

VÉGÉTALISATION DES TALUS PEU PENTUS (pente inférieure à 2:1)

Avertissement

Ces fiches ont été réalisées dans le cadre d'un travail collaboratif conduit au démarrage du projet Nature4Cities. Elles ont été rédigées par des participants issus de différents pays européens. Dans un souci d'applicabilité à toute l'Europe certaines notions ont été généralisées. Il faut donc les considérer comme un cadre d'information à transposer et approfondir pour une application au contexte français. D'autres ressources techniques sont disponibles sur le [NBS Explorer](#) dans la rubrique "pour aller plus loin" de chaque SFN

// Description générale et caractérisation de l'entité de la SFN

I.1 Définition et différentes variantes existantes	
Définition	<p>Stabilisation des sols exposés sur des talus grâce à la végétalisation afin de minimiser ou d'empêcher l'érosion du sol par le vent ou la pluie et les problèmes de sédimentation</p>  <p>Un talus dans un environnement urbain revégétalisé et protégé par un tapis en fibre de coco © Aussie Erosion</p> <p>Si la terre est perturbée par un site de construction ou si la couverture végétale est retirée, le taux d'érosion peut augmenter considérablement. Une planification et une utilisation appropriées des mesures d'atténuation et de prévention pour le contrôle de l'érosion peuvent réduire l'impact de l'érosion causée par l'homme.</p> <p>Un couvert végétal bien établi fait partie des méthodes les plus efficaces de réduction de l'érosion. La végétation protège les surfaces de l'érosion pluviale et peut contribuer à réduire les écoulements sur un site. En outre, les plantes génèrent des systèmes racinaires qui stabilisent le sol et empêchent l'érosion du sol due aux intempéries.</p> <p>Même si la boue, la poussière et le sable sont naturels, ils constituent des polluants dont il faut empêcher l'entrée dans les cours d'eau, y compris les systèmes de drainage des eaux pluviales, qui se déversent dans les ruisseaux, les cours d'eau, les rivières et les plages. C'est pourquoi ce couvert végétal doit être établi sur des sites de construction dès que les talus sont terminés.</p> <p>Les autres modes de prévention contre l'érosion des sols les plus répandus via la revégétalisation sont :</p> <ul style="list-style-type: none">• Stabilisation du sol du talus par ensemencement hydraulique• Tapis de contrôle de l'érosion• Couverture de mulch• Superficie rugosifiée

Différentes variantes existantes

=> **Stabilisation des sols exposés par ensemencement hydraulique**

Contrôle de l'érosion et gestion des sols sur des talus naturels ou des remblais et des talus de déblai (sur des sites de construction)

La solution la plus courante pour établir un couvert végétal est l'ensemencement. L'objectif du contrôle de l'érosion par ensemencement est d'établir rapidement un couvert végétal et d'obtenir un système racinaire fibreux dense.

- **Ensemencement hydraulique** : alternative aux processus traditionnels de diffusion ou d'ensemencement à sec. Cette méthode est très efficace sur les versants et les pelouses en pente pour favoriser le contrôle de l'érosion et la plantation rapide. L'eau, les semences, les fertilisants et le mulch protecteur sont mélangés dans un réservoir et vaporisés sur le sol (3).



Remblai ensemencé de manière hydraulique sur la voie ferrée à grande vitesse Madrid-Galicia

© Acciona I+d+i

- **Sélection de semences** : Des mélanges de semences sont développés pour des zones climatiques spécifiques pour satisfaire les conditions de croissance optimales de chaque espèce. Une autre caractéristique importante des plantes est la façon dont l'herbe se développe, pousse et se répand (par exemple, l'herbe à rhizome qui diffuse des stolons qui démarrent une nouvelle poussée). La profondeur d'enracinement est importante, le mélange des profondeurs d'enracinement fournit un support optimal pour les sols et favorise le retrait de l'eau par les racines sur des zones différentes du sol. La semence utilisée pour l'ensemencement hydraulique ne doit pas forcément être une semence spécifique. Quasiment toutes les semences peuvent être utilisées et au même taux que d'autres méthodes d'ensemencement.
- **L'eau** du mélange agit comme un transporteur et le contact de la semence et de l'eau initie vivement le processus de croissance. Pour une germination encore plus rapide, il est également possible de prégermer la semence.
- **Un fertilisant** est généralement utilisé dans le mélange. Le fertilisant le plus couramment utilisé est le fertilisant starter à haute teneur en phosphore qui stimulera la croissance des racines.
- **Mulch**. Le mulch à fibres accélère la croissance en conservant l'humidité autour des semences et en augmentant le taux de germination (1).
- **Autres additifs**. Il est possible d'ajouter d'autres produits à un mélange d'ensemencement hydraulique, comme les agents poisseux (gomme de guar et copolymères) qui agissent comme de la colle pour maintenir en place le mulch et le matériel sur une pente en cas de pluie. Le site détermine également certains additifs comme des produits à base de calcaire si le pH doit être corrigé. D'autres produits existent, comme les copolymères qui supportent 400 fois leur poids dans l'eau et la libèrent lentement selon les besoins en humidité, ou les stimulants de croissance ou encore les mycorhizes symbiotiques, etc.



