

Demande de Renouvellement - 2022



Chaire MALDIVE – Maladies du bois de la Vigne



Impacts sur la physiologie de la vigne, marqueurs de pathogénicité et propositions de moyens de lutte.

Titulaire Chaire MALDIVE :
Pr FONTAINE Florence
Unité de Recherche Résistance Induite et Bioprotection des Plantes – RIBP 4707
Unité Sous Contrat INRAE – USC INRAE 1488



SOMMAIRE

BILAN Chaire Maldive 2019-2021

I – Rappel des objectifs scientifiques et du personnel impliqué	3
II – Bilan scientifique	4
II-1-Principaux résultats obtenus par action	4
II-2- Indicateurs de suivi du développement de la chaire	8
III. Bilan d'exécution budgétaire	11
IV. Bilan sur les activités de formation	12

PROJET Chaire Maldive 2022-2024

I - Orientations stratégiques de la chaire MALDIVE en adéquation avec les stratégies de l'URCA	14
II - Actions de médiation scientifique prévues	14
III - Organisation structurelle envisagée de la chaire MALDIVE	15
IV - Avis du ou des conseils de l'unité de recherche hébergeant la chaire Maldive et engagement du Laboratoire RIBP	16
V - Indicateurs de suivi du développement de la chaire	18
VI - Engagement envisagées avec les partenaires publics ou privés, nationaux voire européens/internationaux	18
VII - Budget prévisionnel 2022-2024	19
VIII – Les activités pédagogiques	21

BILAN Chaire Maldive 2019-2021

I – Rappel des objectifs scientifiques et du personnel impliqué

La chaire MALDVIVE a été créée en Juin 2017. Ses objectifs de recherche sont focalisés sur les maladies du bois (MDB), particulièrement celles dues aux Botryosphaeriacees, et ciblent l'impact des MDB sur la physiologie de la vigne pour : identifier des marqueurs de résilience ou de sensibilité chez certains cépages (Action 1), proposer des solutions de lutte alternative durables et opérationnelles contre ces maladies (Action 2), révéler et étudier les marqueurs de pathogénicité des champignons incriminés (Action 3), et étudier l'impact des facteurs environnementaux sur l'émergence de ces MDB (Action 4).

Le personnel impliqué pour mener à bien ces actions est résumé dans le tableau ci-dessous.

Nom/Prénom	Grade	Taux implication	Compétences	Expertises
Personnel permanent				
Fontaine Florence	Professeur	100%	Biologiste, physiologiste, phytopathologiste	MDB, épidémiologie, symptomatologie, stratégies de lutte (= biocontrôle)
Trotel-Aziz Patricia	Maître de Conférences	100%	Biologiste, physiologiste, phytopathologiste, microbiologiste	MDB, symptomatologie, biocontrôle, marqueurs de pathogénicité
Fernandez Oliver	Maître de Conférences	100%	Biologiste, physiologiste, biochimiste, phytopathologiste	MDB, symptomatologie, marqueurs de tolérance vigne
Guisse Jean-François	IgE	10%	Production végétale	
Leclère Vincent	Technicien	10%	Production végétale, biochimiste	
Personnel contractuel				
Bettenfeld Pauline	Doctorante (2017-22) - financement URCA/Public	100% projet HOLOVITI	Biologiste, analyses biochimique, écologie microbienne	MDB, symptomatologie, microbiome, marqueurs de pathogénicité vigne
Leal Catarina	Doctorante (2019-22) – financement Grand-Est/Grand Reims/Privé	50% projet BioVigne	Biologiste, microbiologiste, phytopathologiste	MDB, biocontrôle, symptomatologie, marqueurs de tolérance vigne
Julian Restrepo	Doctorant (2021-24) – financement Grand Reims/Grand Est	50% projet OPENZYM	Biologiste, microbiologiste	MDB, marqueurs de pathogénicité
Caroline Praz	IgR (2020)	100% projet VitEst	Généticienne des population, biologiste	MDB, effet génétique des cépages
Laura Gerard	IgE (2021-22) – financement Grand Est	100% projet VitEst	Biologiste, microbiologiste, phytopathologiste	MDB, symptomatologie, stratégies de lutte, marqueurs de tolérance vigne

Vincenzo Mondello	IgR (2017-21, 2021-24) – financement privé	100% projet LC2017	Analyses moléculaires, microbiologiste, phytopathologiste	MDB, épidémiologie, stratégies de lutte, marqueurs de pathogénicité, marqueurs de tolérance
-------------------	--	--------------------	---	---

II – Bilan scientifique

II-1-Principaux résultats obtenus par action

Action 1 – Marqueurs de résilience ou de sensibilité de cépages, clones et génotypes :

Une réponse **clone**-dépendante a été observée sur feuilles de vignes malades de l'esca (forme sévère présentant un différentiel de réponse physiologique entre deux clones d'un même cépage). Ce différentiel a été observé chez 2 **cépages** emblématiques de Bourgogne Franche-Comté et Jura (Chardonnay et Trousseau) et pour deux millésimes. Les **modifications physiques et métaboliques** des différentes zones présentant des symptômes foliaires provoqués par l'esca (tigrures associées à la forme lente) ont alors été caractérisées pour deux cépages différents (Pinot noir et Sauvignon B). Les **perturbations physiologiques et anatomiques** provoquées par le dépérissement dû aux Botryosphaeriaceae dans les entre-nœuds de rameaux de l'année ont également été caractérisées, ainsi que leur lien à la forme sévère (défoliatrice) de la maladie (**Thèse Florian Moret, 2017-20, Moret et al., 2020a, 2020b, 2018 ; Lemaître-Guillier et al., 2020**).

La comparaison des **réponses de défense** entre deux **cépages** (Chardonnay et Tempranillo, considérés tolérant et sensible, respectivement) a montré une plus forte expression des défenses basales dépendantes d'un type d'hormone ubiquiste chez le cépage le plus sensible aux MDB (**Thèse Catarina Leal, 2019-2022 ; Leal et al., 2021b**). La caractérisation plus poussée des **marqueurs de tolérance** versus sensibilité de ces cépages est en cours.

Depuis 2020, en collaboration avec l'INRAE de Colmar, nous avons parallèlement initié la caractérisation d'une population de 280 **génotypes** issue du croisement Gewurztraminer * Riesling (**L. Gerard, IgE**). Les premiers résultats obtenus rajoutent à la ségrégation de **marqueurs de tolérance** de la vigne aux MDB. Des approches de QTLs-mapping sont en cours et seront à confirmer l'an prochain.

En complément, l'étude des déséquilibres populationnels et fonctionnels du **microbiote** de la vigne a été appréhendé du sol aux feuilles, et l'holobionte (*i.e* l'ensemble formé par la vigne et l'ensemble des microorganismes hébergés par celle-ci) a été caractérisé chez la vigne soumise à un dépérissement (**Thèse Pauline Bettenfeld, 2019-22, Bettenfeld et al., 2020**). Dans le cadre de cette étude, l'impact du **métabolisme RedOx** sur ce déséquilibre a été ciblé. Les résultats obtenus ont montré que le microbiote associé aux différents compartiments de la vigne (feuilles, tiges, vieux bois, racines) était modifié (enrichissement ou appauvrissement de certaines espèces/classes/ordres de bactéries ou de champignons) au sein d'un cep dépérissant (symptomatique), comparativement à celui d'un cep sain (asymptomatique).

