terrain végétal (correspondantes a 1.300 tons)
- 12.000 mètres carrés de géomats en polypropylène (24 tons inclus les rebuts et les piquets de fixation),
- Environ 10 tons de matériaux pour les semilles traditionnelles (eau, semences, colles et engrais etc)

Pour un total de plus de **1300 tons de matériaux** et artefacts (seraient nécessaires 70 camions pour le transport) et plusieurs semaines de travail. Souvent est nécessaires réaliser une installation d'irrigation et la transplantation de petites plantes qui rendent l'opération encore plus couteuse, longue et complexe.

Pour traiter 10.000 mètres carrés avec les plantes herbacées à radication profonde sont nécessaires par contre seulement environ **12 tons de matériaux** (eau, semences, collants naturels, engrais) et seulement 1 journée de travail.



Matériaux nécessaires per l'intervention antiérosif sur un hectare. A gauche en rouge les interventions traditionnelles : plus de 1300 Tons de matériaux (terrain végétal + géo-grilles o similaires + semences + engrais. A droite en vert : interventions avec herbes à radication profonde : seulement 12 tons (eau, semences, engrais)

La température au sol à cause de la couleur noire des géomats peut atteindre 80°C en provoquant ustions aux plantes.....

Les artefacts plastiques utilisés dans les techniques antiérosives traditionnelles sont polluants e pas biodégradables : en effet avec le temps se détériorent sous l'action des agents atmosphériques en produisant fragmentations polymériques qui se mélangent au sol, peuvent finir dans les eaux souterraines ou être ingérés par la faune selvatique ou par le bétail au pâturage. L'utilisation de seules plantes herbacées à radication profonde pour contrôler l'érosion (type la technologie PRATI ARMATI®) rend par contre complètement naturelles et éco-compatibles les interventions antiérosives, qui en plus s'intègrent parfaitement avec l'environnement circonstant.

En outre, la température au sol, à cause de la couleur noire des géomats, peut atteindre 80°C en causant ustions aux plantes.



Géogrilles après 2 années de la mise en œuvre, dégradées par les agents atmosphériques



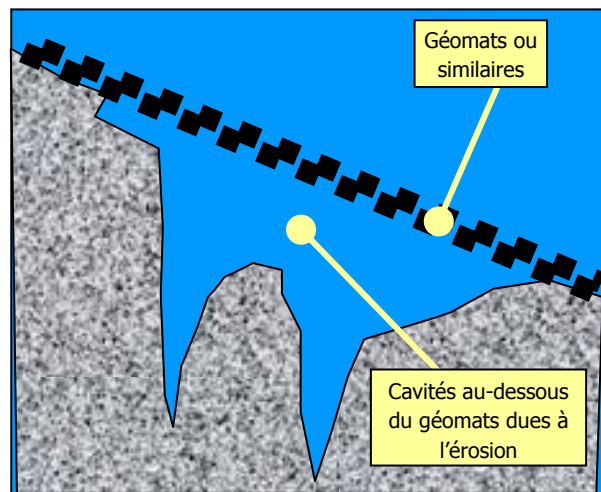
Implantation PRATI ARMATI® après 2 années les semailles

## Avantage des services d'inspection.

Les géogrilles, les biomats et similaires, étendues sur la pente sujet à l'érosion, masquent éventuelles cavités présentes sur le sol en le rendant de cette façon impossible voir la présence d'éventuels affaissements structuraux sur la pente qui, si pas arrangés, peuvent évoluer en glissements du sol et en coulées de boue et débris: cela est très important pour les Services d'Inspection et Contrôle du réseau routier et autoroutier.

Les géogrilles et les biomats masquent ces problèmes et ne permettent aux services d'inspection et manutention de voir aussitôt éventuels affaissements en cours au-dessous des géogrilles.

La réalisation d'une intervention antiérosive avec plantes herbacées pérennes à radication profonde ne pose pas problèmes de ce type car la couverture herbacée suit parfaitement le sol sans masquer éventuels affaissements, que donc sont parfaitement et immédiatement visibles aux Services d'Inspection et Contrôle.



Cavités sur la pente masquées par les géogrilles

## A quoi se combinent

La technologie PRATI ARMATI® peut être combinée à toutes les ouvrages d'ingénierie environnementale et civile utilisées pour la stabilisation des versants (ex. gabions, palissades, terres renforcées, filets de protection etc) pour améliorer l'impact sur l'ambiant et les prestations.

Les susdites ouvrages pour la stabilisation des versants entrent en fonction aussitôt leur réalisation, mais commencent à se dégrader du moment même où elles viennent installées et perdent dans le temps leur fonctionnalité.

