



PROGRAMME
DE RECHERCHE
BIOPRODUCTIONS

CHEMIMAG 2026

COLLOQUE IMAGERIE CHIMIQUE MULTI-ÉCHELLE

anr®
agence nationale
de la recherche

PEPR B-BEST



3 JUILLET 2026
SYNCHROTRON SOLEIL

REJOIGNEZ- NOUS EN LIGNE !



SUIVEZ LE COLLOQUE À DISTANCE
CLIQUEZ ICI



NUMÉRO DE RÉUNION
352 268 840 137 2



CODE SECRET
rZ76mp68



POUR PLUS D'INFORMATIONS



PROGRAMME



CONTACT



PROGRAMME
DE RECHERCHE
BIOPRODUCTIONS



anr [©]
agence nationale
de la recherche

CHEMIMAG 2026

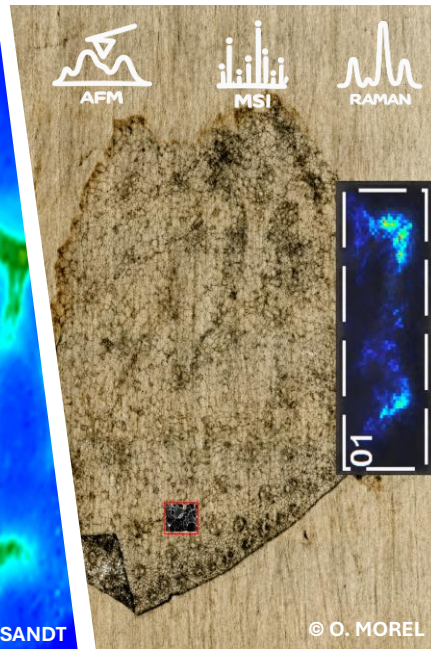
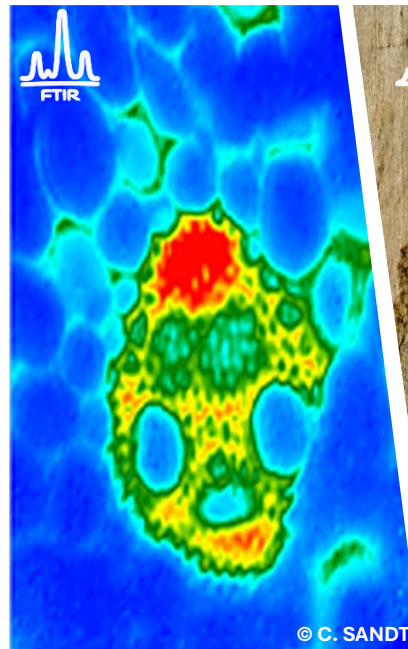
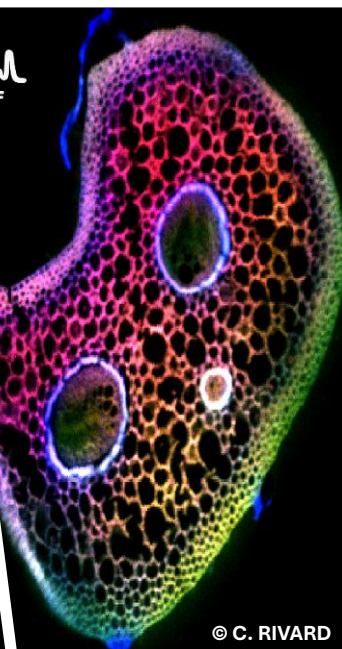
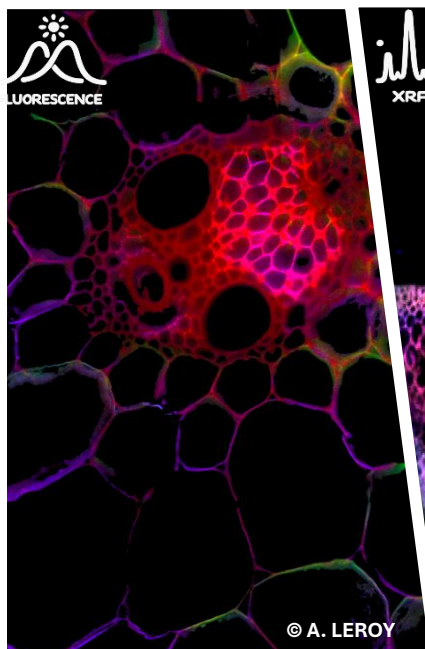
COLLOQUE IMAGERIE CHIMIQUE MULTI-ÉCHELLE