Valorisations scientifiques :

- Bettenfeld P., Fontaine F., Trouvelot S., Fernandez O., Courty P.E., 2020. Woody plant declines. What's wrong with the microbiome ? Trends In Plant Science, <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2019.12.024>.
- Moret F., Delorme G., Clément G., Grosjean C., Lemaître-Guillier C., Trouvelot S., Adriane M., Fontaine F. 2020a. Esca-affected grapevine leaf metabolome is clone and vintage dependent. *Physiologia plantarum*, 1-11 <https://doi:10.1111/ppl.13254>
- Moret F., Clément G., Grosjean C., Lemaître-Guillier C., Morvan G., Trouvelot S., Adrian M., Fontaine F. 2020b. Metabolic fingerprint of Chardonnay leaves affected by esca disease is both clone- and year-dependent. *Phytopathologia Mediterranea*, 59(3):595-603
- Leal C., Richet N., Guise JF., Gramaje D., Armengol J., Fontaine F., Trotel-Aziz P. 2021b. Cultivar contribute to the beneficial effects of *Bacillus subtilis* PTA-271 and *Trichoderma atroviride* SCI to protect grapevine against *Neofusicoccum parvum*. *Frontiers in Microbiology* DOI: 10.3389/fmicb.2021.7261132.
- Lemaître-Guillier C., Fontaine F., Roullier-Gall C., Harir M., Magnin-Robert M., Clément C., Trouvelot S., Gougeon R., Schmitt-Kopplin P., Adrian M. 2020. Cultivar- and wood area-dependent metabolomic

fingerprints of grapevine infected by Botryosphaeria dieback. Phytopathology, <https://doi.org/10.1094/PHYTO-02-20-0055-R>.

Moret F., Lemaître-Guillier C., Grosjean C., Clément G., Coelho C., Negrel J., Jacquens L., Morvan G., Mouille G., Trouvelot S., Fontaine F., Adrian M. 2018. Clone-dependent expression of esca disease revealed by leaf metabolite analysis. *Frontiers in Plant Science – Plant Microbe Interaction*, 9:1960.

Action 2 – Solutions de lutte alternative durables et opérationnelles contre les MDB, de la pépinière au vignoble :

Aucune méthode de lutte n'est actuellement suffisamment efficace pour contrôler les MDB au vignoble ; ce qui a également des répercussions sur la qualité sanitaire des plants en entrée de pépinière. Les connaissances que nous avons acquises lors du travail sur la compréhension du mode d'action de l'arsénite (Bruez et al., 2021, Songy et al., 2019), nous permettent désormais de proposer de nouvelles stratégies de lutte, plus respectueuses de l'homme et de son environnement. De nouveaux produits et de nouvelles stratégies d'application ont été testés, notamment pour optimiser l'action de certains **agents de biocontrôle** homologués, en couplant leur action à celles d'autres agents de biocontrôle efficaces isolés au laboratoire RIBP. L'utilisation d'**éliciteurs** et/ou de **molécules biosourcées** homologués est également privilégiée. L'accent est tout particulièrement mis sur la **qualité de la formulation**, pour tirer bénéfices de plus **faibles doses de molécules actives**.

Des travaux ont ainsi été initiés pendant la thèse d'E. Battiston (2014-18, thèse URCA/Université de Florence, *Battiston et al., 2018, 2021*) portant sur la compréhension et la caractérisation du **produit formulé LC2017, composé de faibles doses de cuivre**, d'huiles essentielles et d'un transporteur de molécules actives (l'hydroxyapatite). Ces travaux sont actuellement poursuivis dans le cadre d'un **Contrat privé (Vincenzo Mondello IgR, Mondello et al., 2021)** : en **conditions contrôlées** pour comprendre le mode d'action de ce produit formulé, et au vignoble pour évaluer son efficacité en conditions réelles au **vignoble**. En complément et en collaboration avec les 2 laboratoires, GEGENAA (URCA) et LG2A (UJVP), une molécule biosourcée chélatrice du cuivre sera testée en conditions contrôlées en combinaison avec l'application du produit LC2017. La combinaison du produit LC2017 associée à l'utilisation d'une molécule amphiphile chélatrice de cuivre, permettant de mieux mobiliser le cuivre du sol vers la plante, apparaît comme un projet prometteur qui permettrait de diminuer drastiquement les applications répétées de cuivre.

Pour le volet **biocontrôle en serre**, des essais **combinant** l'application de *Trichoderma atroviride* SC1 (produit VINTEC-Belchim) avec la bactérie bénéfique *Bacillus subtilis* PTA-271 ont été réalisés sur 2 cépages, le Chardonnay (peu sensible aux MDB) et le Tempranillo (sensible aux MDB) (**Thèse Catarina Leal, 2019-22, Leal et al., 2021a, 2021b**). Les **essais en pépinière** avec nos collaborateurs espagnols sont toujours en cours et déjà prometteurs quant à la vigueur de ces plants dont la **biodiversité optimisée**. Ce dernier point relatif à la biodiversité est également appréhendé avec nos partenaires espagnols ; et sera encore plus approfondi lors du prochain quadriennal/quinquennal.

Parallèlement, d'**autres stratégies de biocontrôle** testent la combinaison d'une autre bactérie bénéfique du laboratoire, *Paraburkholderia phytofirmans* PsJN, avec des molécules antifongiques (Wu et al., 2020). Bien qu'encourageants, ces travaux ne sont actuellement pas poursuivis pour diverses raisons. Tout récemment, une doctorante tunisienne (Jihed Sliti de l'Université de Tunis) vient d'être accueillie pour 3 mois au laboratoire RIBP, afin de caractériser le potentiel de micro-organismes bénéfiques (bactéries, champignons) issus du vignoble tunisien contre des Botryosphaeriacees.

En complément de ces projets de recherche, nous sommes également contactés pour réaliser des **prestations de service** dont l'objectif est d'évaluer *in vitro* et *in planta* l'efficacité de produits à base de **molécules biosourcées**, de différentes natures, contre les principaux agents pathogènes impliqués dans les MDB (prestation pour MedInBio, prestation pour PLC Consulting).

Valorisations scientifiques :

Leal C., Fontaine F., Aziz A., Conceição E., Clément C., Trotel-Aziz P. 2021a. Genome sequence analysis of *Bacillus subtilis* PTA-271 isolated from a *Vitis vinifera* (cv. Chardonnay) rhizospheric soil: an highlight on

- some of its biocontrol traits. *Environmental microbiome*, 16:3, 1-14. <https://doi.org/10.1186/s40793-021-00372-3>(FI = 1,339)
- Leal C., Richet N., Guise J.F., Gramaje D., Armengol J., Fontaine F., Trotel-Aziz P. 2021b. Cultivar contribute to the beneficial effects of *Bacillus subtilis* PTA-271 and *Trichoderma atroviride* SCI to protect grapevine against *Neofusicoccum parvum*. *Frontiers in Microbiology* DOI: 10.3389/fmicb.2021.7261132.
- Mondello V., Fernandez O., Guise J.F., Trotel-Aziz P., Fontaine F. 2021. In planta activity of the novel copper product HA+Cu(II) based on a biocompatible drug system delivery system on vine physiology and trials for the control of *Botryosphaeria dieback*. *Frontiers in plant sciences* DOI: 10.3389/fpls.2021.693995
- Battiston E., Compant S., Antonelli L., Mondello V., Clément C., Somoni A., Di Marcos S., Mugnai L., Fontaine F. 2021. In planta activity of novel copper (II) based formulations to inhibit the Esca-associated fungus *Phaeoacremonium minimum* in grapevine propagating material. *Frontiers in plant science*. DOI: 10.3389/fpls.2021.649694
- Bruez E., Larignon P., Bertsch C., Robert-Siegwald G., Rey P., Fontaine F. 2021. Impacts of sodium arsenite on wood microbia of esca-diseased grapevine. *Journal of Fungi*. [Doi.org/10.3390 :jo7070498](https://doi.org/10.3390/jo7070498)
- Wu H., Spangolo A., Marivingt-Mounir C., Clément C., Chollet J.F., Fontaine F. 2020. Evaluating the combined effect of a systemic phenylpyrrole fungicide and the plant growth-promoting rhizobacteria *Paraburkholderia phytofirmans* (strain PsJN ::gfp2x) against the grapevine trunk pathogen *Neofusicoccum parvum*. *Pest Management Science*
- Songy A., Vallet J., Gantet M., Boos A., Ronot P., Tarnus C., Clément C., Larignon P., Goddard M.L., Fontaine F. 2019. Sodium arsenite effect in *Vitis vinifera* L. physiology. *Journal of Plant Physiology*, <https://doi.org/10.1007/s00425-019-03111-8>
- Battiston E., Antonielli L., Di Marco S., Fontaine F., Mugnai L. 2018. Innovative delivery of CU(II) ions by a nano-structured hydroxyapatite: potential application in planta to enhance the sustainable control of *Plasmopara viticola*. *Phytopathology*, 190:748-759.