Les plantes herbacées à radication profonde, par contre, nécessitent de plus temps pour développer leur action antiérosive et de ré-naturalisation, mais vont incrémenter progressivement leur efficacité dans le temps.



La combinazione entre les deux typologies va garantir:

- résultats immédiats;
- maintenance de l'efficacité dans le temps
- synergie des résultats.

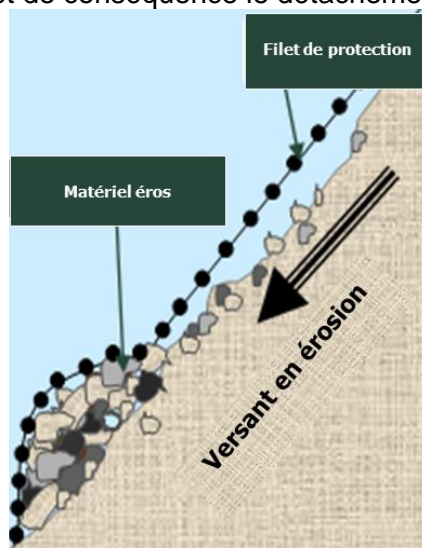
## Protection des filets de protection métalliques à contact

Les filets de protection à contact servent à bloquer la chute des blocs erratiques mais rien font contre l'érosion des matériaux plus fins où le continu enlèvement, à cause de la pluie, du vent, de la neige et du gel-dégel, déchausse au pied les blocs erratiques de grosses dimensions qui se détachent et tombent aval en faisant éventrer le filet qui perd donc sa fonctionnalité.

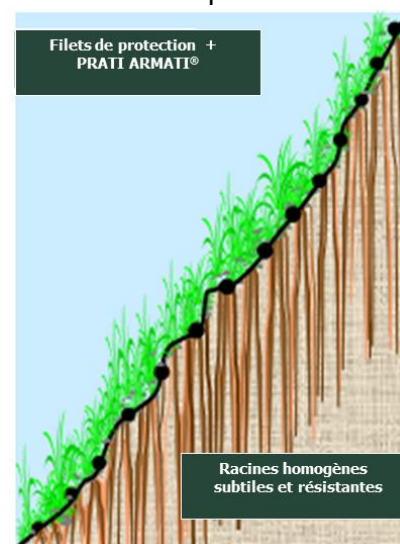
Les filets éventrés vont donc périodiquement vidés du matériel cumulé et ensuite remplacés, avec couts et risques de manutention élevés. Parfois s'abiment en manière irrémédiable et doivent être substitués.

Les PRATI ARMATI® semés sur les filets métalliques, bloquent l'érosion des matériaux plus fins, et créent, avec les racines compactes et subtiles, l'épaisse couverture, une sorte de "garniture" naturelle qui empêche l'érosion et l'éventrement des filets dû aux variations de température soit journalières que saisonnières et de conséquence le détachement des blocs erratiques

L'enracinement est garanti sur surfaces rocheuses de n'importe quelle nature, à condition que soient altérées et/ou fracturées, telles à permettre le développement et radical. Les racines subtiles et homogènes empêchent les foisonnements dans les lithotypes situés au-dessous, empêchent l'alourdissement du versant et le classique effet « coin » typique de la végétation arbustive et arborée. L'épaisse couverture, en plus de masquer les filets, va diminuer l'infiltration de l'eau, en créant une action de protection des versants, surtout si à risque, pendant l'évènement météorique critique.



Le décolllement continu du matériel des talus peut créer des accumulations des détritux qui font détacher et déformer les filets de protection à contacte qui perdent, de cette façon, leur fonctionnalité.



Les filets de protection à contacte protégés par PRATI ARMATI® restent adhérents à l'escarpement.



Orvieto (TR) – L'escarpement protégé par filets de protection, était sujet à forte érosion



Orvieto (TR) – après le traitement avec PRATI ARMATI®. L'érosion a été bloquée et le domaine est ré-naturalisé. Les filets de protection sont camouflés et protégés du déchaussement. Les plantes herbacées à radication profonde, avec leur racines, encrent le filet au sol.

## Protection des ouvrages de captation et réglementation des eaux

L'érosion provoque l'engorgement des ouvrages de captation et réglementation des eaux : fossés, caniveaux, pools de collection, etc. Les ouvrages de captation, engorgés, ou siphonnés deviennent insuffisants et favorisent l'infiltration de l'eau dans les versants, cause d'instabilité et affaissements mêmes profonds. Est nécessaire une manutention continue pour rétablir les caniveaux endommagés et pour vider l'engorgement avec élevés couts, temps et risques.

Les PRATI ARMATI® sont plantes herbacées à radication profonde qui bloquent l'érosion sur tout empêchent que le matériel éros engorge les caniveaux, fossés, pools de collection, en les maintenant propres et efficients et annulant les couts de manutention.



