

INRAE



➤ **Projet INSPIR : Circuit Inter-laboratoires
du réseau national INRAE NIRS**

Myriam NAUDET-HUART

Montpellier, 25^{ème} Rencontres Héliospir, le 11 Juin 2024

Réseau National de compagnonnage entre 80 membres utilisateurs de spectroscopie proche infra-rouge (SPIR)

- Objectifs :
 - rompre l'isolement scientifique et géographique des utilisateurs NIRS
 - créer des synergies de travail
 - faire progresser le collectif
- Liste de diffusion nirs@groupe.renater.fr et rencontres bisannuelles entre 2013 et 2019
- Comité de pilotage de 9 personnes représentant 7 implantations et 6 départements :

- **AGROECOSYSTEM**

Virginie Rossard

- **TRANSFORM**

Sylvie BUREAU

- **ECODIV**

Camille LEPOITTEVIN

- **MATNUM**

Jean-Michel ROGER

- **PHASE**

Philippe GANIER

- **BAP**

Frédéric COMPAN

Yves GRIVEAU

Michaël TOURATIER & Myriam HUART-NAUDET*



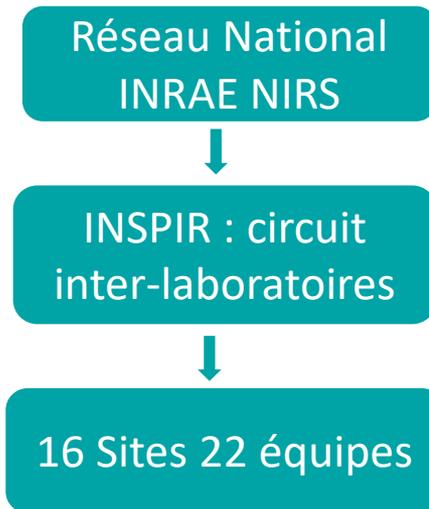
Réseau National INRAE NIRS



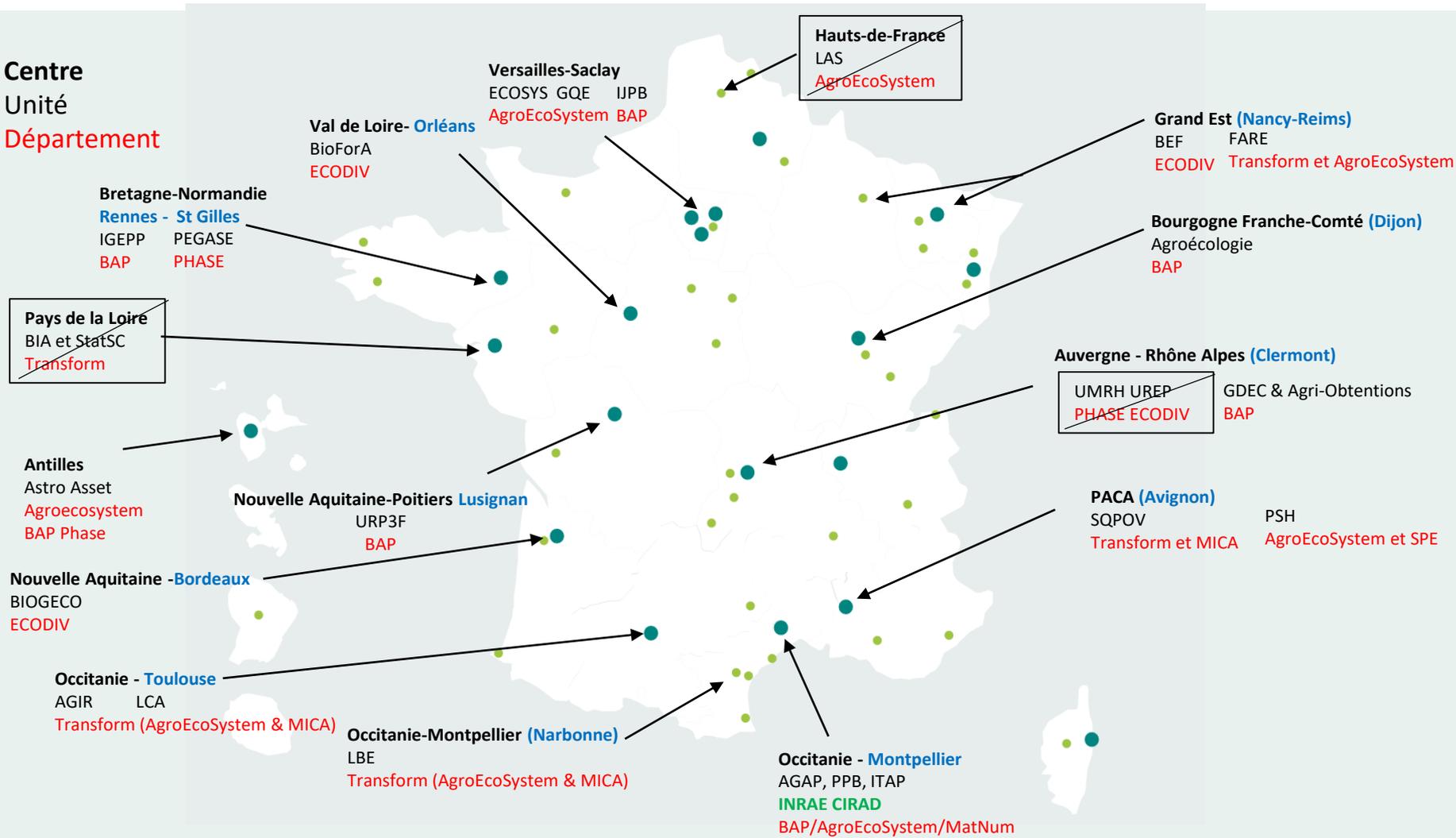
INSPIR : circuit inter-laboratoires

HISTORIQUE

- En 2019 : 4^e rencontres du réseau : idée circuit inter-laboratoires retenue
- En 2021 : Enquête auprès des membres du réseau national INRAE NIRS
→ un circuit inter-laboratoires entre les 18 implantations INRAE volontaires
→ 34 Spectromètres Proche-Infrarouges (SPIR).
- En 2022 : Réunions de conception du Copil
- Fin 2023 : Dépôt Projet INSPIR multi-unités et multi-départements :
MATNUM, BAP, AGROECOSYSTEM, TRANSFORM, ECODIV, PHASE
- Fin Janvier 2024 : accord unanime des 6 départements → Financements accordés
- Février 2024 préparation des échantillons
- Mars 2024 envoi des premiers colis d'échantillons
- Avril 2024-Août 2024 Stagiaire Master 2 : Paul Crespin