PEPR B-BEST



3 JUILLET 2026

SYNCHROTRON SOLEIL



*Du moléculaire au tissu végétal :
Approche multimodales pour la caractérisation chimique de la biomasse*

Organisateurs : [Amandine Leroy](#) (Ligne DISCO, Synchrotron SOLEIL)
[Gabriel Paës](#) (UMR FARE, INRAE)

LIVRET DES PARTICIPANTS



PROGRAMME



RÉSUMÉS



INFORMATIONS
PRATIQUES





Programme



ACCUEIL DES PARTICIPANTS

Café d'accueil et introduction de la journée

08h45



SESSION 1 : IMAGERIE DE FLUORESCENCE

09h05 – 10h20

- **Gabriel Paës (FARE)** : Imagerie de fluorescence – *Projet FillingGaps*
- **Hugo Chauvet & Amandine Leroy (SOLEIL)** : Imageries de fluorescence UV sur la ligne DISCO, focus sur la microspectroscopie d'excitation Deep-UV
- **Kalina Haas (IJPB)** : Zooming Into Plant Growth: Decoding Cell Wall Dynamics with rapidFLIM and optogenetics – *Projet AppleStorm*



PAUSE-CAFÉ



SESSION 2 : IMAGERIE SPECTROSCOPIQUES

10h50 – 12h45

- **Camille Rivard (INRAE-SOLEIL)** : Imagerie des plantes par fluorescence X sur synchrotron
- **Christophe Sandt (SOLEIL)** : Nouvelles possibilités de caractérisation des parois de plante par microspectroscopie infrarouge sur la ligne de lumière SMIS
- **Luminita Duma (ICMR)** : Caractérisation de la biomasse par RMN solide et IRM - *Projet Amaretto*
- **David Touboul (LCM)** : Imagerie par spectrométrie de masse – *Projet Micro-Mass*



DÉJEUNER



SESSION 3 : IMAGERIE CHIMIQUE HAUTE RÉOLUTION

14h00 – 14h50

- **Laurène Tétard (ISA)** : Imagerie par microscopie à force atomique (AFM) – *Projet Nano2NioReact*
- **Oriane Morel (BIA)** : New workflow for multimodal and multiscale analysis of the parietal structure of maize stem, combining AFM, Raman, and MSI – *Projet FillingGaps*



DISCUSSIONS

14h50 – 15h30



PAUSE-CAFÉ



VISITES DU SYNCHROTRON SOLEIL

et de ses lignes de lumières

15h40 – 17h00



Imagerie de fluorescence

Yassin REFAHI^a, Solmaz HOSSEIN KHANI^a, Noah REMY^{a,b}, Anna KESTEL^{a,c}, Grégoire MALANDAIN^c, Anouck HABRANT^a, Berangère LEBAS^a, Goc FIRAT^{a,d}, Gabriel PAËS^a

^a FARE, INRAE, Université de Reims Champagne Ardenne, Reims, France.

^b BioForA, INRAE, ONF, Orléans, France.

^c I3S, Université Côte d'Azur, Inria, CNRS, Nice, France.

^d IFP Energies nouvelles, Solaize, France.

Le projet FillingGaps vise à mettre en évidence à différentes échelles spatiales des marqueurs chimiques et physique de la transformation de la biomasse lignocellulosique laquelle constitue en grande partie les cellules des plantes. Pour cela, différentes approches d'imageries sont employées : parmi elle, la microscopie confocale de fluorescence présente certains atouts.