Action 3 – Marqueurs de pathogénicité des champignons responsables des MDB

En collaboration avec l'UMR Bioger AgroParisTech, la caractérisation de marqueurs de pathogénicité produits par les *Botryosphaeriaceae* a été poursuivie. L'accent a été particulièrement mis sur les **effecteurs phénoliques** (terrémutine et melléine) décrits pour réprimer les défenses utiles de l'hôte, au bénéfice de l'expression de la maladie (suite du Projet Casdar V1301, Trotel-Aziz et al., 2019). Actuellement, les voies de synthèse de ces **phytotoxines phénoliques** ont été dessinées à partir des gènes codants identifiés, codants pour des polykétides synthase (PKS), et l'organisation ou non de ces gènes en cluster a été définie (Trotel-Aziz et al, en cours de soumission). La valeur déterminante de ces phytotoxines et la régulation fine des voies ainsi identifiées sera appréhendée dans le cadre du **projet LEGATO** (PRCI à soumettre en janvier 2022).

En parallèle, et en collaboration avec la chaire AFERE (UMR FARE), d'autres marqueurs de pathogénicité ont été explorés. L'hypothèse selon laquelle l'agressivité des souches de *Botryosphaeriaceae* pourrait être liée à une production importante de **CAZymes**, des **enzymes impliquées dans la dégradation des lignines**, a été initiée (rapport de stage Marie Belair, Master 2). Nos premières expérimentations ont défini les conditions de croissance optimales de nos souches de *Botryosphaeriaceae* et le protocole de détection d'activités enzymatiques dirigées contre les biopolymères pariétaux, posant ainsi les bases du projet de **thèse de Julian Restrepo** (2021-24). Nous espérons que ces travaux sur les CAZymes puissent mimer les conditions *in-planta* des pathogènes, pour produire les glucides ad hoc susceptibles d'approvisionner en substrats spécifiques les PKS étudiées dans le projet LEGATO. Ainsi, le projet CAZymes ambitionne de nous rendre autonome dans la production de phytotoxines purifiées, pour approvisionner nos autres projets (ex. LEGATO) en molécules de complémentation et de régulation.

Valorisations scientifiques :

Trotel-Aziz P., Abou-Mansour E., Courteaux B., Rabenoelina F., Clément C., Aziz A., Fontaine F. 2019. *Bacillus subtilis* PTA-271 counteracts *Botryosphaeria dieback* in grapevine, triggering immune responses and detoxification of fungal phytotoxins. *Frontiers in Plant Science – Plant Microbe interaction* DOI 10.3389/fmicb.2021.726132

Trotel-Aziz et al, en cours de soumission. Diversity of *Neofusicoccum parvum* for the production of the phytotoxic metabolites (-)-terremutin and (R)-mellein.

Action 4 - Facteurs environnementaux et émergence des MDB

Dans cette action, nous nous sommes intéressés à comprendre la relation entre le climat et l'expression des symptômes des maladies du bois de la vigne, identifier l'impact de deux facteurs abiotiques (température et statut hydrique du sol) sur les interactions hôte-pathogène (vigne/*N. parvum*), et à déterminer si les deux stress abiotiques testés sont : (1) des facteurs déclencheurs des dépérissements à Botryosphaeriaceae, sinon (2) aggravants pour l'agressivité du pathogène, ou au contraire s'ils ont un rôle (3) potentialisateur sur les défenses de l'hôte (**thèse Aurélie Songy**, 2016-19, *Carlos-Garrido et al.*, 2021, *Songy et al.*, 2019). La littérature sur le sujet relate effectivement des facteurs de transcription communs aux gènes de défense des plantes contre les stress abiotiques et biotiques. Les analyses transcriptomiques en cours d'exploitation permettront de renforcer l'une des 3 hypothèses pré-citées, pour y donner suite.

Valorisations scientifiques :

Carlos-Garrido C., Songy A., Marmol A., Roda R., Clément C., Fontaine F. 2021. Description of the relationship between trunk disease expression and meteorological conditions, irrigation and physiological response in Chardonnay grapevine. *OenoOne* 2: 97-113. DOI:10.20870/oenone.2021.55.2.4548

Songy A., Fernandez O., Clément C., Larignon P., Fontaine F. 2019. Grapevine trunk diseases under thermal and water stresses. *Planta*, 249(6) : 1655-1679.

II-2- Indicateurs de suivi du développement de la chaire (projets portés, publications, brevets, masters, thèses, séjours post-docs, chercheurs invités)

Indicateurs	Période 2019-2021
Projets	Validés : projet CA3356-LC2017 (privé) (2018-20), OPENZYM + HOLOVITI (PNDV, 2018-22), BioVigne+Belchim (privé, 2019-22) PHC Proteus (2020-21), SATT Terpolvigne (2018-20)
	Soumis-refusés : LIFE H2020, ANR PRCI France-Allemagne, PHC Barrante, PHC Dumont D'Urville
Publications	20 publications de rang A, 1 article d'ouvrage collectif, 7 communications orales dans des congrès internationaux, 2 articles de vulgarisation (voir le détail ci-dessous)
Organisations des jours nationales Maladies du bois de la vigne	17 & 18 novembre 2021, 100 participants, CA Villages, Bezannes ; Partenariat avec IFV et Institut Georges Chappaz
Brevets	Aucun
Encadrement / formation par la recherche	<u>4 doctorants</u> : F. Moret (soutenu 2020), Songy A. (thèse non soutenue); en cours : Bettenfeld P., Leal C. <u>Etudiants Master</u> : 2 M1, 1 M2
Accueil chercheurs étrangers invités	D. Rusjan (Slovenie, PHC Proteus, chercheur, 2019), P. Reis (doctorant, 2021), Pr Fontaine F est impliquées dans l'encadrement J. Sliti (doctorante, 2021)
Mobilités à l'étranger	1 semaine à Pise (Erasmus +) 1 semaine à Ljubljana (Slovénie, PHC Proteus)

Liste des 20 publications de rang A

20. Leal C., Richet N., Guise J.F., Gramaje D., Armengol J., Fontaine F., Trotel-Aziz P. 2021. Cultivar contribute to the beneficial effects of *Bacillus subtilis* PTA-271 and *Trichoderma atroviride* SCI to protect grapevine against *Neofusicoccum parvum*. *Frontiers in Microbiology* DOI 10.3389/fmicb.2021.726132 (FI = 5,640)
19. Mondello V., Fernandez O., Guise J.F., Trotel-Aziz P., Fontaine F. 2021. In planta activity of the novel copper product HA+Cu(II) based on a biocompatible drug system delivery system on vine physiology and trials for the control of *Botryosphaeria dieback*. *Frontiers in plant sciences* DOI: 10.3389/fpls.2021.693995 (FI = 4,402)
18. Bruez E., Larignon P., Bertsch C., Robert-Siegwald G., Rey P., Fontaine F. 2021. Impacts of sodium arsenite on wood microbia of esca-diseased grapevine. *Journal of Fungi*. Doi.org/10.3390 :jo7070498 (FI = 4,661)
17. Ouadi L., Bruez E., Bastien S., Yacou., Coppin C., Guérin-Dubrana L., Fontaine F., Domec J.C., Rey P. 2021. Sap flow disruption in grapevine is the early signal predicting the structural, functional and genetic responses to esca disease. *Frontiers in Plant Science, Crop and Product Physiology*, DOI: 10.3389/fpls.2021.695846 (FI = 4,402)
16. Carlos-Garrido C., Songy A., Marmol A., Roda R., Clément C., Fontaine F. 2021. Description of the relationship between trunk disease expression and meteorological conditions, irrigation and physiological response in Chardonnay grapevine. *OenoOne* 2: 97-113. DOI:10.20870/oeno-one.2021.55.2.4548 (FI = 2,435)