Centre
Unité
Département



22 équipes sur 16 implantations



INRAE

Projet INSPIR

Le 11 Juin 2024 / 25^{ème} Rencontres Héliospir / Naudet-Huart Myriam

Réseau National
INRAE NIRS



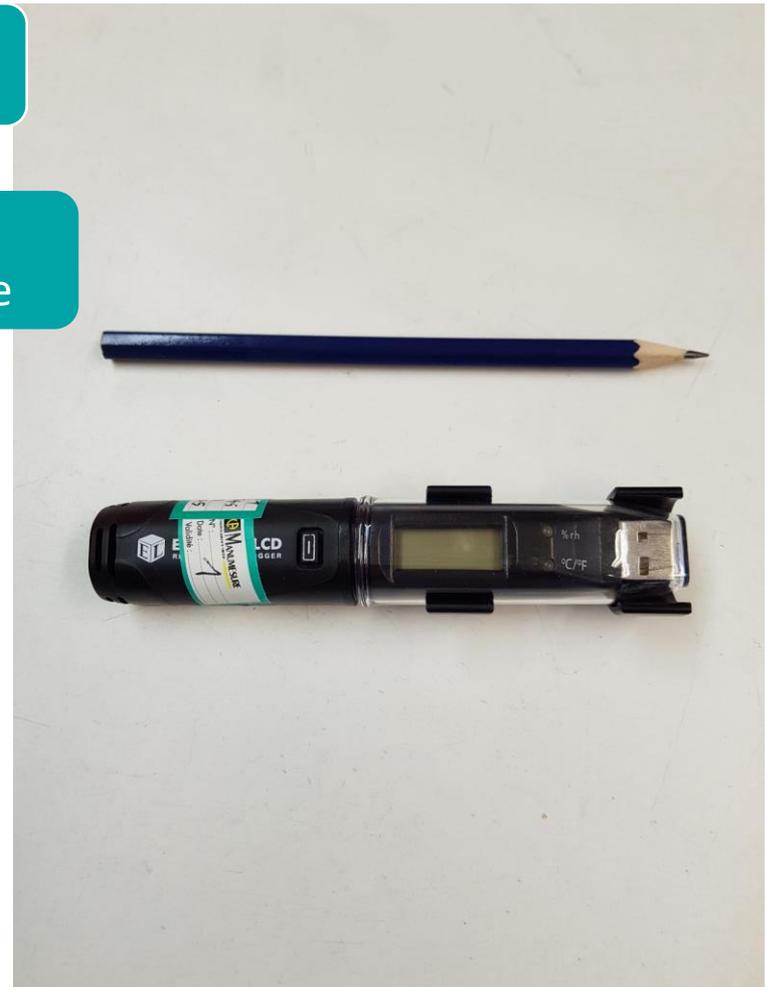
INSPIR : circuit
inter-laboratoires



16 Sites 22 équipes



210 échantillons de
farines de blé tendre



Réseau National
INRAE NIRS



INSPIR : circuit
inter-laboratoires



16 Sites 22 équipes



210 échantillons de
farines de blé tendre



42 appareils PIR
29 Paillasse
13 Terrain



Matériels

Centre INRAE
Spir Labo
Spir Portable

Val de Loire-Orléans
Frontier (Perkin Elmer)
Spectrum400 (Perkin Elmer)
MicroNir (Viavi)

Versailles-Saclay
Antaris II (Thermo);
FT9700 Perkin Elmer
Antaris II (Thermo)
}

Grand Est Nancy Reims
Tango (Bruker)
Nicolet Is 50 (Thermo)

Bretagne-Normandie
MPA (Bruker)
MPA (Bruker)
FlameNir (Idil)
MicroNir (Viavi)

Bourgogne Franche-Comté
DS2500 (Foss)
6500 (Foss)
Q interline (prêté)

Clermont Auvergne Rhône Alpes
2 DS3 (Foss)

Antilles Guyane
6500 (Foss)
6500 (Foss)
6500 (Foss)

Nouvelle Aquitaine-Poitiers
6500 (Foss)
MPA (Bruker)

Nouvelle Aquitaine-Bordeaux
MPA (Bruker)

PACA
Matrix-F (Bruker)
MPA (Bruker)
MPA (Bruker)
2 F750 (Felix Ins.)
QualitySpec trek (ASD)

Occitanie-Toulouse
NIRFlex N-500 (Büchi)
MPA Bruker
MicroNir(Viavi)

Occitanie-Montpellier (Narbonne)
1/2 NIRFlex N-500 (Büchi)

Occitanie-Montpellier
Frontier (Perkin-Elmer), Seedmeister (Brimrose),Tango (Bruker)
Labspec2500 (ASD), 2/3 MicroNir (Viavi), Labspect 4 Std Res, Spectral evolution JDSU (Viavi)
Caméra SPECIM Hyperspectrale 1000-2500nm