Restauration d'un ensemencement hydraulique à L'Horta, Espagne, © Acciona Ingeniería S.A.

=> Couverture de mulch

Le mulch désigne un groupe de matériaux organiques (comme des feuilles en décomposition, de l'écorce ou du compost) et non organiques répartis sur la surface du sol pour empêcher l'érosion due au vent et à la pluie. Ces matériaux à base de plantes sont généralement considérés comme temporaires et sont destinés à se dégrader après la mise en place de la végétation permanente.

L'application d'une couche de mulch sur la terre arable la protège de l'impact de la pluie et permet au sol d'absorber lentement l'eau. Le mulch peut favoriser la germination des semences et la protection des jeunes plants, contribuant ainsi à la prévention de l'érosion.

La limite la plus importante de son utilisation sur des remblais et des déblais est son instabilité en cas de talus pentus, nécessitant l'intervention d'autres techniques comme les cellules.

Les matériaux les plus utilisés comme mulch en vrac sont la paille et les fibres de bois (copeaux). Le mulch à base de paille peut être utilisé comme mulch léger (brin de blé ou d'avoine). Le mulch de copeaux de bois est utile pour le contrôle des mauvaises herbes. Les couverts végétaux typiques comme l'herbe ont des difficultés à pousser à travers du matériel très boisé à cause du poids et à cause de la décomposition du matériel à forte teneur en carbone, qui retire les nutriments des plantes dans le sol (via les processus microbiens), aboutissant sur une faible fertilité du sol (4). L'application d'un fertilisant riche en azote peut être requise. Néanmoins, le mulch de copeaux d'écorce ne nécessite pas de fertilisant à base d'azote supplémentaire mais il faut prendre en compte que l'écorce de pin réduit le PH du sol et ne doit pas être utilisée sur des sols à faible PH.



=> Tapis de contrôle d'érosion (ECB)

Les tapis de contrôle d'érosion comprennent 100 % de fibres organiques (biodégradables). Les ECB sont utilisés pour stabiliser les surfaces perturbées et pour promouvoir l'établissement de la végétation. Il existe deux types principaux de tapis de contrôle de l'érosion ; tapis de jute et tapis en fibre de coco. Ces fibres naturelles permettent de tisser un géotextile ouvert.

Il existe un autre type de tapis ou de géotextile composite comprenant un filet sensible aux UV pour une meilleure stabilité à long terme.



Tapis de paille avec filet synthétique

© Titan

L'utilisation de ces tapis comme outil de contrôle de l'érosion est une méthode efficace car elle maintient les racines de la végétation et stabilise le sol. Utilisée avec une végétation croissante, la méthode est encore plus efficace.

- Minimise l'érosion en fournissant une couche de protection sur les sols perturbés, nus, réensemencés ou revégétalisés.
- L'épaisseur minimale protège les sols de l'érosion pluviale tandis que les couches plus épaisses sont efficaces pour le contrôle des sédiments.
- Protection des semences et des jeunes plants favorisant le couvert du sol avec la végétation et évitant l'érosion.
- Le mulch lourd réduit les mauvaises herbes en empêchant la germination des semences de mauvaises herbes.
- Retient l'humidité en réduisant l'évaporation et en réduisant le besoin en arrosage.
- Enfin, une surface à base de mulch a un meilleur aspect qu'un sol nu.