Affaissement de caniveaux réalisés avec nouettes sur remblais routières



Caniveaux réalisés avec nouettes sur remblais protégés par plantes herbacées à radication profonde





Autoroute A1 Milan-Naples. Les caniveaux s'engorgent en continuation et se rend nécessaire une manutention continue pour les maintenir propres et efficients



Après le traitement avec PRATI ARMATI® l'érosion est bloquée et le matériel éros n'engorge plus les caniveaux : ont été annules les couts de manutention

## Réalisation d'ouvrages de captation et réglementation des eaux enherbées avec plantes herbacées pérennes à radication profonde

Avec les PRATI ARMATI® c'est possible réaliser des simples caniveaux pour la réglementation des eaux météoriques. Ceux-ci présentent différents avantages :

- permettent d'éviter couteux ouvrages avec blocs cimentés, nouettes ou autres ouvrages traditionnels pour la réglementation des eaux;
- sont structures non rigides qui s'adaptent aux tassements du sol sans avoir des dommages, comme par contre s'avère pour les structures réalisées avec blocs cimentés ou autres ouvrages traditionnels;
- réduisent la vitesse d'écoulement de l'eau grâce à l'épais et robuste apparat épigé des PRATI ARMATI®. Celui-ci empêche en plus l'engorgement des pools de collection où se jettent les caniveaux



Nord Italie - Oropa (Biella) – Caniveaux de drainage réalisés sur le sol tel quel



Les caniveaux de drainage réalisés sur le sol tel quel et enherbés avec PRATI ARMATI® qui réduisent la vitesse de ruissellement du sol



## Protection et reverdissement des terres renforcées

Les structures en terre renforcées sont ouvrages en mesure de contenir les poussées des versants. Les PRATI ARMATI®, avec leurs racines subtiles, pénètrent dans leur interne en profondeur, sans en compromettre la fonctionnalité. Grâce à la longueur de l'apparat radical arrivent à capter en profondeur l'eau, en survivant même en conditions de grave aridité. La couverture végétale protège les terres renforcées et en masque la structure, qui va s'insérer, de cette façon, parfaitement dans le paysage circostante.



Sardaigne - Alghero (Sassari) Terres renforcées



Sardaigne - Alghero (Sassari) – Les terres renforcées protégées et masquées par PRATI ARMATI®

## Combinaison avec ouvrages de protection des berges

Les PRATI ARMATI® peuvent être utilisées pour la protection des berges des fleuves, lacs, torrents et canaux d'irrigation et pour la réalisation de simples fosses et caniveaux de drainage, soit tous seuls, soit en combinaison avec autres ouvrages, en améliorant les prestations et qu' en garantissant résultats vites et durables dans le temps.



Nord Italie - Pasiano di Pordenone, fleuve Meduna – Protection des berges réalisée avec falaise



Nord Italie - Pasiano di Pordenone, fleuve Meduna - Protection des berges réalisée avec PRATI ARMATI® en combinaison avec falaises

## Combinaison avec gabions

Les gabions ont le but de contenir les poussées et bloquer le pied de l'escarpement. Les PRATI ARMATI® bloquent l'érosion et évitent que les gabions s'engorgent de matériel éros. Pierre, fer et PRATI ARMATI sont une parfaite et durable combinaison.



Centre Italie - Castelviscardo (Terni), nouvelle périphérique



Centre Italie - Castelviscardo (Terni), nouvelle périphérique. Gabions protégés amont par des plantes herbacées à radication profonde

## Combinaison avec palissades

Les PRATI ARMATI® peuvent être utilisés pour améliorer les prestations des palissades et pour réaliser une vite ré-naturalisation des surfaces traitées.



Sud Italie - Bernalda (Matera) – Effondrement des palissades en domaine non traités après l'inondation



Sud Italie - Bernalda (Matera) – Le domaine traité avec PRATI ARMATI® a résisté à l'inondation

## Ré-naturalisation de carrières et mines

Les PRATI ARMATI® peuvent être utilisés avec efficacité pour la récupération de l'environnement des carrières et mines vu que :

- garantissent en bref délai la couverture et la protection des versants de l'érosion hydrique et éolique;
- végètent aussi sur sols pauvres et pollués par métaux lourds, hydrocarbures etc.;
- favorisent le successif enracinement des plantes arbustives et arborée locales;





Centre Italie - Spoleto – Carrière de calcaire



Restauration de l'environnement réalisé avec PRATI ARMATI®

## Ré-naturalisation et mise en sécurité des décharges à pente

Les décharges à pente sont réalisées proches de pentes, en carrières abandonnées, en calanques ou bassins versants. Présentent pentes élevées et déchets émergents souvent mélangés au terrain.