42 appareils SPIR : 29 de paillasse et 13 de terrain

INRAE

Projet INSPIR

Le 11 Juin 2024 / 25^{ème} Rencontres Héliospir / Naudet-Huart Myriam

Répartition des différentes marques d'appareils au sein d'INSPIR



Circuit A

- URP3F Lusignan
- PEGASE Saint Gilles
- IGEPP Rennes
- BIOFORA Orléans
- Asset et Astro Antilles
- UMR Agroécologie(AE)
Dijon

Réseau National
INRAE NIRS



INSPIR : circuit
inter-laboratoires



16 Sites 22 équipes



210 échantillons de
farines de blé tendre



42 appareils PIR
29 Paillasse
13 Terrain



4 circuits

INSPIR : 4 circuits



Réalisé →
A venir - - -

A

A

A

A

A

A

B

C

D



INRAE

Projet INSPIR

Le 11 Juin 2024 / 25^{ème} Rencontres Héliospir / Naudet-Huart Myriam

Circuit A

- URP3F Lusignan
- PEGASE Saint Gilles
- IGEPP Rennes
- BIOFORA Orléans
- Asset et Astro Antilles
- UMR Agroécologie(AE)
Dijon

Circuit B

- BEF Nancy
- FARE Reims
- ECOSYS Palaiseau
- IJPB Versailles
- GQE Gif/Yvette
- AE Dijon