15. Battiston E., Compant S., Antonelli L., Mondello V., Clément C., Somoni A., Di Marcos S., Mugnai L., **Fontaine F.** 2021. *In planta* activity of novel copper (II) based formulations to inhibit the Esca-associated fungus *Phaeoacremonium minimum* in grapevine propagating material. *Frontiers in plant science*. DOI : 10.3389/fpls.2021.649694 (FI = 4,402)
14. Leal C., **Fontaine F.**, Aziz A., Conceição E., Clément C., Trotel-Aziz P. 2021. Genome sequence analysis of *Bacillus subtilis* PTA-271 isolated from a *Vitis vinifera* (cv. Chardonnay) rhizospheric soil: an highlight on some of its biocontrol traits. *Environmental microbiome*, 16:3, 1-14. <https://doi.org/10.1186/s40793-021-00372-3> (FI = 2,02)
13. Reis P., Gaspar A., Alves A., **Fontaine F.**, Lourenço L., Saramago J., Mota M., Rego C. 2020. Early season symptoms on stem, inflorescence and flowers of grapevine associated with Botryosphaeriaceae species. *MDPI Plants*, 9(11), 1427, <https://doi.org/10.3390/plants9111427> (FI = 2,762)
12. Moret F., Delorme G., Clément G., Grosjean C., Lemaître-Guillier C., Trouvelot S., Adriane M., **Fontaine F.** 2020. Esca-affected grapevine leaf metabolome is clone and vintage dependent. *Physiologia plantarum*, 1-11 <https://doi:10.1111/ppl.13254> (FI = 4,148)
11. Lemaître-Guillier C., **Fontaine F.**, Roullier-Gall C., Harir M., Magnin-Robert M., Clément C., Trouvelot S., Gougeon R., Schmitt-Kopplin P., Adrian M. 2020. Cultivar- and wood area-dependent metabolomic fingerprints of grapevine infected by *Botryosphaeria dieback*. *Phytopathology*, <https://doi.org/10.1094/PHYTO-02-20-0055-R>. (3,234)
10. Wu H., Spagnolo A., Marivingt-Mounir C., Clément C., Chollet J.F., **Fontaine F.** 2020. Evaluating the combined effect of a systemic phenylpyrrole fungicide and the plant growth-promoting rhizobacteria *Paraburkholderia phytofirmans* (strain PsJN :: gfp2x) against the grapevine trunk pathogen *Neofusicoccum parvum*. *Pest Management Science*, <https://doi.org/10.1002/ps.5935> (FI = 3,75)
9. Moret F., Clément G., Grosjean C., Lemaître-Guillier C., Morvan G., Trouvelot S., Adrian M., **Fontaine F.** 2020. Metabolic fingerprint of Chardonnay leaves affected by esca disease is both clone- and year-dependent. *Phytopathologia Mediterranea*, 59(3):595-603 (FI = 2,037)
8. Claverie M., Notaro M., **Fontaine F.**, Wery J., 2020. Current knowledge on grapevine trunk diseases with complex etiology: a systemic approach. *Phytopathologia Mediterranea*, 59(1): 29-53. (FI = 2,037)
7. Bettenfeld P., **Fontaine F.**, Trouvelot S., Fernandez O., Courty P.E., 2020. Woody plant declines. What's wrong with the microbiome ? *Trends In Plant Science*, <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2019.12.024> (FI = 14,416)
6. Mondello V., Spagnolo A., Larignon P., Clément C., **Fontaine F.**, 2019. Phytoprotector potential of *Fusarium proliferatum* to control *Botryosphaeria dieback* agents in grapevine. *Phytopathologia Mediterranea*, 58(2): 293-306, 2019. (FI = 2,037)
5. Guerin-Dubrana L., **Fontaine F.**, Mugnai L., 2019. Grapevine trunk disease in European and Mediterranean vineyards: occurrence, distribution and associated disease-affecting cultural factors. *Phytopathologia Mediterranea* 58(1) : 49-71. (FI = 2,037)
4. Songy A., Vallet J., Gantet M., Boos A., Ronot P., Tarnus C., Clément C., Larignon P., Goddard M.L., Fontaine F. 2019. Sodium arsenite effect in *Vitis vinifera* L. physiology. *Journal of Plant Physiology*, <https://doi.org/10.1007/s00425-019-03111-8> (FI = 3,013)
3. Songy A., Fernandez O., Clément C., Larignon P., Fontaine F. 2019. Graepvine trunk diseases under thermal and water stresses. *Planta*, 249 :1655-1679. (FI = 3,39)
2. Reis P., Pierron P., Larignon P., Lecomte P., Abou-Mansour E., Farine S., Bertsch C., Jacques A., Trotel-Aziz P., Rego C., **Fontaine F.** 2019. *Vitis* methods to understand and develop strategies for diagnosis and sustainable control of grapevine trunk diseases. *Phytopathology*, 100(6), 1071-1079. (FI = 3,234)
1. Trotel-Aziz P., Abou-Mansour E., Courteaux B., Rabenoelina F., Clément C., Aziz A., **Fontaine F.** 2019. *Bacillus subtilis* PTA-271 counteracts *Botryosphaeria dieback* in grapevine, triggering immune responses and detoxification of fungal phytotoxins. *Frontiers in Plant Science – Plant Microbe interaction*, doi: 10.3389/fpls.2019.00025 (FI = 5,753)

1 Publication dans des ouvrages collectifs

Fontaine F. 2020. Maladies du bois et climat : état des lieux et recherches en cours. Pp 381-389. In : 13^{ème} rencontre du Clos-Vougeot « Fluctuation climatiques et vignobles du Néolithique à l'Actuel : impacts, résilience et perspectives. Ed. Chaire UNESCO, LIR3S.

7 Communications orales dans des congrès scientifiques internationaux avec actes

7. Pedro R., Pinto G., Cerqueira A., Jesus C., Mota M., **Fontaine F.**, Alves AC. Rego. 2019. The impact of the grapevine trunk disease fungus *Lasiodiplodia* on the physiological responses of different grapevine cultivars. 11th Alentejo vine and wine symposium, Evora (Portugal), P45-58.

6. Trotel-Aziz P., Abou-Mansour E., Courteaux B., Clément C., Aziz A., **Fontaine F.** 2019. *Bacillus subtilis* PTA-271 counteracts Botryosphaeriaceae dieback in grapevine, triggering immune responses and detoxification of fungal phytotoxins. Integrated protection in Viticulture – IOBC meeting, Vila Real (Portugal).
5. Pedro R., Alves A., **Fontaine F.**, C. Rego. 2019. Susceptibility of four portuguese grapevine cultivars to *Lasioidiplodia* spp. preliminary results. Integrated protection in Viticulture – IOBC meeting, Villa Real (Portugal).
4. Mondello V., Fernandez O., Trotel-Aziz P., Clément C., **Fontaine F.** 2019. Trial with an innovative product based on a biocompatible drug delivery system on GTDs incidence, disease development and vine physiology. 11th International Workshop on Grapevine Trunk Diseases, Penticton (Canada).
3. Songy A., Larignon P., Lemaître-Guillier C., Guise J.F., Yobregat O., Pinto C., V. Mondello, C. Coppin, Robert-Siegwald G., Lebrun MH., Schmitt-Koplin P., C. Clément, Adrian M., **F. Fontaine** 2019. Effect of water and heat stresses on the physiology of Ugni blanc infected by *Neofusicoccum parvum*. 11th International Workshop on Grapevine Trunk Diseases, Penticton (Canada).
2. Moret F., Lemaître-Guillier C., Grosjean C., Clément G., Coelho C., Jacquens L., Negrel J., Gougeon R., Morvan G., Mouille G., Trouvelot S., **Fontaine F.**, Adrian M. 2019. Clone-dependent expression of grapevine esca disease. 11th International Workshop on Grapevine Trunk Diseases, Penticton (Canada).
1. Reis P., Alves A., **Fontaine F.**, Lourenço I., Saramago J., Rego C. 2019. Early season symptoms on grapevine stem and inflorescences associated with Botryosphaeriaceae species. 11th International Workshop on Grapevine Trunk Diseases, Penticton (Canada).