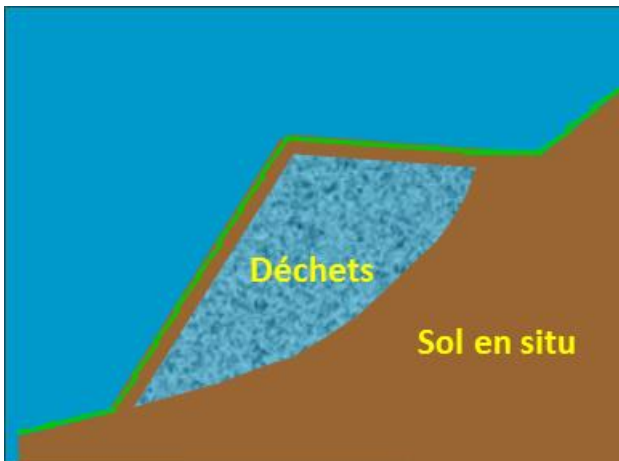


Schéma de décharge à pente



Exemple de décharge à pente

Pour la mise en sécurité d'urgence de ce type de décharges, les couvertures habituellement adoptées (solution minérale avec argiles et avec membranes imperméables) ne sont pas convenantes : les interventions demandent temps longs, sont coûteuses, dangereuses, complexes, si non impossibles, surtout en conditions de forte pente.

Les PRATI ARMATI® vont pas en substitution des interventions de remise en état, mais peuvent fournir une solution rapide et économique pour la mise en sécurité d'urgence de ces décharges. Telles interventions rentrent en plus dans la catégorie des techniques "in situ", donc sans manipulation ou enlèvement du terrain pollué et des déchets.

La technologie PRATI ARMATI® va garantir, en effet, le développement rapide et diffusé d'un puissant appart radiale et d'une épaisse couverture végétale qui :

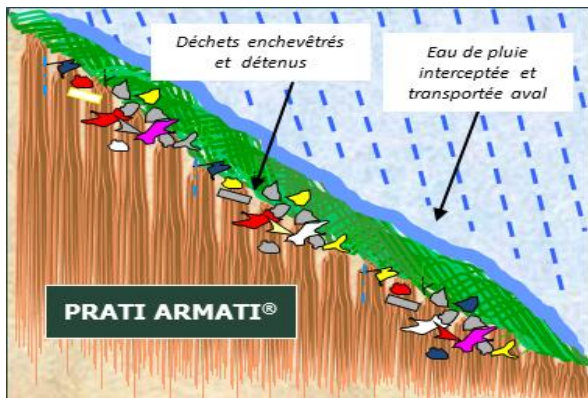
- limite l'infiltration des eaux météoriques avec forte réduction du lixiviat, principal facteur de pollution en ce type de décharges;
- réduit l'érosion hydrique et donc la perte du sol par ruissellement;
- réduit le glissement aval des déchets affleurant qui viennent englobés dans la couverture végétale;



# PRATI ARMATI®

contro la desertificazione e l'erosione dei suoli

- réduit l'érosion éolique qui génère nuages de poussières polluantes et l'enlèvement et le transport de matériel léger (pellicules de matériel plastique, papier, feuilles aluminium etc.);
- isole les déchets de l'ambient extérieur
- donne un aspect vert et naturel à la décharge en améliorant l'impact visuel.



Couverture avec PRATI ARMATI®: le versant est sigillé et réduit le suintement

Typique aspect d'une décharge avec PRATI ARMATI®

## Les PRATI ARMATI® pour l'enherbement des remblais routiers et ferroviaires

A la suite de l'expérience murée grâce aux résultats obtenus en appliquant la technologie des PRATI ARMATI® sur tous lithotypes, a été mise au point par notre société un "neuf produit dédié", toujours avec finalités de prestation, spécifiques pour la protection des escarpements en remblai (PRATI ARMATI® POUR REMBLAIS) qui comporte nombreux avantages sous le profil économique, technique et de l'environnement par rapport aux solutions traditionnelles.

Vue l'impossibilité d'enherber avec hydro-semences traditionnelle le matériel aride des remblais, est habitué conclure le rangement des escarpements en remblai avec un remblai d'épaisseur variable de terrain végétal destiné à fournir un substrat fertile pour enracinement des plantes.

La mise en œuvre du terrain végétal comporte longues et coûteuses phases de travail: prélèvement du terrain végétal des sites même assez loin, transport jusqu'au chantier, dépôt et mise en place du matériel sur les remblais.

Malheureusement le terrain végétal est caractérisé souvent par paramètres géotechniques assez insuffisantes et assez rarement présente conditions de stabilité en mesure d'assurer une base sûre pour la croissance de la couverture végétale destinée à reverdir et protéger de l'érosion.