Mulch d'écorces et talus Mypex

Conception jardin ©Lynch

Pour une revégétalisation réussie, de bonnes conditions de sol doivent être rassemblées, ainsi qu'une bonne préparation de la surface et un contact étroit entre le tapis et le sol. (5)

Une fois végétalisé, le tapis a la force mécanique nécessaire pour maintenir le sol en place et empêcher l'érosion. Le filet interrompt l'écoulement dû aux fortes pluies et dissipe l'énergie de l'eau et du vent. Le filet favorise la croissance d'une nouvelle végétation en absorbant l'eau et en empêche la terre arable de sécher.



Filet de fibre naturelle avec revégétalisation

© Fullservice Green solutions

- Empêche l'érosion des sols exposés sur les talus avec écoulement moyen
- Généralement utilisé lorsqu'un couvert végétal ne peut pas être réalisé à cause des sols, de la période de l'année ou si des talus sont trop escarpés pour le mulch.
- Les tapis sont biodégradables (matière organique) ou dégradables par rayons ultraviolets (matériel synthétique) et ont différents niveaux pour différentes durées de protection, de 2 à 36 mois.
- Le filet de renforcement synthétique peut capturer des animaux sauvages comme les lézards, les serpents et les oiseaux.



Placement d'un filet de fibre de coco

© Aussie Erosion

=> Superficie rugosifiée

La surface rugosifiée est une méthode de contrôle de l'érosion temporaire dans laquelle le sol est renforcé par la création de rainures, de dépressions ou de marches parallèles au contour. Elle peut aussi être utilisée pour favoriser l'établissement du couvert végétal. En effet, la réduction la vitesse de l'écoulement de l'eau et son infiltration dans le sol et agissent comme un piège à sédiments et permettent aux semences de se fixer et de croître.

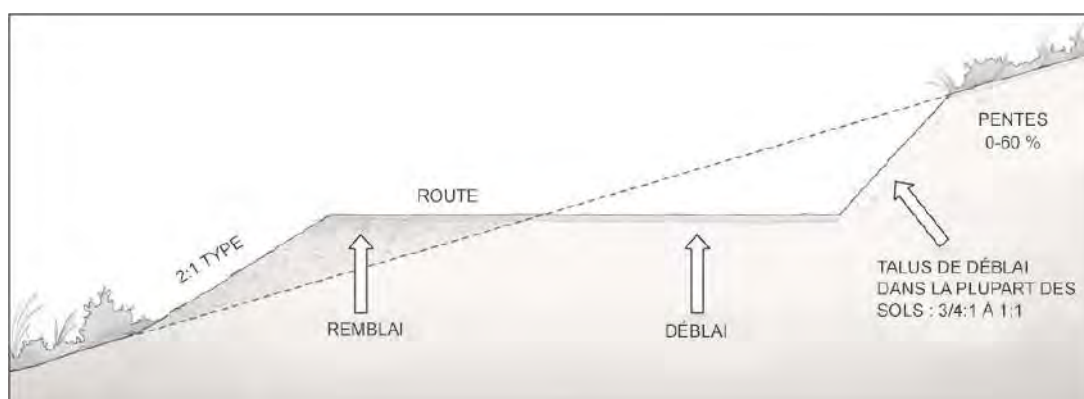


Superficie rugosifiée

© Massachusetts Department of Environmental Protection

Toutefois, cette pratique seule n'est pas suffisante pour stabiliser un talus sur de longues périodes, c'est pourquoi elle est normalement utilisée avec d'autres mesures de contrôle de l'érosion comme le terreautage, l'ensemencement ou la plantation. Le processus de rugosification seul comme mesure de contrôle de l'érosion a une efficacité limitée en cas de fortes pluies. Si des effets de la rugosification sont éliminés lors d'une tempête, la surface devra à nouveau être rugosifiée et de nouvelles semences et un nouveau mulch devront être appliqués.

Parmi les méthodes de rugosification figurent les travaux du sol, le discage ou le hersage qui doivent être effectués à travers le talus, le long du contour. Par opposition, un suivi doit être réalisé en haut et en bas du talus. Le principal facteur pour choisir une méthode ou une autre dépend de l'origine du talus ; talus de remblai ou de déblai.



Exemple de talus de remblai et de déblai.