En effet, les parois des cellules végétales contiennent un polymère d'intérêt pour l'imagerie : la lignine. Sa complexité chimique et physique ne permet pas de lui attribuer une composition ou formule standard mais son assemblage sous forme d'unités aromatiques lui confère des propriétés de fluorescence : c'est pourquoi on qualifie la paroi végétale d'autofluorescente. Cette particularité par rapport à d'autres tissus biologiques permet de mettre en place des approches d'imagerie sans marquage, notamment par macroscopie de fluorescence ou microscopie confocale de fluorescence, sur des coupes fines d'échantillons. Il est ainsi possible de caractériser finement la morphologie des cellules par mesure de l'intensité de l'émission de fluorescence, également d'évaluer l'environnement de la lignine par mesure du temps de vie de l'émission de fluorescence. Ce type d'approche peut être réalisé plus spécifiquement pour suivre l'impact de l'hydrolyse enzymatique au cours du temps et dans l'espace, permettant ainsi un suivi en quatre dimensions [1]. Une stratégie complémentaire consiste à se servir de la fluorescence apportée par des sondes fluorescentes exogènes [2], petites molécules de nature et taille variables, destinées à sonder les parois végétales. La mesure de leur diffusion permet ainsi de déterminer la nanoporosité des parois végétales, par l'utilisation de la technique de FRAP (*Fluorescence Recovery After Photobleaching*) [3].

La présentation exposera ainsi plusieurs exemples de développement de ces techniques de fluorescence (F-techniques) appliquées à divers échantillons de biomasses lignocellulosiques.

Références

[1] Refahi Y et al. (2024), *Bioresource Technology*, 414, 131551.

[2] Paës G (2014), *Molécules*, 19, 9380-9402.

[3] Paës G et al. (2017), *Biotechnology for Biofuels*, 10, 15.



Imageries de fluorescence UV sur la ligne DISCO, focus sur la microspectroscopie d'excitation UV

Hugo CHAUVET^a, Amandine LEROY^a

^a DISCO beamline, Synchrotron SOLEIL, Saint Aubin, France.

Depuis plus de 15 ans, la ligne de lumière DISCO (Dichroism, Imaging, Spectroscopy for Chemistry and biOlogy) du synchrotron SOLEIL exploite la fluorescence intrinsèque induite par la lumière UV profonde pour l'étude d'échantillons biologiques. Grâce à la stabilité spatiale et temporelle de la source synchrotron, cette approche permet notamment le suivi temporel de processus dynamiques et in vivo.

Des développements récents ont conduit à la mise en place de la microspectrométrie d'excitation Deep-UV, une technique d'imagerie hyperspectrale permettant d'obtenir, pour chaque pixel, une signature spectrale d'excitation tout en conservant la résolution spatiale et le large champ de vue de la microscopie plein champ. Cette approche améliore la discrimination de composés dont les spectres d'émissions de fluorescence sont proches et apporte des informations chimiques complémentaires sur la composition des tissus biologiques [1]. Des exemples en biologie végétale illustreront le potentiel de cette méthode pour caractériser la composition des parois cellulaires.

Référence

[1] [Jamme et al. \(2013\), Biological Cell, 105\(7\), 277–288.](#)



Zooming Into Plant Growth: Decoding Cell Wall Dynamics with rapidFLIM and optogenetics

Kalina T. HAAS^a

^a *Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, Institut Jean-Pierre Bourgin (IJPB), Versailles, France.*

Understanding biophysics underlying growth is a major frontier in plant biology. At the subcellular level, plant growth is driven by cell wall expansion, which requires dynamic modifications in the chemistry and architecture of extracellular matrix polymer network. To gain deeper insights into these processes we need tools to observe cell wall structure and physicochemical properties, especially *in vivo*.

In this presentation, I will demonstrate how real-time interrogation of cell wall pH and viscosity, using optogenetics in combination with rapidFLIM and high-speed time-lapse imaging, enhances our understanding of the mechanisms that coordinate cell wall expansion. I will also discuss the development of cell wall localised FLIM based sensors and present 5D FLIM data analysis pipeline based on multidimensional phasors approach.