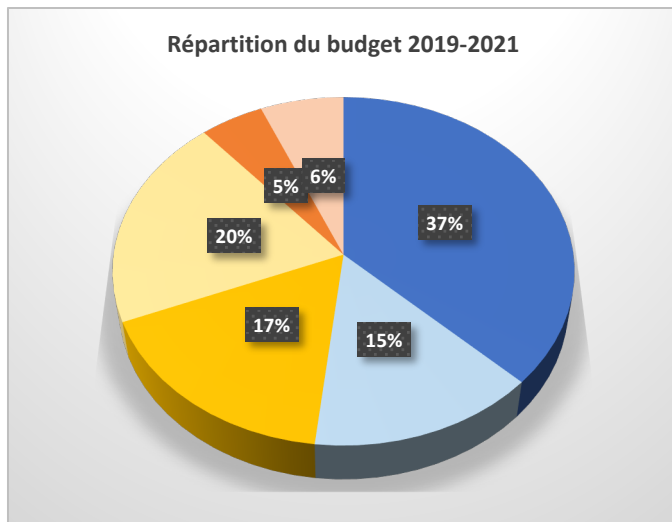
2 Articles originaux dans des revues d'audience nationale - Sur invitation

2. Trouvelot S., Mahé H., Bettenfeld P., van Schalk E., Adrian M., Dal F., Fernandez O., **Fontaine F.**, Grosjean C., Larignon P., Mouille G., Martin-Laurent F., Pabion S., Zekri O., Mondy S., Wipf D., Courty PE., 2019. L'holobionte vigne face au dépérissement ou quand le vivre ensemble n'est plus à l'équilibre. *Revue des Œnologues*, 173 : 14-15.
1. Trouvelot S., Mahé H., Bettenfeld P., van Schalk E., Adrian M., Dal F., Fernandez O., **Fontaine F.**, Grosjean C., Larignon P., Mouille G., Martin-Laurent F., Pabion S., Zekri O., Mondy S., Wipf D., Courty PE., 2019. L'holobionte vigne, un levier biologique pour lutter contre les dépérissements. 172 : 23-26.

III. Bilan d'exécution budgétaire

	Acronyme du projet	Financeurs	2019	2020	2021
Action 1	HOLOVITI – BOTRYOREDOX	URCA Grand Reims CASDAR	Bettenfeld P, doctorante, 31 k€ Fonctionnement : 13,5 k€	Bettenfeld P, doctorante, 31 k€ Fonctionnement : 15 k€	Bettenfeld P, doctorante, 31 k€ Fonctionnement : 15 k€
	HOLOVOTI	CIVC CIVB CASDAR	Moret F., doctorant, 31 k€	Moret F., doctorant, 31 k€	
	VitEst	Grand Est		C. Praz C., IgE, 30 k€ Fonctionnement : 30 k€	L. Gerard, IgE, 35 k€ Fonctionnement : 30 k€
Action 2	BioVigne	Grand Reims Grand Est Privé - Belchim	Leal C, doctorante, 7 k€ Fonctionnement : 5 k€ - Belchim	Leal C, doctorante, 31 k€ Fonctionnement : 10 k€ - Belchim	Leal C, doctorante, 31 k€ Fonctionnement : 10 k€ - Belchim
	CA3356-LC2017	Privé – entreprise NDG	Mondello V, IgR : 30 k Fonctionnement : 37 k€	Mondello V, IgR : 33 k€ Fonctionnement : 41 k€	Mondello V, IgR, 9 k€ Fonctionnement : 6 k€
	PHC Proteus	Campus France		Frais déplacement	Frais déplacement
	Prestation MedInBio	Privé,			Mondello V, IgR, Salaire : 7 k€
	Prestation PLC Consulting	Privé			Fonctionnement : 1 k€
	Prestation BioIndustrie (P. Jacques)	Public			Démarrage du projet
Action 3	OPENZYM	Région Grand Est Grand Reims		M. Belair, étudiante M2	J. Restrepo, doctorant, 7 k€ Fonctionnement : 0 €
Action 4	GTDfree	ANR Hennessy	A. Songy, doctorante Salaire : 22 k€ Fonctionnement : 30 k€	A. Songy, doctorante ; C. Coppin IgE Salaire : 19k€	
Total	Salaire obtenus		121 k€	175 k€	113 k€
	Fonctionnement obtenus		85,5 k€	96 k€	69 k€
Grand Reims	En soutien des 4 Action Fonctionnement		10 k€	10 k€	25 k€
Total obtenu			216,5 k€	281 k€	207 k€

Une représentation simplifiée du budget obtenu sur la période 2019-2021 selon les 3 types de sources de financement : public en couleur bleue, privé en jaune et Grand Reims en orange. Pour chaque source de financement, il a été distingué le budget salaire en foncé et le budget fonctionnement en clair.



IV. Bilan sur les activités de formation

Formations URCA

Les membres de la chaire Maldive sont impliqués dans :

- Master Sciences de la Vigne et du Vin, parcours Viticulture et Environnement : Pr F. Fontaine, co-responsable du M1 (effectif 10 étudiants)
- Master Sciences de la Vigne et du Vin, parcours Viticulture et Environnement, M1 et M2 (effectif 7 étudiants) : réalisation d'enseignements et de responsabilités d'unités d'enseignements : Pr F. Fontaine, Dr O. Fernandez, Dr V. Mondello, Dr. P. Trotel-Aziz.
- Master Biologie des AgroSciences, parcours Production de la Biomasse Végétale et Bioprotection (M2 ; effectif 9 étudiants) : réalisation d'enseignements : Dr. P. Trotel-Aziz.
- Diplôme National d'œnologie (effectif 20-25 étudiants) : Dr O. Fernandez responsable de la première année depuis la rentrée 2021 ; interventions dans les unités d'enseignements. Ce diplôme confère un grade de Master depuis la rentrée 2021 dans le cadre sa dernière réforme.
- Licence Sciences du Végétal, parcours Cœnologie (effectif 30-34 étudiants) : interventions du Dr O. Fernandez
- Formation Cursus Master en Ingénierie Bioraffinerie (CMI-B), Dr P. Trotel-Aziz est responsable du M2 CMI-B, de 2 modules de M1 CMI-B (CMI-B0702 et CMI-B0802 ; effectif 10 étudiants), de 2 modules de M2 CMI-B (CMI-B-0902 et CMI-B-0901 ; effectif 6 étudiants).
- Formation Master Erasmus Mundus Bioceb (Biological and Chemical Engineering for a Sustainable Bioeconomy), coordonné par AgroParisTech, et ouvert à Reims depuis la rentrée 2020-2021. Dr. P. Trotel-Aziz intervient dans les enseignements sur les interactions plante-sol (module IPS701, enseignements dispensés en anglais, effectif 60 à 75 étudiants selon les années).
- Licence Professionnelle Vigne & Environnement : interventions du Dr. O. Fernandez (effectif 10-15 étudiants)
- Licence BBTE (Biologie, Biochimie, Terre et Environnement), L1 (1^{ère} année) parcours SV, SVT, Metis et CMI, Dr. P. Trotel-Aziz est responsable de l'UE ECO0102 (Ecologie des milieux terrestres et aquatiques, 3 ECTS ; effectif 300 à 400 étudiants selon les années). Dr. P. Trotel-Aziz enseigne également en ECO0102, ainsi que dans divers modules de L1 et L3 (BPCV0201, BVB0501, PV0601).