© Noah Kroese/2014/08/

▪ Rugosification des talus de remblai (7)

Les talus de remblai ne sont pas aussi stables que les talus de déblai, quel que soit l'intensité du compactage appliqué. Ainsi, les talus supérieurs à 3:1 (H:V) doivent être évités. Utiliser le rainage ou le suivi pour rugosifier la face des talus autant que nécessaire. Utiliser des machines à chenilles en haut et en bas du talus pour laisser des dépressions horizontales au sol.

Appliquer un fertilisant, du mulch ou d'autres amendements autant que nécessaire avant de faire les rainures ou le suivi. Ne pas écorcher ou couper la face du talus final. Ensemencer et appliquer du mulch sur les zones renforcées pour obtenir une germination et une croissance optimales. (7)

▪ Rugosification des talus de déblai (7)

Les talus de déblai sont beaucoup plus stables que les talus de remblai. Considérer l'utilisation de talus escarpés ou à terrasses.

Les travaux au sol, le discage et le hersage sont également des méthodes acceptables de rugosification. Créer des rainures sur le tapis à l'aide de machines pour créer une série de stries et de dépressions à travers le talus et sur le contour.

Une trop forte rugosité n'est pas envisageable si une coupe est prévue.

I.2 Enjeux urbains principaux et secondaires associés + impacts		
Principaux enjeux et sous-enjeux visés par la SfN	02 Gestion et qualité de l'eau > 02-1 Gestion des eaux urbaines 04 Biodiversité et espace urbain > 04-1 Biodiversité > 04-2 Développement et régénération de l'espace urbain > 04-3 Gestion de l'espace urbain 05 Gestion des sols > 05-1 Gestion et qualité des sols	<ul style="list-style-type: none"> - Contournement des problèmes de drainage du système des eaux en raison de l'accumulation de sédiments érodés. Interception des eaux pluviales. - Conservation des sols pour favoriser la croissance de plantes, fournir un habitat aux insectes et aux animaux et favoriser la biodiversité - Contournement de l'érosion des sols et de la perte de sa productivité potentielle
Co-bénéfices	01 Questions climatiques > 01-2 Adaptation au climat 07 Santé publique et bien-être > 07-2 Qualité de vie 10 Sécurité > 10.2 Contrôle des événements exceptionnels	<ul style="list-style-type: none"> - Contribution à l'atténuation de l'îlot de chaleur urbain. - Valeur esthétique. Un sol érodé et mal géré est toujours disgracieux. - Les talus végétalisés sont plus stables face aux glissements de terrain après de fortes pluies.
Effets négatifs possibles	07 Santé publique et bien-être 04 Gestion de l'espace urbain	<ul style="list-style-type: none"> - Pourrait devenir un abri pour les animaux indésirables et nocifs. - Le risque d'incendie est plus fort lors des saisons sèches, c'est pourquoi ces surfaces nécessitent une maintenance qui implique des coûts plus élevés.

II/ Informations plus détaillées sur l'entité de la SfN

II.1 Description et implication à différentes échelles spatiales	
Échelle à laquelle la SfN est mise en œuvre	Entité <ul style="list-style-type: none"> - Domiciles privés - Zones résidentielles publiques - Sites de construction pour des zones commerciales ou industrielles prévus pour le développement ou le redéveloppement Talus de remblai ou de déblai sur des sites de construction d'infrastructures
Échelles affectées	Environs
II.2 Perspective temporelle (avec problèmes de gestion)	
Temps estimé avant que la SfN ne prenne entièrement effet après sa mise en œuvre	La durée correspond généralement au temps de la mise en place d'un couvert végétal permanent et stabilisant et dépend des plantes choisies : <ul style="list-style-type: none"> - Herbe : environ trois mois - Arbustes : 1 à 2 ans - Arbres : 2 à 3 ans
Durée de vie (5)	<ul style="list-style-type: none"> - Végétation ; de 12 mois à 20 ans - Mulch léger : plus d'un an - Mulch lourd : de 1 à 2 ans - Tapis de contrôle de l'érosion : quelques mois à 3 ans - Rugosification du sol : quelques mois
Développement durable et cycle de vie	<ul style="list-style-type: none"> - Les plantes et le mulch léger sont compostables et recyclables dans la plupart des cas. - Les tapis de contrôle de l'érosion des sols se dégradent naturellement après quelques années. - Le mulch lourd est un produit naturel qui peut être revalorisé pour être réalimenté ou réutilisé.