Imagerie des plantes par fluorescence X sur synchrotron

Camille RIVARD^a

^a *LUCIA beamline, Synchrotron SOLEIL, Saint Aubin, France.*

La spectroscopie de fluorescence X (XRF) permet de déterminer la composition élémentaire d'un échantillon. En utilisant un faisceau de rayons X focalisé, il est possible d'enregistrer des cartes élémentaires de l'échantillon, montrant ainsi la distribution et la colocalisation des éléments, ainsi que leur abondance. L'utilisation du rayonnement synchrotron offre une plus grande brillance et une meilleure focalisation du faisceau de rayons X que les sources de laboratoire, et permet d'ajuster l'énergie des rayons X d'excitation en fonction des éléments d'intérêt. La ligne de lumière LUCIA est particulièrement intéressante pour la caractérisation des plantes car elle est optimisée pour les éléments entre le Na et le Fe et est équipée d'un cryostat N₂ permettant d'analyser les plantes en condition cryogénique ; les coupes de plantes sont ainsi préparées dans leurs conditions les plus natives et les dommages dus aux rayonnements X pouvant survenir lors des analyses sont limités.



Nouvelles possibilités de caractérisation des parois de plante par microspectroscopie infrarouge sur la ligne de lumière SMIS

Christophe SANDT^a

^a SMIS beamline, Synchrotron SOLEIL, Saint Aubin, France.

La présentation fera un rappel succinct des méthodes traditionnelles de microspectroscopie infrarouge en champ lointain et introduira les microspectroscopies super résolues Photothermal Optique IR et nanoIR.



Caractérisation de la biomasse par RMN solide et IRM

Luminita DUMA^a, Noah ALVES-DACOSTA^a, Agathe MARTINEZ^a, Pedro LAMEIRAS^a, Jean-Hugues RENAULT^a, Simon REMY^a, Frédéric BATAILLE^b, Agnès LE MASLE^b

^a Université de Reims Champagne-Ardenne, CNRS, ICMR, UMR 7312, Reims, France.

^b IFP Energies nouvelles, Solaize, France.

La RMN (résonance magnétique nucléaire) en phase solide est une technique spectroscopique non-destructive qui permet de caractériser la biomasse à l'échelle atomique. Grâce à des informations sur l'empilement et la dynamique des trois biopolymères (cellulose, lignine, hémicellulose) composant la biomasse lignocellulosique, elle apporte des informations complémentaires à d'autres techniques, afin de mieux comprendre leur réticulation et améliorer les techniques d'extraction.

Dans cet exposé, je présenterai, à travers des études de la littérature, quelques applications de la RMN du solide et de la DNP (Polarisation nucléaire dynamique) dans la caractérisation de la biomasse lignocellulosique. Bien que l'IRM soit principalement reconnue pour son rôle majeur en imagerie médicale, elle a également révélé son intérêt dans l'étude de la biomasse de plantes. Ainsi, elle fournit des images sur la structure interne du bois et permet de visualiser la distribution et l'organisation de l'eau. La RMN temporelle (ou TD-NMR), une technique largement utilisée en industrie alimentaire et pétrolière, apporte des informations complémentaires sur les environnements chimiques et physiques des différentes composantes de la biomasse. Complémentaire à l'IRM, la RMN temporelle permet notamment de mesurer séparément l'eau libre et liée dans les parois cellulaires du bois. Je finirai ma présentation par des résultats obtenus par RMN du solide sur divers types de biomasse étudiés dans le cadre du projet AMARETTO.

En conclusion, l'ensemble des techniques RMN et d'IRM apportent des informations complémentaires essentielles pour la caractérisation de la biomasse native et transformée. Ces informations concernent notamment sa structure, la dynamique de l'eau et les phénomènes induits par les procédés de transformation.



Apport de l'imagerie par spectrométrie de masse pour explorer la diversité chimique de la biomasse

David TOUBOUL^a

^a LCM (Laboratoire de Chimie Moléculaire), Palaiseau, France.

L'imagerie par spectrométrie de masse permet d'observer directement la distribution spatiale des molécules au sein d'échantillons complexes, sans marquage préalable. Cette présentation proposera une introduction didactique aux principes, aux forces et aux limites des principales approches d'imagerie par spectrométrie de masse, en particulier MALDI (Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization) et SIMS (Secondary Ion Mass Spectrometry), appliquées à la biomasse. À travers des exemples issus de matrices végétales, lignocellulosiques ou biologiques, nous montrerons comment ces techniques donnent accès à une cartographie moléculaire fine des lipides, métabolites spécialisés, composés phénoliques, fragments de paroi ou contaminants. L'accent sera mis sur les étapes clés : préparation d'échantillon, choix de la source d'ionisation, résolution spatiale, interprétation des signaux et validation structurale. Cette approche permet de relier organisation tissulaire, chimie locale et processus de transformation de la biomasse. Elle ouvre ainsi des perspectives fortes pour la valorisation, la caractérisation et la compréhension fonctionnelle des matériaux biosourcés.