En ajoute il semble évident l'impossibilité de mettre en œuvre le terrain végétal à règle d'art sur les remblais vu que la surface penchée n'est pas apte au roulement et l'humidification et vient donc simplement comprimée avec le dos de la benne des excavateurs mécaniques, si la hauteur des escarpements n'est pas excessive pour les dimensions et la typologie des moyens mécaniques à disposition.

Le résultat final est un contraste évident entre la surface aride au-dessous, bien compacte, et une couche d'épaisseur variable de terrain végétal instable et non adéquatement compacté, avec une surface intermédiaire de glissement potentiel qui s'active en occasion des événements pluviométriques prolongés. Ces événements en effet tendent à accroître le poids théorique du terrain végétal, à diminuer la cohésion et à favoriser la lubrification de jonction entre les deux niveaux en déclenchant en temps assez brefs phénomènes érosifs.

En même temps se vérifient cas de décollent et dégradation superficiels diffusés, en mettant à risque pas seulement le procès antiérosif et le reverdissement, mais aussi la fonctionnalité des ouvrages de réglementation hydraulique des eaux météoriques (ex. les drains avec nouettes) que d'habitude viennent déposés sur les remblais.

# PRATI ARMATI®

contro la desertificazione e l'erosione dei suoli



La forte érosion sur le terrain végétal sur les remblais

En alternative au paquet de solutions traditionnelles pour le blocage de l'érosion (ex. terrain végétal + géogrilles (ou biomats) + hydro-semailles avec semences traditionnelles, mulch, gravures sur bois liées etc) est possible utiliser un nouveau produit, de vite et simple application: les PRATI ARMATI® POUR LES REMBLAIS.

Le mélange a été mise au point après plus de 15 années d'essais et de recherches et il est spécifique pour le traitement des remblais routiers et ferroviaires. Il est appliqué directement sur le méteil aride tel quel sur le sol du remblai, sans aucun ajoute de terrain végétal ni l'utilisation des autres matériaux

tels, géogrilles, biomats, gravures de bois liées etc.

Est donc possible obtenir des résultats excellents de blocage de l'érosion et de ré-naturalisation dans une seule phase de travail.

Il permet d'assurer, seulement avec une simple intervention de hydro-semailles: une protection antiérosive durable; une réduction de l'infiltration des eaux métriques; une complète ré-naturalisation du remblai; un 'action "d'appui" à soutien des ouvrages de règlementation (drains avec nouettes en béton ou en acier etc.). En cas d'incendie ou pendant longue périodes de siccité, l'investissement ne va pas perdu: les PRATI ARMATI® POUR REMBLAIS possèdent une bonne capacité de repousse à la suite des incendies et sont à même de résister à périodes de siccité extrême.



Toscana. Le remblai réalisé en matériel aride en gros morceaux avant l'intervention



Toscana. Les remblais ferroviaires (50.000 mètres carrés) après l'intervention avec les PRATI ARMATI® POUR REMBLAIS



## Les plantes herbacées pérennes à radication profonde

Les plantes herbacées utilisées sont pérennes (ne doivent donc être réensemencées chaque année), sont surtout autochtones, et appartiennent aux familles botaniques des graminacées et des légumineuses.

Possèdent un appareil radical particulièrement développé que les distingues de toutes autres communes plantes herbacées utilisées dans l'hydro-semailles traditionnelles.

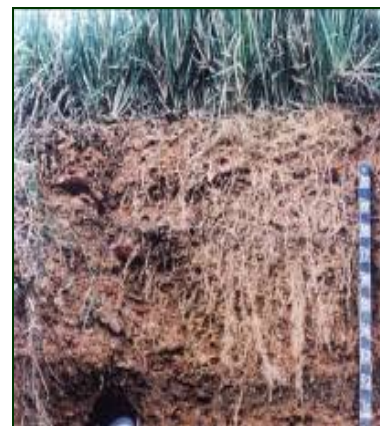
Au même âge, PRATI ARMATI® ont un appareil radical beaucoup plus profond, ont un appareil radiale plus profond, fasciculé et résistant d'une commune plante herbacée, caractérisé par :

- élevée vitesse de croissance;
- profondeur et densité élevée;
- racines subtiles et homogènes;
- élevée résistance moyenne à la traction (jusqu'à 205 MPa), certifiée par Universités.

Les plantes herbacées pérennes à radication profonde, subtiles, homogènes et résistantes ne créent pas foisonnements dans le sol qui peuvent déclencher détachements et affaissements, comme s'avère par contre pour quelques espèces arborées et arbustives



Avec le temps les racines des arbres augmentent soit la profondeur que le diamètre, en provoquant foisonnements et ruptures dans le sol.