Formations envers les professionnels

- Présentation des maladies du bois dans le cadre des RDV Bacchus, Reims (Décembre 2019)
- Participation à la manifestation organisée par l'association Arbres & Paysages (02/04/2020)

- Participation à la journée sur le thème de la taille douce : présentation de Pr F. Fontaine et Dr V. Mondello (06/02/2020)
- Accueil de 8 viticulteurs du Pays de Loire, exposé et visite du laboratoire (26/02/2020)
- Journées organisées par Arbre et Paysage, une présentation de la problématique des maladies du bois, webinaire (19/05/2021)
- Invitation par Felipe Gainza Cortes (Centre de l'investigation & innovation, Penciahue, Chili) à présenter la problématique des maladies du bois aux viticulteurs chiliens, webinaire (26/10/21)
- PNDV tour en Champagne, présentation sur les maladies du bois à Reims (16/11/21)

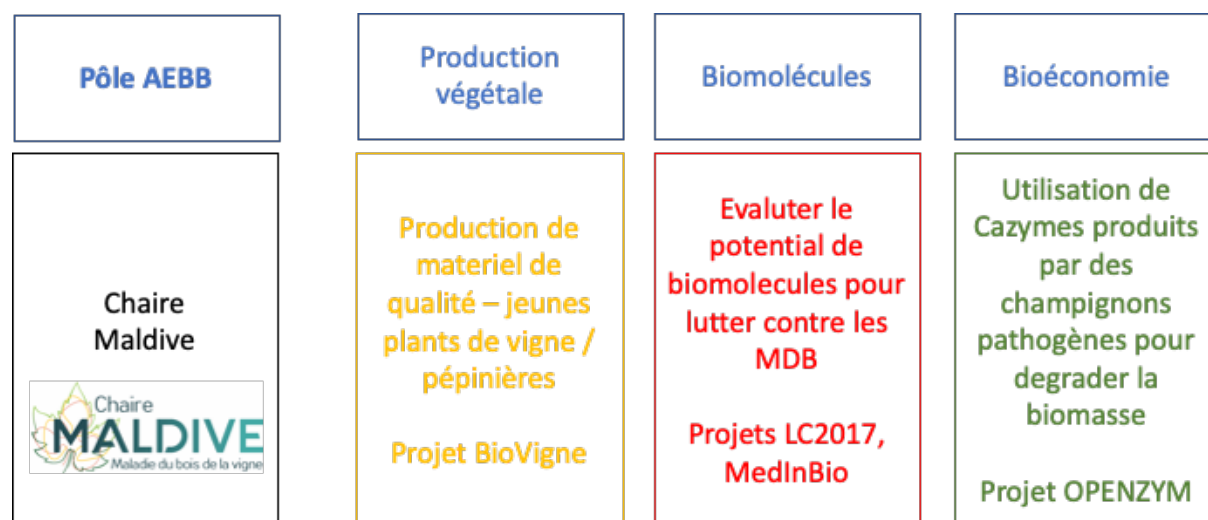
Formations au niveau international

- Master Erasmus Mundus BIOCEB : Pr F. Fontaine est responsable d'une unité d'enseignement dans laquelle elle réalise 14h CM et 12h TD ; interventions du Dr O. Fernandez et du Dr. P. Trotel-Aziz (5h CM, 3h TD, 18h TP).
- Initiation des démarches au sein de l'URCA pour la mise en place d'un double diplôme niveau licence Sciences du Végétal parcours Œnologie et l'Université d'Ancona (Italie). Porteur du projet : Pr F. Fontaine

PROJET Chaire Maldive 2022-2024

I - Orientations stratégiques de la chaire MALDIVE en adéquation avec les stratégies de l'URCA

L'une des stratégies de l'URCA est de soutenir et promouvoir les agrosociétés, l'environnement, la chimie verte, les biotechnologies, le numérique et la bioéconomie à travers le pôle « Agrosociétés, Environnement, Biotechnologie et Bioéconomie » (AEBB). Parmi les six principales thématiques de recherche du pôle AEBB, la chaire Maldive est impliquée principalement dans les axes consacrés aux biomolécules, à la production végétale et à la bioéconomie. Les travaux de recherche de la chaire Maldive sont en effet orientés sur l'évaluation des effets et de l'efficacité de microorganismes bénéfiques ET de biomolécules dans la lutte contre les maladies du bois de la vigne (Action 2 – Chaire Maldive). Parmi les molécules d'intérêt, nous pouvons citer des extraits d'écorces, des huiles essentielles et d'autres molécules extraites de plantes et/ou de microorganismes bénéfiques. Plus récemment, nous portons avec la Chaire AFERE (Titulaire Pr C. Rémond) le projet OPENZYM (Action 3 – Chaire Maldive) qui s'inscrit fortement dans la bioéconomie en associant la viticulture, le bioraffinage de la biomasse lignocellulosique par des approches de biotechnologies blanches. L'ensemble de ces recherches a pour finalité de proposer des stratégies de lutte alternative contre les maladies du bois, pour le plus grand respect de l'homme et de son environnement. Il s'agit notamment de diminuer les intrants au profit de leur application raisonnée (cas du cuivre, projet NDG – Action 2 – chaire Maldive), intégrée ou d'alternatives purement biologiques (Action 2 – chaire Maldive). L'importance de la formulation des molécules actives ou des microorganismes actifs est tout autant privilégiée (Action 2 – chaire Maldive).



Les orientations stratégiques de la chaire Maldive en adéquation avec le projet de l'URCA peut être résumé dans le schéma ci-dessus.

II - Actions de médiation scientifique prévues

Programmées pour 2022

Au niveau national :

- PNDV tour Jura, 12 Janvier 2022, Organisateur : Gaël Delorme, présentation orale sur les Maladies du bois pour les viticulteurs. France
- Présentation pour les viticulteurs champenois, le 3 Février 2022, Organisateur : Chambre d'agriculture de l'Aisne, Weens Valentin

- Contribution à des chapitres d'un livre consacré aux Maladies du bois de la vigne, co-porté par JP. Escudier et P. Rey

Au niveau international :

- Rédaction d'articles scientifiques
- IVES Sciences meeting, Bordeaux, le 3 Février 2022 sur invitation. Présentation de F. Fontaine, "Description of the relationship between trunk disease expression and meteorological conditions, irrigation and physiological response in Chardonnay grapevine".
- 12th International Workshop on Grapevine Trunk Diseases – 2022, July 11-15 – République Tchèque, Organisateur : Ales Eichmeier ; F. Fontaine est dans le comité scientifique, des membres de la chaire Maldive seront animateurs de session et nous proposerons des présentations orales et posters.
- Plant BioProTech – 2022, June 28 – July 1, Reims France. Organisateur RIBP, IAR. Une communication est demandée : Leal et al.
- Comité scientifique IHC 2022 – symposium vigne – 31ème Congrès International d'Horticulture, Angers, France, 14-20 Août 2022 ; un Symposium consacré à la viticulture, intitulé "Vitivinicultural sector: which tools to face current challenges" est organisé par l'Organisation Internationale de la Vigne et du Vin (OIV) en collaboration avec l'Institut Français de la Vigne et du Vin (IFV).
- Comité scientifique e-conference – journal Agronomy.

Au fil de l'eau en réponse à des sollicitations

- Participation à des congrès nationaux et internationaux
- Participation à des séminaires organisés par les interprofessions et des associations comme « Arbre & Paysage ».
- Contribution à la rédaction d'articles de vulgarisation dans des revues viticoles (exemple : La revue des œnologues).

III - Organisation structurelle envisagée de la chaire MALDIVE

Unité de rattachement : Résistance Induite et Bioprotection des Plantes (RIBP) EA 4707 – USC INRAE 1488, UFR SEN- URCA

Acteurs permanents : Pr Fontaine Florence, titulaire de la chaire MALDVIE, 100%

Dr Trotel-Aziz Patricia, 100%

Dr Fernandez Olivier, 100%

Guise Jean-François, serriste, 10%

Leclère Vincent, Technicien, 10%

Acteurs non-permanents : Dr M. Vincenzo (chercheur IgR), L. Gerard (IgE), PhD P. Bettenfeld, PhD C. Leal, PhD J. Restrepo, PhD A. Moreira.

