

Quels rôles pour le microbiote du sol dans la lutte contre le dépérissement du vignoble et l'aide à la complantation de jeunes vignes greffées ?

Coralie Dewasme Laveau¹, Mathilde Derycke^{2,5}, Anne Janoueix^{2,5}, Séverine Mary^{2,5}, Romain Darriaut¹, Guillaume Darrieutort^{2,5}, Guilherme Martins^{3,5}, Patricia Ballestra³, Myriam Schmutz⁴, Elisa Marguerit¹, Philippe Vivin¹, Nathalie Ollat¹, Isabelle Masneuf-Pomarède^{3,5}, Virginie Lauvergeat¹

¹ EGFV – Univ. Bordeaux – Bordeaux Sciences Agro – INRAE – ISVV – Villenave-d'Ornon – France. ² Univ. Bordeaux – VitinnoV – ISVV – Gradignan – France.

³ Univ. Bordeaux – ISVV – Unité de recherche Œnologie EA 4577 – USC 1366 INRA – Bordeaux INP – Villenave-d'Ornon – France.

⁴ Bordeaux INP – Géoressources et environnement – EA 4592, UBM – Talence – France. ⁵ Bordeaux Sciences Agro – Gradignan – France.

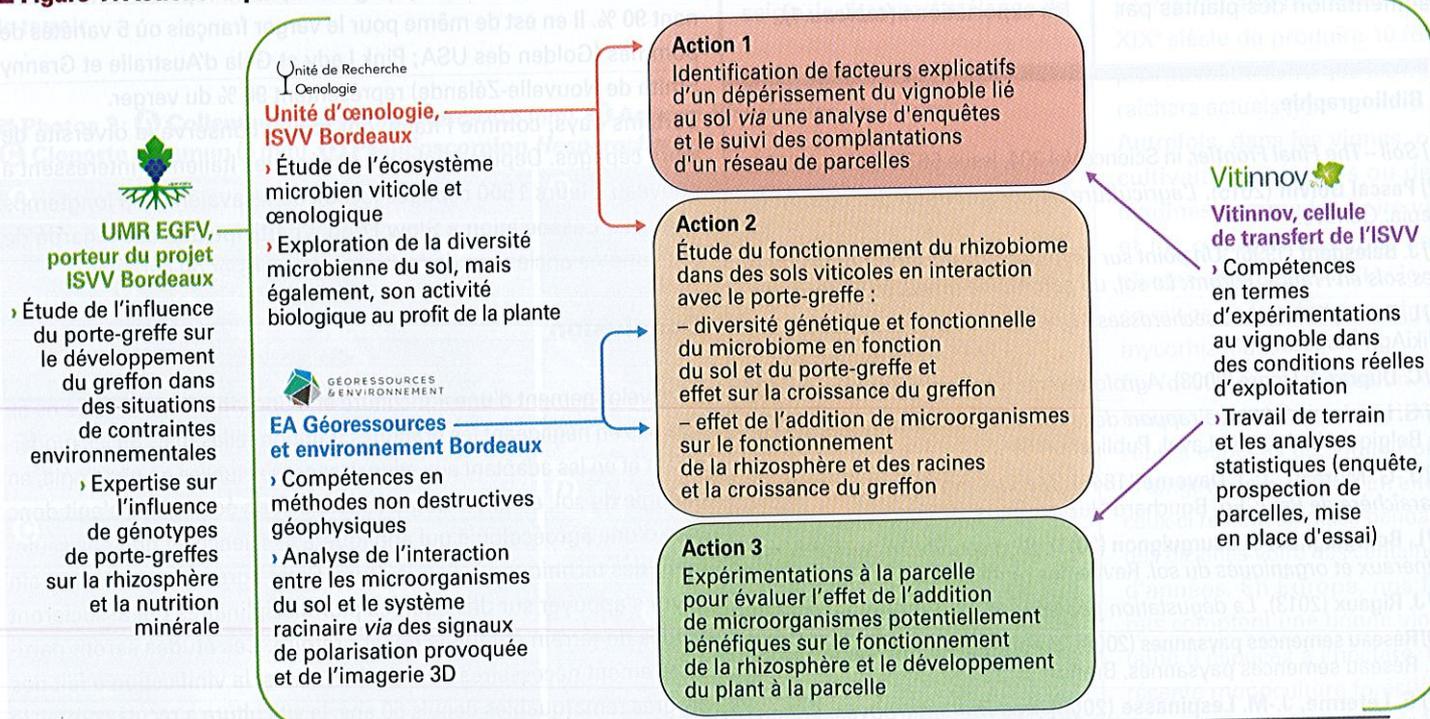
Le dépérissement du vignoble et la diversité fonctionnelle du microbiote de la rhizosphère