Le diamètre des racines des PRATI ARMATI® restent constantes sur toute la longueur sans provoquer ruptures et foisonnements dans le sol

### Renforcement du terrain avec l'apparat radical

Le Facteur de Sécurité (**F<sub>s</sub>**) est une valeur adimensionnelle définie comme rapport entre force/moments/efforts restants (**F<sub>a</sub>**) et déstabilisatrice (**F<sub>b</sub>**).

Au cas où le terrain armé avec racines est donc le rapport entre tout ce qui contribue à soutenir la pente (cohésion, frottement, résistance des racines, composante de la force poids perpendiculaire à la surface de glissement) et tout ce qui contribue à créer instabilité (saturation, composant de la force poids tangentiel à la surface de glissement).

**Majeur est F<sub>s</sub>, plus le terrain résulte stable.** Rappelons que les PRATI ARMATI® peuvent être utilisés pour bloquer l'érosion seulement sur les pentes stables avec F<sub>s</sub>>1.

$$F_s = \frac{F}{F_b} \quad \text{où} \quad \begin{array}{l} F_a \text{ force stabilisantes} \\ F_b \text{ force déstabilisatrices} \end{array}$$

Sur une pente stable au point de vue géotechnique (Facteur de Sécurité F<sub>s</sub>>1) un appareil radical épais et résistant transmet au terrain son résistance à la traction : augmente de cette façon la résistance au cisaillement qui se traduit dans une augmentation de la stabilité globale et donc aussi du Facteur de Sécurité (F<sub>s</sub>).



# PRATI ARMATI®

contro la desertificazione e l'erosione dei suoli

Les racines des PRATI ARMATI®, subtiles et homogènes, travaillent exactement à traction, en profitant de leur résistance mécanique au mieux.

## Essais de traction et modèle mathématique

Pour évaluer la résistance à la traction de racines des différentes espèces PRATI ARMATI® ont été conduites essai de traction auprès de l'Institut d'Hydraulique Agraire de l'Université aux Etudes de Milan en utilisant un équipement spécial qui a enregistré les données de force (après rapportées aux diamètres des racines) et relatif allongement.

La résistance unitaire à la traction augmente à la diminution du diamètre des racines.

Ont été mesurés valeurs de résistance à la traction des racines PRATI ARMATI® particulièrement élevées avec moyenne jusqu'à et plus de 205 MPa avec pics de 468 MPa, similaire à celle d'un acier di qualité moyenne.

Les essais effectués sur plantes communes (saules, bouleaux, érables, etc.) donnent des valeurs moyennes environ 3 fois inférieures.

## Plasticité du système terrain-racines

L'enchevêtrement des racines le long du versant crée un effet de chainage qui aide l'incrémentation de la stabilité de la surface de la pente. Pour ce motif un bon projet doit prévoir l'utilisation des PRATI ARMATI® non seulement pour la pente mais aussi sur les bermes.

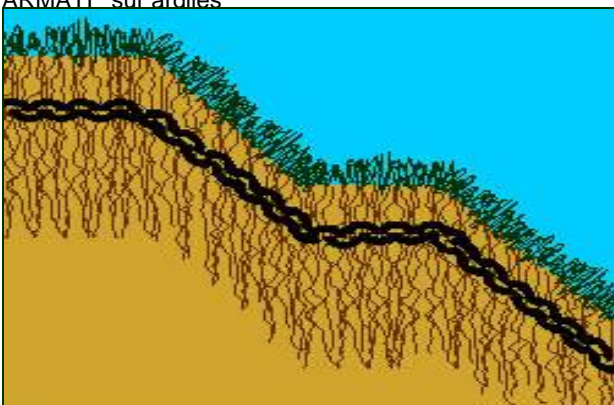
Il système terrain-racines PRATI ARMATI® est à même de se déformer plastiquement à la suite des sollicitations mécaniques. La déformation plastique absorbe les sollicitations sans donner suite à ruptures fragiles du sol.



Centre Italie - Volterra (Pisa) - Implantation PRATI ARMATI® sur argiles

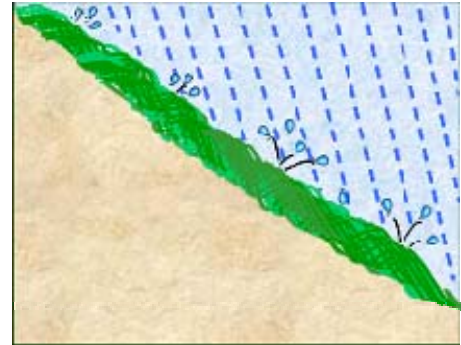


Le système terrain-racines déformées résiste aux poussées des argiles liquéfiées



## Les PRATI ARMATI® réduisent la force érosive de la pluie battante

La végétation dissipe une grande partie de l'énergie cinétique des gouttes de pluie, pourtant l'impact sur le sol et la conséquente force érosive de la pluie battante, résultent atténués.