Réseau National
INRAE NIRS



INSPIR : circuit
inter-laboratoires



16 Sites 22 équipes



210 échantillons de
farines de blé tendre



42 appareils PIR
29 Paillasse
13 Terrain



4 circuits

INSPIR : 4 circuits



Réalisé →
A venir - - ->

A

A A

B B B

B

B

A

A

A

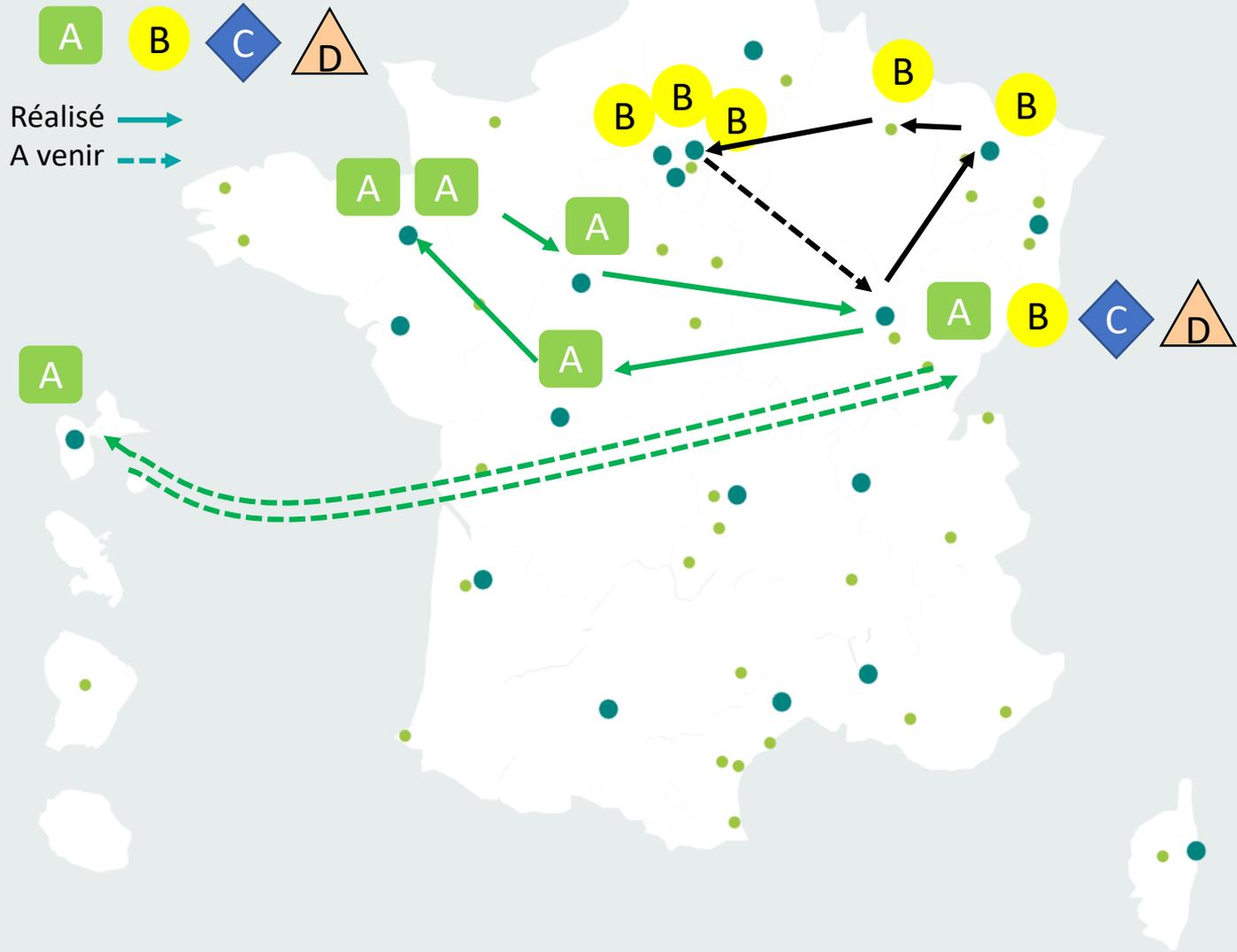
B

C

D

A

A



INRAE

Projet INSPIR

Le 11 Juin 2024 / 25^{ème} Rencontres Héliospir / Naudet-Huart Myriam

Circuit A

- URP3F Lusignan
- PEGASE Saint Gilles
- IGEPP Rennes
- BIOFORA Orléans
- Asset et Astro Antilles
- UMR Agroécologie(AE)
Dijon

Circuit B

- BEF Nancy
- FARE Reims
- ECOSYS Palaiseau
- IJPB Versailles
- GQE Gif/Yvette
- AE Dijon