Les vignobles français font face à une problématique de dépérissement, décrit par une mortalité accélérée des ceps ou une diminution prématurée de leur productivité, induisant une perte conséquente de rendement annuel (estimée à 4,6 hl/ha en 2015). Les causes de ce dépérissement sont multiples, telles que les maladies liées à des agents pathogènes, l'alimentation hydrique et minérale des plants, des modifications climatiques ou l'impact de certaines pratiques culturales. Il apparaît essentiel de comprendre les différents facteurs intervenants dans les causes du dépérissement et de trouver des solutions garantissant une viticulture durable et plus écologique. Le dépérissement du vignoble entraîne le remplacement des ceps morts au sein d'une parcelle. Cette pratique, appelée complantation, représente un coût important pour les viticulteurs de l'ordre de 920 €/ha/an pour des parcelles à 10 000 pieds/ha complantées à 1 % par an (Roby et al., 2008). Or, en cas de dépérissement, les taux de complantation sont généralement

plus élevés et de plus cette pratique peut s'avérer infructueuse. La qualité du sol, et plus particulièrement la vie microbologique des sols, est souvent considérée comme un facteur de bon fonctionnement d'une culture. L'activité microbologique des sols serait ainsi un bon indicateur de la santé globale du vignoble. La rhizosphère, qui est la portion de sol autour des racines (quelques millimètres), présente une abondance et une activité microbienne importante (Compant et al., 2010). L'ensemble des microorganismes (bactéries, champignons et virus) présents constitue le microbiote

rhizosphérique. Ces microorganismes peuvent être soit pathogènes, soit neutres, soit bénéfiques pour la croissance des plantes. Les microorganismes favorables tels que les champignons mycorhiziens à arbuscules (CMAs), peuvent, entre autres, faciliter l'accès aux ressources minérales et hydriques. D'autres, comme certaines bactéries dites promotrices de croissance (PGPB pour, en anglais, Plant Growth Promoting Bacteria), agissent via la production des composés de type hormonaux. Des modifications de l'équilibre entre les microorganismes favorables et

■ Figure 1 : Actions et partenaires du projet Vitirrhizobiome (2018-2022).