Réduction de l'énergie d'impact (et donc de la force érosive) de la pluie due à la présence de la végétation

## Imperméabilisation des versants

En cas de précipitations intenses, l'effet imperméabilisant de la végétation herbacée est très différent selon l'inclinaison de la pente :

1. si le versant est incliné, une fraction importante ruisselle au-dessus des feuilles versées, aussi quand la végétation est séchée, comme il s'avère sur le toit d'une paillote. Une implantation



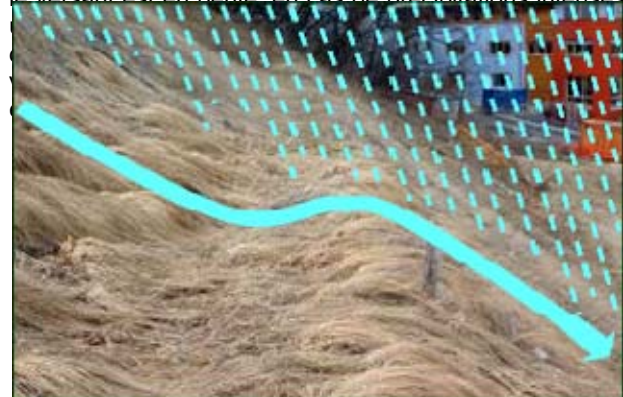
herbacée épaisse, sur un versant en forte pente, isole donc très bien le versant en cas de précipitations fortes et prolongées ;

2. si le versant est peu incliné (ou franchement en plane), la végétation herbacée va diminuer seulement l'énergie cinétique des gouttes, mais la grande partie de l'eau arrive également au sol.

Centre Italie - Orvieto (Terni) – Le domaine avant l'intervention. Le versant dépourvu de la couverture



Le site après l'intervention avec les PRATI ARMATI®. Si le versant est en pente, en cas de précipitations intenses,



La couverture PRATI ARMATI®, soit verte, soit séchée, en cas de précipitations intenses imperméabilise le domaine au-dessous aussi que le toit d'une paillote.





## Rallentement de la vitesse du ruissellement sur le sol

La présence de végétation herbacée, si dotée de particulières caractéristiques sur la partie épigée tels que l'élasticité, résilience (basse fragilité) élevée densité, se comporte aussi que un filtre végétal, en réduisant la vitesse du ruissellement de l'eau au sol.

La vitesse de d'écoulement de l'eau et la conséquente capacité de transport sur le terrain couvert par la végétation sont très inférieures par rapport à celles qu'on trouve sur un sol nu ou couvert par espèces végétale soit arborées, soit arbustives, soit herbacées que ne protègent pas les caractéristiques sus mentionnées.



Effet filtre de la couverture végétale qui ralentisse le flux de l'eau

## Réduction de la saturation hydrique des sols

Sur quelques terrains (ex. terrains cohésifs) un excès d'eau provoque une augmentation de la pression interstitielle avec conséquente diminution de la résistance au cisaillement et donc de la stabilité de l'inclinaison.

Les plantes absorbent, à travers leur appart radical, l'eau du sol en la dispersant dans l'atmosphère en forme de vapeur à travers la surface de la plante (phénomène de la transpiration) contribuant, de cette façon, à augmenter la résistance au cisaillement et donc la stabilité de la pente.

La présence de la végétation détermine une réduction de la saturation du terrain et de la pression interstitielle soit par l'effet de l'étanchéité du versant, soit par le déplacement de l'eau – parmi l'apparat radical – du sol à l'atmosphère.

La succion de l'eau du sol effectuée par les plantes détermine une augmentation de la résistance au cisaillement du sol et donc une majeure stabilité globale du versant.

Seulement à titre d'exemple, une plante adulte de maïs transpire jusqu'à 7 l/m<sup>2</sup>/jour.

La transpiration d'une pelouse traditionnelle de graminacées de hauteur de 12 cm, avec racines profondes quelques dizaines de centimètres est d'environ 5 l/m<sup>2</sup> par jour dans les périodes d'été en Pianura Padana (équivalentes à 50 tons d'eau par jour par hectare).

La transpiration des PRATI ARMATI® n'est pas seulement supérieure rapport à ce indiqué plus haut, mais soustrait eau le long d'un plus grand profil vertical en manière plus distribuée et capillaire. Ce phénomène résulte particulièrement important dans les matériaux tels que les argiles où le coefficient de conductibilité hydrique est très bas, de 10<sup>-7</sup> à environ 10<sup>-9</sup> cm/s.