Exploiting Infrared Light-Matter Interaction to Advance Nanoscale Characterization of Lignocellulosic Systems

Laurène TÉTARD^a

^a ISA (Institut des Sciences Analytiques), Villeurbanne, France.

In recent years, bypassing the limitations of conventional infrared (IR) spectroscopy imposed by optical diffraction has been achieved by monitoring of photothermal expansion of a material excited by infrared light with the nanoscale tip of an atomic force microscope (AFM). The improvements in spatial resolution and sensitivity afforded by AFM-IR allow to deepen the fundamental understanding of heterogeneous materials such as plant cell walls and other lignocellulosic materials. However, important mechanistic aspects AFM-IR measurements remain uncharted, leaving many opportunities to advance the performance and functionalities of the approach for richer exploration of these complex systems.

In this talk, we will first present the general concept of AFM-IR, with an emphasis on schemes monitoring the photothermal response of the material as detection mechanism. We will describe how sensitivity and spatial resolution of AFM-IR spectroscopy/imaging can be improved by implementing multi-frequency AFM developments, which exploit the nonlinear nature of the tip-sample interaction to synthesize new modes suitable for heterodyne detection. The performance of the technique will be illustrated by studies carried out on plant cell walls and films derived from biomass. We will conclude with a perspective delineating the opportunities of these new advances, especially in conjunction with other AFM-based techniques for multi modal analyses.



New workflow for multimodal and multiscale analysis of the parietal structure of maize stem, combining AFM, Raman, and MSI

Oriane MOREL^{a,b}, Mathieu FANUEL^{a,b}, David LEGLAND^{a,b}, Angéline D'ORLANDO^{a,b}, Hélène ROGNIAUX^{a,b*}

^a INRAE, UR1268 Biopolymères Interactions Assemblages, Nantes.

^b INRAE, PROBE research infrastructure, BIBS facility, Nantes.

*Corresponding author

Biomass recovery represents a promising pathway toward renewable energy production, yet requires a thorough understanding of biomass structure to identify factors that govern the resistance to conversion. The hypothesis is that the spatial distribution, tissular organization and nanoscale interactions of plant cell wall polymers play a critical role in optimizing conversion processes and that advanced imaging techniques can be employed to explore in depth these structures at multiple scales: Atomic Force Microscopy (AFM) allows nanoscale topographical and mechanical characterization, while Raman spectroscopy provides insights into chemical composition and molecular organization; and Mass spectrometry imaging enables the direct monitoring of the enzymatic activity.

The complementarity of these imaging methods has motivated the present study, which aims to combine them to achieve an integrated and detailed view of cell wall. However, each technique imposes constraints on sample preparation and data interpretation. In that context, our work defined the experimental conditions that best accommodate the requirements of each method. The presentation will outline the difficulties encountered and experimental compromises that were achieved. Corn stalk sections from two genotypes with contrasting levels of recalcitrance were used as models for this methodological development.

The project was funded through the FR2030 PEPR BBEST project “FillingGaps”.



INFORMATIONS PRATIQUES

Venir à SOLEIL

Adresse :

Société civile Synchrotron SOLEIL
L'Orme des Merisiers
Départementale 128
91190 Saint-Aubin

Si vous venez en transport en commun :

- Depuis PARIS et aéroport CHARLES-DE-GAULLE :

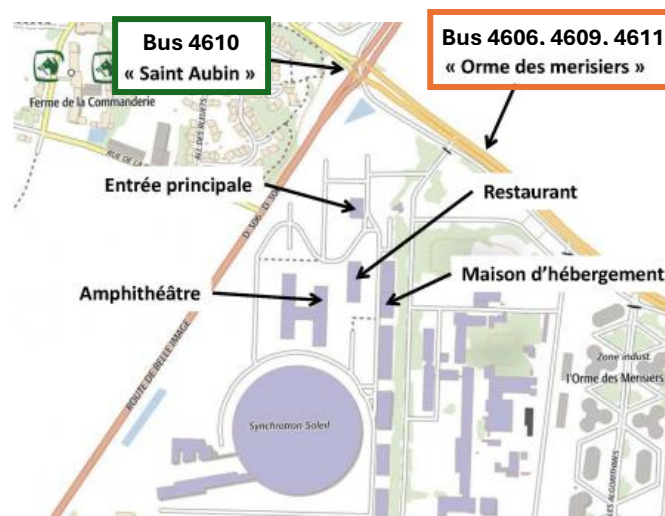
RER B direction SAINT-RÉMY-LÈS-CHEVREUSE jusqu'à :