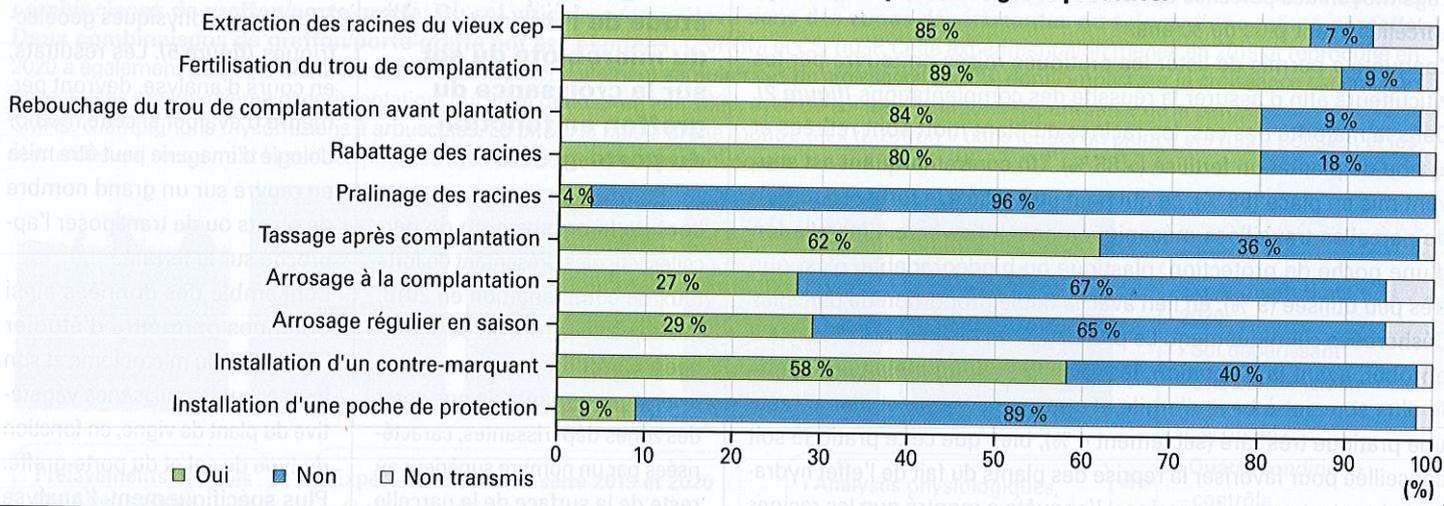


Partenaire associé : AIT (Austrian Institute of Technology)

Expertise scientifique sur l'analyse du microbiome de la plante et la visualisation des microorganismes rhizosphériques et endophytes



■ **Figure 2: Liste des pratiques mises en œuvre à la complantation exprimée en pourcentage de parcelles.**



défavorables, et en particulier l'absence ou une quantité trop faible d'individus bénéfiques dans certaines parcelles, pourraient contribuer au dépérissement des vignes. Mais cela n'a pas été démontré à ce jour. Par ailleurs, l'addition de microorganismes bénéfiques (CMA ou PGPB) lors de la plantation ou de la complantation est une pratique prometteuse, bien que coûteuse, mais son efficacité doit encore être confirmée.

Vitirhizobiome, un projet pour comprendre l'influence du microbiote de la rhizosphère des porte-greffes sur la croissance du greffon

Afin d'évaluer si certains dépérissements, en l'absence de causes pathologiques identifiées, sont liés à une déficience du fonctionnement du microbiote rhizosphérique, le projet Vitirhizobiome, financé par le Plan national de lutte contre le dépérissement du vignoble (PNDV), a débuté en novembre 2018.

Vitirhizobiome a pour objectif d'étudier l'influence du microbiote de la rhizosphère sur le développement du greffon en fonction du sol et du porte-greffe, dans un contexte de dépérissement du vignoble. Ce projet pluridisciplinaire implique plusieurs équipes de recherche et est divisé en plusieurs actions complémentaires (figure 1). Il s'agit, d'une part, de mieux comprendre les

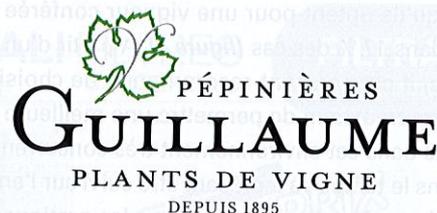
facteurs de dépérissement liés directement à la qualité du sol dans les vignobles bordelais, via (i) une enquête auprès des viticulteurs (action 1) et (ii) des essais de complantation avec différentes modalités visant à intervenir sur la composition microbiologique de la rhizosphère (action 3) en parcelles cultivées. D'autre part, l'impact de la composition microbiologique de sols viticoles sur la croissance d'un cépage en fonction (i) du porte-greffe ou (ii) de l'addition de microorganismes potentiellement bénéfiques est évalué dans une expérimentation en serre (action 2).

Pratiques et importance de la complantation dans les vignobles bordelais

Une étude a été conduite sur le terrain sur les taux de complantation et la réussite de cette pratique, en fonction des autres pratiques culturales et de l'environnement. L'objectif était d'identifier des facteurs biotiques et abiotiques pouvant jouer sur la reprise et la croissance des jeunes plants afin de mieux cibler les pratiques culturales favorables à la réussite de la complantation. Un état des lieux des pratiques et des niveaux de complantation au vignoble a donc été conduit entre novembre 2018 et mars 2020, via des enquêtes, et complété par des prospections dans des

parcelles. Cinquante-cinq propriétés viticoles ont été sélectionnées afin de prendre en compte la diversité des situations, en termes de matériel végétal, type de sol et mode de conduite. Pour chacune des 55 propriétés, les modes de conduites et les pratiques ont été recensés sur 1 à 3 parcelles. Les résultats présentés reprennent donc les réponses obtenues pour 93 parcelles. Cependant, le panel final n'est représentatif que d'une partie du vignoble bordelais.