Collaboration URCA : Chaire AFERE (Pr Rémond C., Dr Beseaury L.), Chaire MaGics (Pr L. Debelle), Laboratoire GEGENA (Pr B. Marin, Dr B. Cancès), Laboratoire ICMR (Pr JH Renault, N. Boris)

Partenaires extérieurs publics : ICVV-Biovitis (Dr Gramaje D.), UPV-IAM (Pr Armengol J.), IBWF (Dr Fischer J.), UMR 1290 BIOGER (Lebrun MH), bio-informaticien indépendant (Dr Robert-Siegwald G.), UMR Agroécologie Dijon (Courty PE), INRAE Colmar (E. Duchêne, P. Huguency), UHA Colmar (J. Chong), Université de Bourgogne Franche-Comté (M. Adrian).

Partenaires extérieurs privés : Natural Development Group (G. Manfredini), Belchim (Dr D'Enjoy Gabriel, Dr Delvals C.), MedInBio (T. Picaud), PLC Consulting (H. Favier), BioIndustrie (P. Jacques, Liège)

Le chaire Maldive fait partie du Laboratoire de recherche RIBP et de l'Institut Georges Chappaz/Villa Bissenger. Au sein de **RIBP**, les activités de la chaire Maldive sont transversales. Ainsi, même si elles s'inscrivent principalement dans l'axe de recherche 2 (Axe 2, co-porté par Pr F. Fontaine) consacré à l'induction de la résistance de la vigne aux agents pathogènes par des micro-organismes bénéfiques, elles couvrent également la protection de la vigne induite par les molécules biosourcées ou par celles produites par des micro-organismes bénéfiques (Axe 1), ainsi que l'étude des conditions environnementales sur la protection de la vigne (Axe 3, ou impacts croisés des stress abiotiques et biotiques).

Le Pr Florence Fontaine, titulaire de la chaire Maldive, aura pour mission de centraliser et coordonner les projets de recherche sur les maladies du bois de la vigne. La direction de ces projets sera en concertation et partagée avec les Dr Patricia Trotel-Aziz (encadrement de C. Leal, doctorante) et Dr Olivier Fernandez (encadrement de P. Bettenfeld et J. Restrepo, doctorants).

Des réunions mensuelles par projet et 2 réunions par an avec l'ensemble des personnes impliquées dans cette chaire seront organisées.

Un comité de pilotage (CoPiL) de la Chaire Maldive a été organisé pour la première fois en Juin 2021 ; il sera renouvelé chaque année à la même période. Lors de ce CoPiL, l'ensemble des travaux réalisés sont présentés par l'ensemble des personnes impliquées au sein de la chaire Maldive.

En 2021, ce comité de pilotage était composé de :

- F. Mode et B. Rigal (Grand Reims), représentant la collectivité territoriale impliquée dans le cofinancement de la chaire et de Thèses
- G. D'Enjoy (Belchim, recherche privée), partenaire impliqué dans le soutien financier de la chaire et de la Thèse Biovigne
- S. Debuissou (CIVC, interprofession viticole) et J. Brunet (Maison Roederer, professionnel), représentants extérieurs du milieu économique
- Pr M. Adrian (UMR Agroécologie, Dijon), expert scientifique externe de la chaire
- Des représentants de l'URCA : C. Clément (VP Recherche URCA), C. Moreau (Dir. Recherche et valorisation), H. Lacroix (Dir. pôle AEBB) et C. Jacquard (Dir. RIBP).

Pour les futurs CoPiL sur la période 2022-2024, les représentant URCA seront complétés par le VP formation, le VP délégué aux relations internationales, le VP en charge du réseau d'établissement, ainsi que la direction générale des services.

Selon la charte de l'URCA approuvée lors du CR du 29/06/2021, un représentant ORNU sera également convié et pourrait être représenté par Meriem Fournier, présidente du Centre Grand Est-Nancy INRAE.

V - Avis du ou des conseils de l'unité de recherche hébergeant la chaire Maldive et engagement du Laboratoire RIBP de référence choisie pour gérer la chaire sur les plans administratif et financier

Référent administratif : Pr FONTAINE Florence

Référents financiers : Pr FONTAINE Florence, ROBERRINI Isabelle

Avis du Directeur Unité : Dr JACQUARD Cédric

La production durable de la vigne fait partie intégrante de la bioéconomie, une thématique affichée comme priorité absolue pour les prochaines années au niveau de la région Grand Est et de l'URCA.

La chaire MALDIVE, intégrée à l'Institut Georges Chappaz, vise à identifier, caractériser et évaluer l'impact des champignons responsables des maladies du bois de la vigne. En complément d'études physiologiques et moléculaires, la chaire MALDIVE s'inscrit également dans le cadre du **biocontrôle des maladies du bois de la vigne**, visant la réduction de l'utilisation de produits phytosanitaires, une meilleure prise en compte de l'environnement et surtout au développement de moyens de lutte efficaces contre ces maladies.

La chaire MALDIVE s'inscrit parfaitement dans les priorités scientifiques de notre unité. L'ensemble des projets développés dans le cadre de la chaire MALDIVE ont permis d'obtenir des **résultats scientifiques majeurs** et de réelles avancées dans cette thématique, qui rappelons-le est d'une importance capitale pour la filière viti-vinicole qui ne dispose aujourd'hui d'aucun moyen de lutte efficace contre ces maladies. Les collaborations internationales initiées ou stimulées par ces projets ont permis une **importante valorisation scientifique d'excellente qualité**, permettant ainsi une **reconnaissance** de notre établissement **au niveau international**.

Notre unité de recherche, RIBP USC INRAE 1488, s'intéresse à la compréhension des interactions physio-moléculaires entre les plantes cultivées, et notamment la vigne, les agents pathogènes et des agents de lutte biologique potentielle. **RIBP est ainsi reconnue par l'INRAE**, pour nos compétences en bio-protection des plantes. **Le renouvellement de la chaire MALDIVE, me semble indispensable** afin de montrer le soutien de notre établissement aux recherches visant à développer de nouveaux moyens de lutte durables afin de protéger la vigne contre ses pathogènes. Pour rappel, nos compétences ont également été reconnues ces dernières années au niveau international avec l'obtention de l'action COST FA1303 «Sustainable control of grapevine trunk diseases » 2013-2016 et l'implication dans FA17111 « InteGrape » 2018-2022.

Compte tenu de l'ensemble de ces éléments, j'émet un avis **TRES FAVORABLE** à la demande de renouvellement de la chaire MALDIVE pour la période 2021 – 2023.

Dr JACQUARD Cédric

 Cédric JACQUARD
RIBP USC INRAE 1488
UFR Sciences Exactes et Naturelles
Bâtiment 18
Moulin de la housse 51100 REIMS
Tél. 03 26 91 33 39

V - Indicateurs de suivi du développement de la chaire (projets portés, publications, brevets, masters, thèses, séjours post-docs, chercheurs invités, formations innovantes...)