- La Station "LE GUICHET" Rejoindre la gare routière, prendre le bus n°4609, direction "Christ de Saclay" ou, pendant les travaux, le bus n°4606, direction "Christ de Saclay", arrêt "Orme des Merisiers"
- La station "GIF SUR YVETTE", prendre le bus n°4611 direction "Parc Orsay Université", arrêt "Orme des Merisiers" ou bus n°4610 direction "Christ de Saclay", arrêt "Rue de l'Étape".
- La station "MASSY-PALaiseAU" puis BUS n°4606 direction "Christ de Saclay", arrêt "Orme des Merisiers"

- Depuis aéroport d'ORLY :

Prendre l'ORLYVAL, descendre à ANTONY, prendre le RER B (puis voir ci-dessus) ou prendre le BUS n°5154 direction "Saint-Quentin - Gare Routière des Près", arrêt "Orme des Merisiers" (environ 1h de trajet - fin du service à 21h)

Plan du site de soleil





INFORMATIONS PRATIQUES

Lors de votre arrivée à SOLEIL, merci de vous rendre au bâtiment d'accueil situé à l'entrée principale. Un badge visiteur vous sera remis afin de vous permettre l'accès au site du synchrotron SOLEIL.

Attention : une pièce d'identité (passeport ou carte nationale d'identité) vous sera demandée pour accéder au site de SOLEIL.

Pour les personnes arrivant la veille de l'événement, merci de vous présenter au bâtiment d'accueil afin d'obtenir votre badge et votre numéro de chambre.

Pour les personnes arrivant le jour du colloque, nous vous recommandons de prévoir une arrivée 10 à 15 minutes avant le début de la journée afin d'effectuer les formalités d'accueil et de rejoindre l'amphithéâtre à temps.

Restauration

Le 2 juillet au soir :

Le service de restauration du synchrotron SOLEIL étant fermé le soir, nous vous proposons quelques bonnes adresses à proximité.

À pied depuis SOLEIL :

- [L'Invitation](#) (Saint-Aubin) – environ 15 min
- Plusieurs possibilités de restauration rapide sur le plateau de Saclay – environ 20 min : [Brass & Co](#), [FO Pizza Au Feu De Bois](#), [O'9 POKE](#)

En voiture :

- [L'Île O'Crêpes](#) (Gif-sur-Yvette) – environ 10 min
- [La Petite Forge](#) (Villiers-le-Bâcle) – environ 7 min (ou 40 min à pied pour les courageux)

Le 3 juillet au matin :

Un service de petit-déjeuner vous sera proposé au restaurant de SOLEIL.

Horaires d'ouverture : **7 h 30 – 9 h 00**

Le 3 juillet à midi :

L'ensemble des participants se retrouvera au restaurant du synchrotron SOLEIL pour le déjeuner.