Sur ces 93 parcelles, une majorité (63 %) est plantée à haute densité (> 7000 pieds/ha) tandis que seulement 4 % sont plantées en plus faible densité (< 5500 pieds/ha). La majorité (73 %) est travaillée mécaniquement sous le rang tandis que l'interrang est soit travaillé soit enherbé (respectivement 50 % et 42 % des parcelles).



Notre entreprise située en Bourgogne-Franche-Comté figure depuis 5 générations parmi les leaders sur le marché des plants de vigne.

**Qualité
Innovation
Savoir-faire
Passion
Excellence**

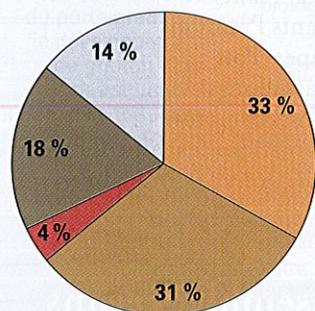
- Traitement à l'Eau Chaude
- Start-Plants
- Vital Plants
- Plants Prémunis
- Super-Pots
- Plants longs
- Plants Symbiose
- Plantations machine GPS
- Sélection personnalisées

Ensemble, créons un vignoble d'exception

70700 Charcenne - Tél. 03 84 32 80 55
info@guillaume.fr - www.guillaume.fr

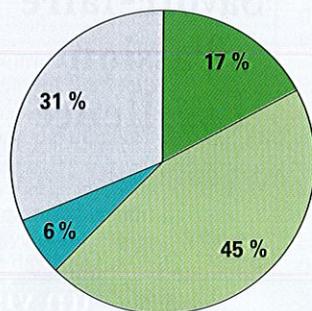
L'âge moyen des parcelles de l'étude est plutôt élevé, avec 57 % des parcelles ayant plus de 30 ans. L'enquête a permis de lister les pratiques mises en œuvre par les viticulteurs afin d'assurer la réussite des complantations (figure 2). Dans la majorité des cas, les racines du plant mort sont retirées et le trou de plantation fertilisé (> 85 %). Un contremarquand est souvent mis en place (58 %), ce qui peut être relié à la forte proportion de parcelles travaillées mécaniquement. À l'inverse, l'installation d'une poche de protection, plastique ou biodégradable, n'est que très peu utilisée (9 %), en lien avec la faible proportion de parcelles désherbées chimiquement. Le pralinage des racines, qui consiste à enrober, avant la plantation, les racines avec un mélange boueux le plus souvent à base d'argile, de bouse de vache et d'eau, reste une pratique très rare (seulement 4 %), bien que cette pratique soit conseillée pour favoriser la reprise des plants du fait de l'effet hydratant et protecteur sur les racines. L'enquête a montré que les racines étaient presque systématiquement rabattues (80 %), le plus souvent de façon courte ou rase (< 10 cm pour 64 % des propriétés) (figure 3). Les plants spécifiques avec ajout de *Trichoderma* ou de CMA sont très peu utilisés (5 %). Les plants ne sont arrosés que dans 1/4 des cas à la plantation. Toutefois, presque la moitié des parcelles de l'étude ont été complantées à l'automne et ne nécessitaient donc pas forcément d'arrosage. L'arrosage à la plantation ne représente qu'une parcelle sur deux pour les complantations de printemps. Par contre, l'arrosage en saison des complants ne concerne que 29 % des parcelles (quelle que soit la période de complantation) malgré les millésimes chauds et secs de ces 20 dernières années (figure 2). Les taux de complantation ne sont pas dépendants de l'âge de la parcelle ou de l'entretien du sol. L'enquête révèle que les viticulteurs conservent souvent le même niveau de vigueur conférée quand ils choisissent leur porte-greffe pour les complantations (45 % des parcelles) et qu'ils optent pour une vigueur conférée supérieure uniquement dans 17 % des cas (figure 4). À partir d'un certain âge de la parcelle, il est pourtant recommandé de choisir un porte-greffe plus vigoureux afin de permettre une meilleure installation des complants dans cet environnement très concurrentiel. Le taux de reprise dans le temps va à présent être suivi sur l'ensemble des parcelles de l'enquête afin de déterminer les pratiques favorisant les meilleures réussites.

■ **Figure 3: Longueur de rabattage des racines des plants avant complantation** (% de parcelles).