Indicateurs	Réalisation par la Chaire, période 2022-24
Projets portés	Validés : projets BioVigne, LC2017, OPENZYM, LightMyPath, MedInbio, SFR Condorcet Soumis : PHC Barrante, PRIMA SMIQ (non retenu), LIFE H2020 A soumettre : ANR PRCI France-Allemagne (suite BioVigne)
Publications	4 publications de rang A par an (sur la base des années antérieures)
Brevets	Possibilité à l'issue du Projet BioVigne
Encadrement / formation par la recherche	Validés : 4 doctorants (Bettenfeld P., Leal C., Restrepo J., Moreira A.) Envisagés : un nouveau doctorant en 2023 (?) ou 2024 Un étudiant Master par an (M1, M2)
Chercheurs invités	2 à 3 chercheurs avec qui des collaborations sont déjà effectives : D. Rusjan (Slovénie, PHC Proteus), A. Eichmeier (PHC Barrante), N. Latinov (Montenegro, accord d'échange). Ne pourrait-on pas inviter David ?
Mobilités	A envisager : Université Ancona (Italie), Monténégro (Accord Erasmus+ signé en 2021)

VI - Engagement envisagées avec les partenaires publics ou privés, nationaux voire européens/internationaux

Les différents projets associés aux axes de recherche de la Chaire MALDIVE pour les prochaines années sont :

Action 1 – Projet HOLOVITI – BOTRYOREDOX / Partenaires publics / validé : ce projet consacré à l'étude du métabolisme REDOX et du microbiome chez des ceps asymptomatiques et symptomatiques va se terminer en 2022.

Projet LightMyPath / Partenaires publics / validé : ce projet a débuté en octobre 2021 et consiste aux développements d'outils de diagnostic précoce des maladies du bois (?) chez la vigne, basés sur des nanoparticules luminescentes.

Action 2 – Projet BioVigne / Partenaires publics & privé / validé : ce projet se termine fin décembre 2022 ; une poursuite des travaux auprès du partenaire privé Belchim sera demandée.

Projet LC2017 / Contrat privé / validé : ce projet vient d'être reconduit et se terminera en décembre 2023. En complément, un **Projet LIFE H2020 (Projet AgroNat / soumis 30/11/21)** vient d'être redéposé sur la même thématique fin novembre 2021 par le partenaire privé. Ce projet a déjà été déposé en 2020. Deux nouveaux produits LC2021 (1% de cuivre) et LC2021E (sans cuivre) seront à l'étude.

Projet SFR EscaCopper/ Partenaire public / accepté : une collaboration avec l'unité LG2A de l'Université d'Amiens Picardie a été initiée en 2021 afin d'étudier le potentiel d'un chélateur amphiphile de métal, en tant que vecteur d'adressage du cuivre vers la plante ; nous souhaiterions

étudier son potentiel lors des traitements réalisés par (1) le produit LC2017 qui contient de faibles teneurs en cuivre (3%) et (2) la bouillie bordelaise. L'idée est de réduire drastiquement les doses appliquées au vignoble et de s'assurer que les molécules appliquées atteignent bien l'emplacement pour lequel ils sont destinés (et ne soient pas diluées dans l'environnement, à disposition des non-cibles). Une collaboration avec le laboratoire GEGENAA a également été mise en place pour réaliser les dosages de cuivre dans le sol et la vigne.

D'autres produits naturels d'origine végétale seront également évalués pour contrôler des maladies du bois en pépinières principalement (**PHC Barrante, Prestation MedInBio / Privé, Prestation PLC consulting / Privé**).

Action 3 – Projet OPENZYM / Partenaires publics / validé : En collaboration avec la chaire AFERE, ce projet va concerner la caractérisation de **marqueurs de pathogénicité de nature protéique** (enzymes lignolytiques) très délétères pour les parois lignocellulosiques, à la faveur d'une contamination accrue des pathogènes impliqués dans les maladies du bois et d'une production accrue de glucides libres. Il est également attendu que la production des glucides spécifiques alimente les PKS impliquées dans la production de phytotoxines phénoliques afin de les purifier de façon autonome pour les utiliser dans d'autres projets (ex. Legato).

Projet PRCI LEGATO/ Partenaires publics / à resoumettre Janv. 2022 : la caractérisation et la validation de **marqueurs de pathogénicité de nature phénolique** produits par les Botryosphaeriaceae sera poursuivie dans ce futur projet qui sera resoumis en janvier 2022.

Des informations complémentaires relatives à ces projets sont décrites dans le tableau de la partie VII – Budget.

VII - Budget prévisionnel 2022-2024

Ce budget comprend :

- les dépenses prévisionnelles de fonctionnement (charges de personnel permanent et contractuel incluses) et d'investissement de l'année N à N+3 ;
- les ressources propres envisagées sur trois années (émanant des financeurs publics et privés) ;
- les objectifs chiffrés, notamment concernant la part des financeurs extérieurs en particulier privés;

	Acronyme du projet	Financeurs	2022	2023	2024
Action 1	HOLOVITI – BOTRYOREDOX	URCA – Grand Reims CASDAR	Bettenfeld P, doctorante, 10 k€, soutenance mai / fin du projet, Fonctionnement : 12 k€		
	VitEst	Grand Est	L. Gérard, IgE Fonctionnement : 30 k€		
	LightMyPath	FCT – fundação para a ciência e a tecnologia	Moreira A., doctorant	Moreira A., doctorant	Moreira A., doctorant, soutenance décembre
Action 2	BioVigne	Grand Reims Grand Est	Leal C, doctorante, 31 k€ soutenance décembre	Une poursuite des travaux sera demandée auprès de Belchim	Une poursuite des travaux sera demandée auprès de Belchim

		Privé - Belchim	Fonctionnement : 5 k€ - Belchim	Fonctionnement : 10 k€	Fonctionnement : 10 k€
	LC2017-LC2021	Privé – entreprise NDG	Mondello V, IgR 37 k€ Fonctionnement : 15 k€	Mondello V, IgR, 37 k€ Fin décembre Fonctionnement : 15 k€	
	AgroNat – Projet LIFE H2020	H2020	Moyen humain demandé : IgE Fonctionnement : 20 k€	Moyen humain demandé : IgE Fonctionnement : 40 k€	Moyen humain demandé : IgE Fonctionnement : 40 k€
	EscaCopper – projet SFR	SFR Condorcet	Demandé : stagiaires M1 & M2 Total : 10 k€	Déposer projet Région Grand Est ou ANR	
	PHC Barrante 2022	Campus France	Frais déplacement	Frais déplacement	
	Prestation MedInBio	Privé, en attente d'un go/no go	Stagiaire M2 Fonctionnement : 7 k€		
	Prestation PLC Consulting	Privé	Fonctionnement : 1000 €		
	Prestation BioIndustrie (P. Jacques)	Public	Fonctionnement : 17,5 k€		
	Effet d'un traitement à l'eau ozonée	Agence de l'eau Seine Maritime	Porteur : collectif de viticulteurs champenois Chaire Maldive : expertise, participation à l'encadrement de stagiaires ; pas de budget alloué.		
Action 3	OPENZYM	Région Grand Est Grand Reims	J. Restrepo, doctorant, 31 k€ Fonctionnement : 0 €	J. Restrepo, doctorant, 31 k€ Fonctionnement : 0 €	J. Restrepo, doctorant, 24 k€ soutenance en Décembre Fonctionnement : 0 €
	LEGATO – PRCI H2020	ANR	Dépôt du projet Janvier 2022	Post-doc demandé Fonctionnement : 20 k€	Post-doc demandé ; IgE Fonctionnement : 20 k€
Recherche Annexe	SMIQ : microbiome/irrigation	H2020 PRIMA	Déposé mi-septembre, seconde étape – refusé Chaire Maldive : partenaire Thèse en co-tutelle avec SCOFALAB (PT), fonctionnement : 50 k€ Période : 2022-2024		
Demande à Grand Reims	En soutien des 3 Actions		Fonctionnement : 35 k€	Fonctionnement : 25 k€	Fonctionnement : 25 k€
Total	Salaires obtenus		139 k€	68 k€	31 k€
	Fonctionnement obtenu		89,5 k€	15 k€	7 k€
Total déjà obtenu			228,5 k€	83 k€	38 k€

Les projets en gris sont les projets en cours d'expertise ou qui seront bientôt déposés.

VIII – Les activités pédagogiques

- Rentrée Septembre 2022 : mise en place d'un double diplôme de niveau licence en Sciences du Végétal, parcours Œnologie, avec l'Université d'Ancona (Italie). Porteurs du projet : Pr F. Fontaine (URCA-RIBP) et Pr G. Romanazzi (Université Ancona).