Groupes pour les visites

Synchrotron SOLEIL – fonctionnement et utilisation

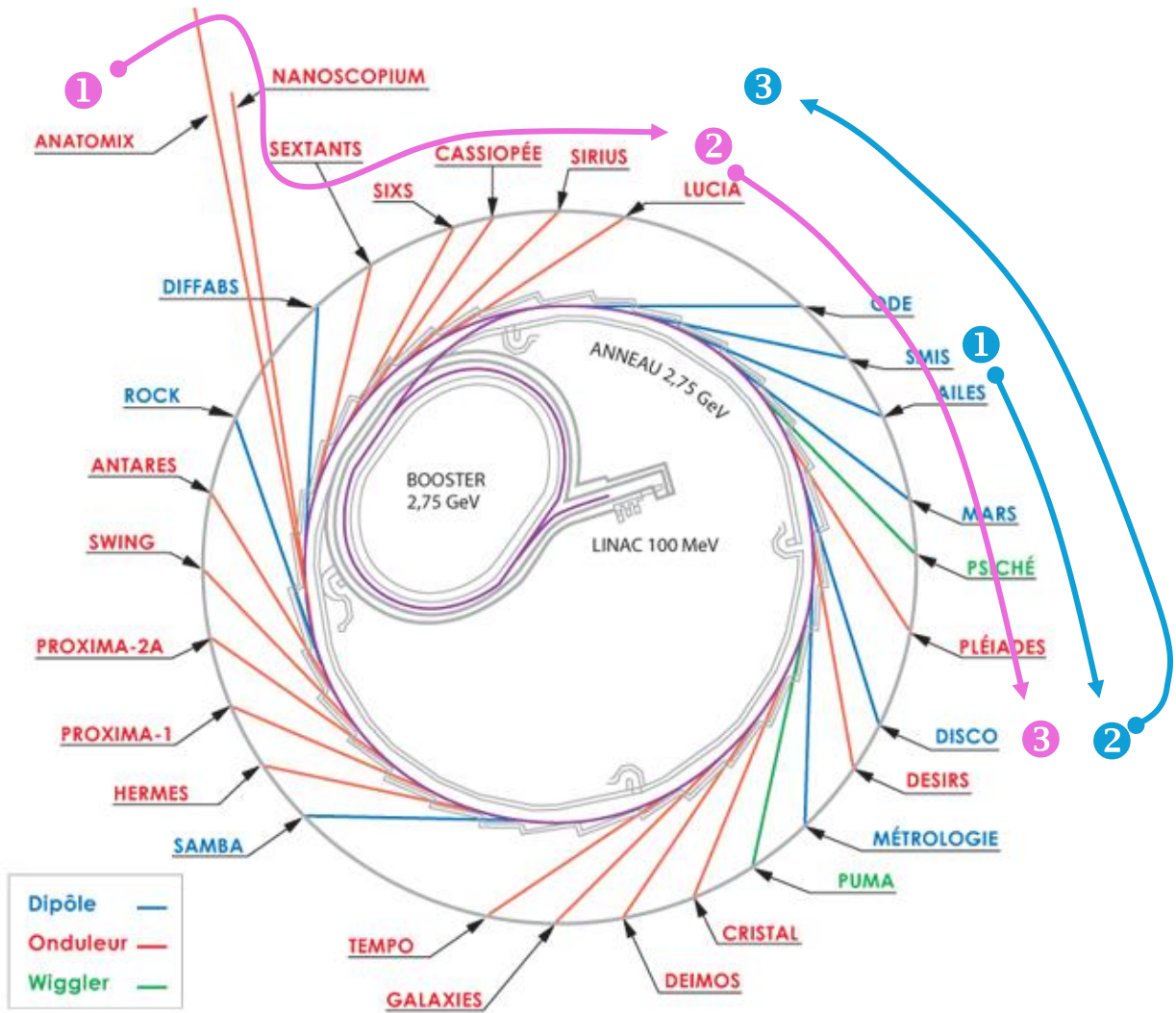
Mélodie AMBROSET
Sophie DEVOS
Oriane MOREL
Solène SOUDRILLE
Luminita DUMA
Alexis PEAUCELLE
Philippe-Henri SECRETAN
Tahar Sif eddine BOUCHEMA

Visite des lignes de Lumière SMIS/ DISCO /LUCIA

Laurène TETARD
David TOUBOUL
Moulay SAHAKA
Melanie VAN DEN BROECK
Théodore BOUCHEZ
Anne LEVREL
Ibrahim HASSANI

Visite des lignes de Lumière ANATOMIX/LUCIA/DISCO

Catherine DEBORDE
Cécile BARRON
David LEGLAND
Gabriel PAËS
Berangère LEBAS
Anouck HABRANT
Rozenn LE HIR
Marine FROISSARD
Kalina HAAS
Romain BRIANDET



Horaires des visites des lignes

- ❶ 15 h 45 – 16 h 05
- ❷ 16 h 10 – 16 h 30
- ❸ 16 h 35 – 16 h 55