- Racines rases (< 5 cm)
- Racines courtes (5-9 cm)
- Racines longues (≥ 10 cm)
- Racines non rabattues
- Non transmis

■ **Figure 4: Choix du porte-greffe utilisé pour la complantation exprimé en vigueur conférée par rapport à la vigueur conférée du porte-greffe d'origine** (% de parcelles).



- Vigueur conférée supérieure
- Vigueur conférée identique
- Vigueur conférée inférieure
- Non transmis

Du vignoble à la serre : étude de l'impact du microbiote du sol sur la croissance du greffon en fonction du porte-greffe

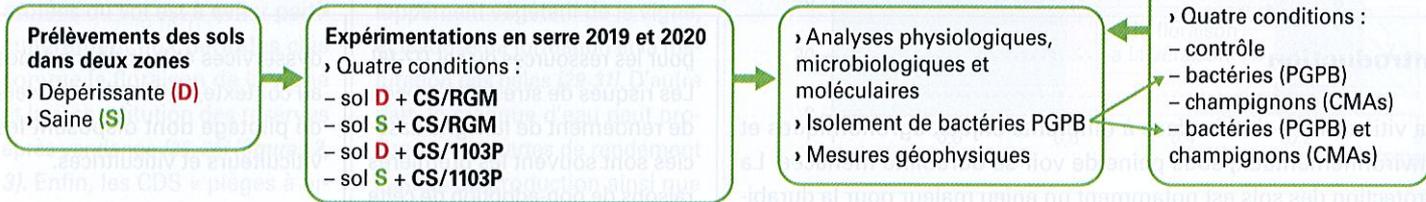
Lors de la prospection de parcelles viticoles présentant de forts taux de complantation en 2018, quatre parcelles ont été sélectionnées. Chacune de ces parcelles avait la particularité de présenter des zones dépérissantes, caractérisées par un nombre supérieur au reste de la surface de la parcelle de ceps morts ou peu vigoureux. Aucun symptôme pathologique n'ayant été identifié, l'hypothèse d'un effet lié au sol a été avancée. Des prélèvements de sols de l'interrang ont été effectués dans la zone dite « dépérissante » et dans une zone dite « saine » de chaque parcelle. Des analyses physico-chimiques, microbiologiques et moléculaires ont été réalisées sur des prélèvements de sols d'interrangs au printemps 2019. Ces analyses révèlent des différences significatives uniquement en termes de composition microbiologique, avec une densité bactérienne et des activités enzymatiques inférieures dans les zones « dépérissantes » par comparaison aux zones « saines ». Du sol de l'interrang de chacune des deux zones ont ensuite été prélevés dans l'une des 4 parcelles afin de réaliser des expérimentations en serre (figure 5) pour tester, en conditions plus contrôlées : 1) l'effet de la composition du sol sur le fonctionnement du microbiome de la rhizosphère et des racines, 2) l'effet du microbiome du sol sur le développement de la plante greffée chez deux combinaisons de greffon/porte-greffe et 3) l'effet de l'ajout de PGPB et de CMA sur le fonctionnement du rhizobiome dans un sol entraînant un fort dépérissement. En parallèle, d'autres expérimentations ont été réalisées en serre pour tester des outils d'imagerie non destructifs permettant de visualiser en 3D l'architecture racinaire, la rhizosphère et

son état fonctionnel grâce à des mesures géophysiques géoélectriques (figure 5). Les résultats, en cours d'analyse, devront permettre d'évaluer si cette méthodologie d'imagerie peut être mise en œuvre sur un grand nombre de plants ou de transposer l'approche sur le terrain. L'ensemble des données ainsi obtenues permettra d'étudier l'évolution du microbiome et son impact sur la croissance végétative du plant de vigne, en fonction du type de sol et du porte-greffe. Plus spécifiquement, l'analyse comparative entre communautés bactériennes des différents échantillons sera réalisée puis confrontée aux traits phénotypiques associés à la plante pour rechercher des corrélations entre communauté microbienne et croissance de la plante. L'analyse microbienne de la rhizosphère permettra en outre d'identifier des organismes potentiellement bénéfiques pour la plante (mycorhizes et bactéries) présents dans le sol non dépérissant.

De la serre au vignoble : quel apport de l'ajout des microorganismes symbiotiques à la complantation ?