Aspects relatifs à la gestion (type d'interventions + intensité)	<ul style="list-style-type: none"> - Stabiliser le plus vite possible les talus perturbés. - Toute maintenance et réparation nécessaire doit être réalisé avant de quitter le site. - Une fois les travaux terminés et au bout de quelques mois, vérifier la situation du talus pour garantir que les mesures de contrôle de l'érosion et des sédiments fonctionnent. - Vérification du système d'irrigation une fois par an - 1 à 2 interventions de maintenance de la végétation par an
---	--

II.3 Intervenants impliqués

Intervenants impliqués dans le processus de décision	<ul style="list-style-type: none"> - Propriétaires, copropriétaires de l'infrastructure ou du site de construction - Municipalité (en cas de propriétés municipales) - Propriétaires privés, éventuellement un voisin isolé
Intervenants et réseaux techniques	<ul style="list-style-type: none"> - Pédologue - Paysagistes - Concepteurs de système d'irrigation - Les entreprises spécialisées dans la gestion des espaces verts et les jardiniers.
Aspects sociaux	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation parmi les propriétaires privés sur la nécessité de la stabilisation des talus pour éviter les problèmes d'érosion. - Les talus végétalisés impliquent un suivi plus poussé même s'ils sont plus agréables

II.4 Conception/techniques/stratégie

Connaissances et savoir-faire impliqués Ou points clés pour réussir	<ul style="list-style-type: none"> - Connaissances géotechniques - Concepteurs de mesures correctives environnementales 			
Matériel impliqué	Ensemencement hydraulique <ul style="list-style-type: none"> - Sélection de semences - Eau - Fertilisant - Agents poisseux pour mulch - Pompe d'ensemencement hydraulique 	Mulch <ul style="list-style-type: none"> - Mulch léger : brin de blé ou d'avoine - Mulch lourd : copeaux de bois + fertilisant à base d'azote ou écorces de pin - Plantes choisies - Système d'irrigation 	ECB <ul style="list-style-type: none"> - Tapis 100 % biodégradable : fibre de jute ou fibre de coco - Géotextile composite : - Goupilles de retenue - Mélange sélectionné de plantes - Système d'irrigation 	Rugosification du sol <ul style="list-style-type: none"> - Machines - Mélange sélectionné de plantes

II.5 Aspects légaux associés

Il est illégal de laisser pénétrer toute substance autre que les eaux de pluie dans le système des eaux pluviales. Le sol peut endommager le système de drainage des eaux pluviales et l'environnement. Les propriétaires privés, les constructeurs ou les développeurs sont donc tenus de contrôler ce type de problèmes d'érosion.

L'incapacité de l'entreprise à gérer un site de construction correctement peut entraîner des amendes (même en cas de disqualification), idem pour les propriétaires privés qui ne gèrent pas correctement le drainage des eaux de pluie.

II.6 Aspects économiques et financiers

Gamme de coûts (Les prix proviennent de l'Espagne, 2016, et l'échelle affectée doit être prise en compte. Il s'agit des prix de travaux de grande taille et non de travaux sur des parcelles privées)	Ensemencement hydraulique 1,66 €/m ²	Mulch lourd, approvisionnement et mise en œuvre Écorces de pin (35 €/m ³) : 5 €/m ² Copeaux de bois : 9 €/m ² Plantes choisies : (4 plantes vivaces et 1 arbre) : 40 €/m ² en moyenne	Les ECB, approvisionnement et mise en œuvre Tapis de fibre de coco (350 g/m ²) : 5 €/m ² Tapis de fibre de jute : 3 €/m ² Plantes choisies : (4 plantes vivaces et 1 arbre) : 40 €/m ² en moyenne	Mise en œuvre de la rugosification du sol 0,7 €/m ² Plantes choisies : (4 plantes vivaces et 1 arbre) : 40 €/m ² en moyenne
---	---	--	--	---

**Origine du financement
(public, privé, public/privé,
autre)**

- Propriétaires privés ou co-propriétaires
- Responsable d'infrastructure
- Conseils municipaux
- Sociétés de construction

II.7 Associations possibles avec d'autres types de solutions (autres solutions écologiques ou conventionnelles)