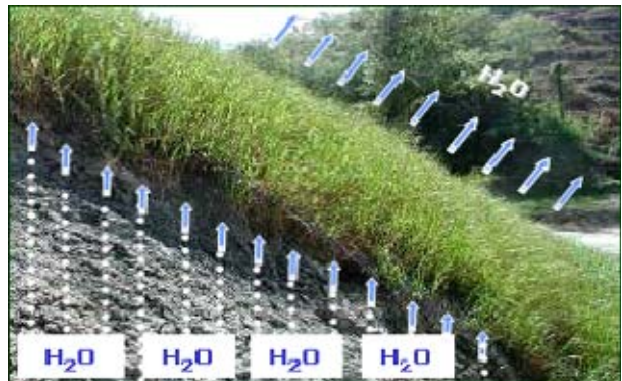
En plus cela permet à la plante de survivre même en conditions de siccité continue.

Les prestations les majeures des PRATI ARMATI® sont en ce cas aussi dues à :

- un **appart du feuillage beaucoup plus développé** (jusqu'à 50-150 cm d'hauteur) et donc majeure surface transpirante;
- une **majeure profondeur, quantité et densité des racines**: mêmes quelques mètres de profondeur contre les 30/30 cm de la pelouse traditionnelle ;
- une **physiologie particulièrement efficiente**, typique des plantes à photosynthèse C4 : élevée efficacité photosynthétique et capacité de survivre aussi en conditions de forte aridité.



Coulée de terre due à une excessive inclination du versant et une erronée réglementation des eaux qui ont provoqué une forte imbibition du terrain argileux



La transpiration : l'eau absorbée par les racines vient transférée à l'atmosphère à travers la surface de la plante sous forme de vapeur.

### Protection dès fissurations et crevasses

Sur versant inclinés les forces et les moments déstabilisants rendent les déformations toujours plus importantes et irréversibles.

Le sol se fissure, s'ouvre in profondeur et tend – par effet des forces déstabilisantes – à glisser aval, en donnant origine à phénomènes macroscopiques tels que les glissements des terrains.

La présence d'une couverture végétale limite les excursions thermiques au niveau du sol qui causent fissurations, ruptures et crêpes liées à phénomènes de retraite typiques des sédiments argileux.

### Réduction de l'érosion et du rouler lytique

Les plantes prennent au pied le sédiment avec racines, futs et feuilles, en réduisant la perte du sol par érosion. Une implantation PRATI ARMATI® réalisée sur escarpement amont des caniveaux de drainage, caniveaux et fossés en évite l'engorgement.

L'implantation PRATI ARMATI® bloque en effet l'érosion sur l'escarpement et évite de cette manière que le matériel éros soit transporté aval en créant engorgements. Les ouvrages hydraulique restent donc propres et efficaces et ne nécessitent d'aucune manutention.

L'action de consolidation exercée par la partie épigée se détende aussi à bardeaux de diverses dimensions. Ceux-ci viennent bloques même en manière directe par les plantes qui, en bloquant l'érosion, empêchent la manque de soutien au pied et donc le roulement aval.

Naturellement où le phénomène de roulement des bardeaux et mas est intense et dangereux, les PRATI ARMATI® ne vont pas substituer les filets de protection, mais peuvent s'accoupler a ceux-ci très efficacement en augmentant les effets protectifs et l'efficacité dans le temps.



Sicile - Sciacca (Agrigento) – Sur un même versant précédemment stabilisé, le domaine sans végétation est sujet à fissuration et crêpes

Bardeaux consolidés par l'épaisse et robuste couverture végétale des PRATI ARMATI®

### Sur quels litho-types on peut appliquer les PRATI ARMATI®

On entend pour terrains traitables avec PRATI ARMATI® toutes les roches instables (terres) et les rocher pierre (roches) que par fissuration, macrostructure, texture, granulométrie, épaissement etc. permettent l'enracinement et le développement de l'apparat radical, tels que :

- **TERRES:** argiles, vases, sables, gravier, leurs mélanges en proportions différentes
- **ROCHES:** conglomérats (faiblement cimentés), marnes (altérées), calcaires (faiblement cimentés), flysch, pyroclastique, schistes, roches stériles ou basiques altérées ou fortement fracturées.

L'enracinement est réalisable aussi sur sols que, sous le profil pédologique, semblent totalement stériles.

Les PRATI ARMATI® enracinement aussi sur terrains mélanges avec la chaux jusqu'au 5% en poids.

Les roches doivent être altérées ou plus ou moins fracturées et le pourcentage d'enracinement est proportionnel au grade d'altération et fracturation.

Sur la roche intègre et compacte n'est pas possible l'enracinement.