Des expérimentations au terrain sont également en cours afin de répondre à des questions récurrentes des viticulteurs sur le choix du matériel végétal et des pratiques de complantation. En particulier, de plus en plus de produits (biostimulants, plants mycorhizés...) sont proposés aux viticulteurs pour stimuler l'activité biologique alors que le bénéfice de ces pratiques coûteuses n'est pas parfaitement démontré. Un premier essai a été mis en place sur une parcelle complantée avec deux porte-greffes. L'un des porte-greffes est le même que celui initialement choisi sur la parcelle et l'autre est un porte-greffe un peu plus vigoureux, ce qui est souvent préconisé pour la complantation de parcelles

■ **Figure 5: Expérimentations en serre visant à déterminer l'effet de la composition microbienne du sol sur la croissance de deux combinaisons de greffon/porte-greffe. Du sol viticole a été prélevé dans des zones déperissantes ou saines d'une même parcelle. Deux combinaisons de greffon/porte-greffe ont été plantées: CS/RGM et CS/1103P. Cette expérimentation menée en 2019 et reproduite en 2020 a également permis d'identifier des bactéries potentiellement stimulatrices de croissance (PGPB) dont l'impact sur la croissance est en cours de test dans une deuxième expérimentation, qui vient débiter en juin 2020, avec du sol issu de la zone déperissante de la parcelle. CMA: champignons mycorhiziens à arbuscules. La photo la plus à droite montre un « rhizotron » dans lequel un plant a été mis à pousser, et les électrodes qui recouvrent la surface pour les mesures de polarisation provoquée.**



CS : cabernet-sauvignon. RGM : riparia gloire Montpellier. 1103P : 1103 Paulsen.

au-delà de 15 ans afin de garantir une meilleure reprise des complants. Pour chacun des porte-greffes, des plants mycorhizés ou non ont été complantés dans l'optique de conserver le porte-greffe initial grâce à l'ajout de champignons symbiotiques, qui permettraient une meilleure alimentation du complant. Un deuxième essai associe deux types de plants (plants traditionnels racines nues/ plants en motte) et deux périodes de plantation (automne/printemps). Les plants en motte ou en pot se vendant plus cher, l'idée est de vérifier s'ils permettent effectivement un meilleur développement du complant. Le développement peut également être fortement lié à la disponibilité en eau et donc à la période de plantation en cas d'absence d'arrosage en saison. Un troisième essai porte sur l'apport de microorganisme et le type de plant. Il compare des plants traditionnels racines nues et des plants en motte à des plants en pot mycorhizés. Un suivi fin de l'état physiologique des plants selon les situations et les modalités est réalisé. Le développement racinaire et foliaire des plants, leur statut hydrique et azoté sont quantifiés. L'efficacité de la symbiose est

suivie par des analyses microscopiques des associations symbiotiques au niveau racinaire. Les résultats obtenus permettront de savoir si l'inoculation avec des champignons mycorhiziens à arbuscules peut être un facteur favorisant la reprise à la complantation et si cela dépend du porte-greffe utilisé. Les suivis de reprise et de croissance pendant les trois années du projet permettront aussi d'identifier l'effet de la date de complantation, du type de plants ainsi que de la mycorhization.

Conclusion

Les premiers résultats du projet Vitirhizobiome confirment une diversité des pratiques de complantation pouvant jouer un rôle dans le taux de reprise et la croissance des plants. Ils montrent également que la diversité génétique et fonctionnelle du microbiote du sol est affectée dans les zones déperissantes. L'impact sur la croissance du plant s'avère effectivement dépendant en partie du porte-greffe. Des bactéries bénéfiques présentes dans des sols viticoles ont été isolées et sont en cours de caractérisation. Leur identification et leur application possible à la parcelle lors

de la complantation, en complément de l'addition de champignons mycorhiziens à arbuscules, représente une avancée significative vers des pratiques culturales plus respectueuses de l'environnement. ■

NDLR: Les références bibliographiques concernant cet article sont disponibles sur le site internet de la Revue des Œnologues : search.oeno.tm.fr

QUALI FILTRES
SIEBEC Group

FILTRATION
SPÉCIAL ŒNOLOGIE

PRIX
IMBATTABLES !

Essais gratuits
de nos cartouches

Service
laboratoire

Appelez nous au 04 76 26 91 75

MADE IN FRANCE

MADE IN ITALY