=> **Mulch de roches avec mulch de fibre de bois :**

Coût : mulch de gravier (5 cm de hauteur) sur tapis anti-mauvaises herbes (5,22 €/m²)



© Lawn-wrangers.com

III/ Éléments clés et comparaison avec des alternatives

III.1 Facteurs de réussite et de limite

Facteurs de réussite-

- Choisir la bonne SfN en fonction de la pente du talus, des caractéristiques du sol, des conditions climatiques locales et de l'aspect final attendu
- Choisir un mélange de plantes adapté à l'environnement local
- Une bonne préparation de la surface du sol
- Le mulch est instable sur les pentes hautes
- L'installation du bon tapis pour garantir sa compatibilité avec la surface du sol
- Organiser la maintenance en conservant les plantes dans de bonnes conditions

Facteurs de limite

- Pente du talus
- Type de sol (matière organique, PH, texture, etc.)
- Conditions géotechniques du sol (talus de remblai ou de déblai)
- Disponibilité de l'eau
- Nuisibles
- Risque d'incendie

III.2 Comparaison avec des alternatives

Équivalent de solutions anciennes ou conventionnelles

=>Murs de soutènement

Le talus peut être stabilisé à l'aide de murs de soutènement

Les murs de soutènement classiques peuvent être composés de palplanches métalliques ondulées, de paniers de gabions en acier remplis de roches, de blocs de ciment articulés, de géocellules de polyéthylène, pierres coupées, de bois de construction ou même de geofom.



Anchor Highland Wall - Bull Run

Béton © Allied



Les gabions sont utilisés comme soutien du sol sur une surface de sol en pente

© gabion1.com.au

=> **Mulch de roche :**

Il existe différents types de roches à utiliser comme mulch. Le mulch de roche est plus lourd à traiter et à appliquer que le mulch d'écorces. Il nécessite aussi une installation du paysage plus permanente car il ne se décompose pas dans le sol et ne nécessite pas d'apport de matière organique. Néanmoins, il nécessite une barrière anti-mauvaises herbes pour empêcher le développement des mauvaises herbes à travers la couche de roches et son installation est plus onéreuse.



Le mulch de roche est utilisé comme soutien du sol

© Bistrodre.com

SfN similaire

=> Végétalisation des talus (pente supérieure à 2:1)
=> Structuration des sols

IV/ Références

IV.1 Références scientifiques et plus opérationnelles

1. West, Dawn (2006-08-21). "Planting by Hydroseeding". All About Lawns. Retrieved 2013-05-14.
2. Cook, Owen (2016-05-04). "Lawncare via. Hydroseeding". Tampa Landscaping. Retrieved 2016-05-04.
3. California Department of Transportation (CalTrans). Sacramento, CA. "Construction Site Best Management Practices (BMP) Manual." Section 3, BMP No. SS-4. March 2003.
4. Babcock D. and McLaughlin R. (2008) "Mulch Options for Erosion Control on Construction Sites". North Carolina State University. <http://www.soil.ncsu.edu/publications/Soilfacts/AG-439-67W/>
5. "Erosion control blankets"(2010) Catchments & Creeks Pty Ltd
6. Massachusetts Department of Environmental Protection, Office of Watershed Management, "Massachusetts Erosion and Sediment Control Guidelines for Urban and Suburban Areas", Boston, Massachusetts. June, 1993.
7. Knoxville BMP Manual Erosion & Sediment. (2001) www.knoxvilletn.gov/engineering/

IV.2 Sources utilisées dans cette fiche de renseignements

- A. Janet Aird (2008) Hydroseeding Tips and Techniques From the Pros. www.erosioncontrol.com
- <http://furbishco.com/> SmartSlope: Vegetated Retaining Wall | Smart Design
- Erosion Prevention and Sediment Control Planning and Design Manual. Oregon City Addendum to Clackamas County
- <http://soilerosiononline.com/article-permalink-426.html>
- Catchment & Creeks Pty Ltd. "Erosion control Blankets factsheet". IECA International Erosion Control association. July 2010

V/ Auteur(s)

Nom	Institution/entreprise	Rédacteur/Expert
Marta de Regoyos	Acciona Ingeniería	Rédacteur
Patrice Cannavo	Agrocampus Ouest	Expert
Ryad Bouzouidja	Agrocampus Ouest	Expert
Marjorie Musy	Cerema	Expert