Réseau National
INRAE NIRS

INSPIR : circuit
inter-laboratoires

16 Sites 22 équipes

210 échantillons de
farines de blé tendre

42 appareils PIR
29 Paillasse
13 Terrain

4 circuits

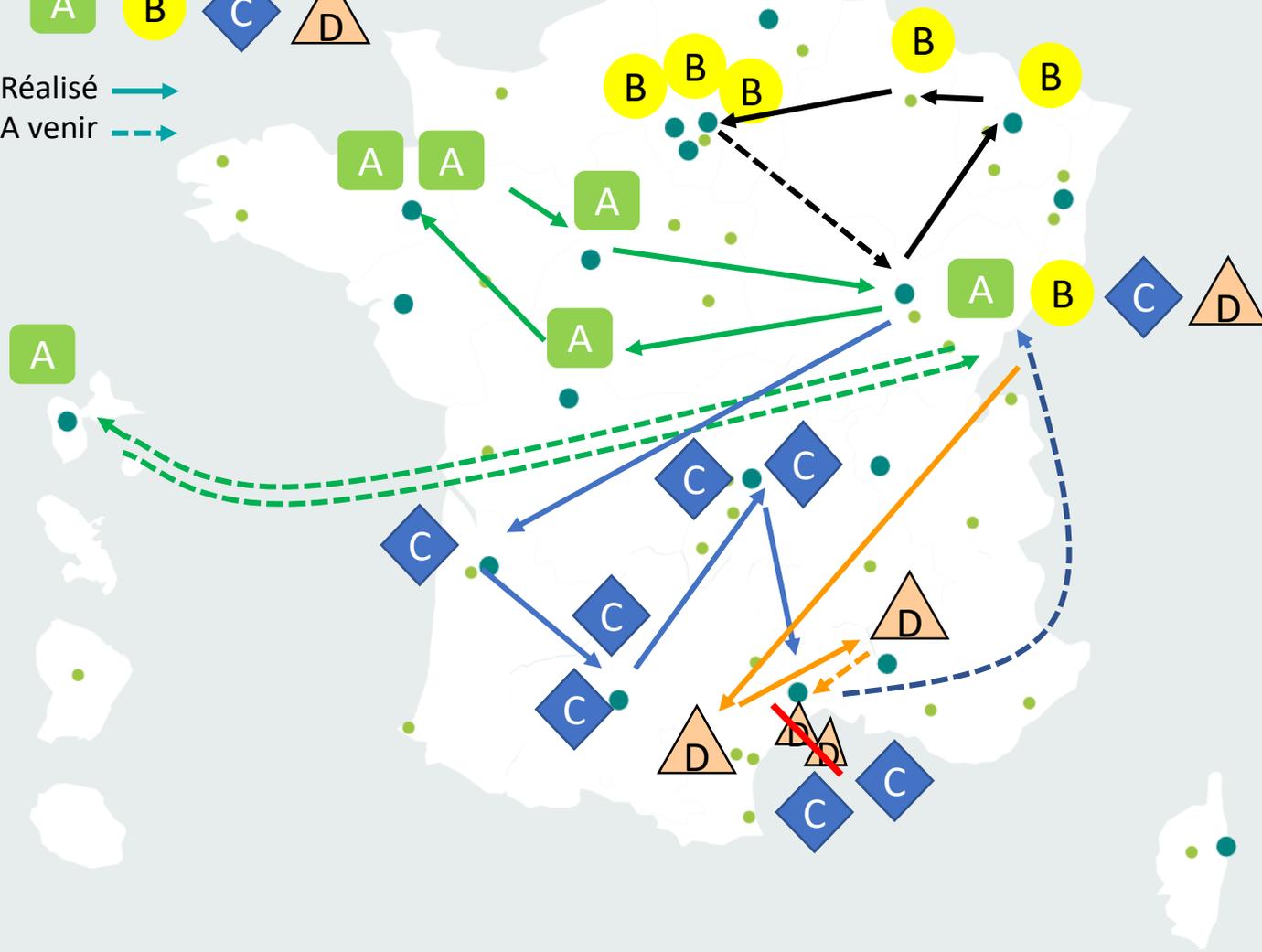
Circuit C

- BIOGECO Bordeaux
- AGIR & LCA
Toulouse
- GDEC & AO
Clermont
- AGAP & PPB
*Montpellier**
- AE Dijon

INSPIR : 4 circuits



Réalisé →
A venir - - ->



Circuit A

- URP3F Lusignan
- PEGASE Saint Gilles
- IGEPP Rennes
- BIOFORA Orléans
- Asset et Astro Antilles
- UMR Agroécologie(AE)
Dijon

Circuit B

- BEF Nancy
- FARE Reims
- ECOSYS Palaiseau
- IJPB Versailles
- GQE Gif/Yvette
- AE Dijon

Réseau National
INRAE NIRS

INSPIR : circuit
inter-laboratoires

16 Sites 22 équipes

210 échantillons de
farines de blé tendre

42 appareils PIR
29 Paillasse
13 Terrain

4 circuits

Circuit C

- BIOGECO Bordeaux
- AGIR & LCA
Toulouse
- GDEC & AO
Clermont
- AGAP & PPB
Montpellier*
- AE Dijon

Circuit D

- LBE Narbonne
- SQPOV & PSH
Avignon
- Montpellier*
- AE Dijon

210 échantillons
X 42 spectros = 8820

INSPIR

Objectifs

Paul Crespin

Comparaison Qualité
spectrale

42 Essais de répétabilité
et reproductibilité

Base de
données



Nextcloud
et Data
verse
Inrae

Métadonnées associées :
-Echantillons
-Appareils
-Conditions de mesures

210 Teneurs en protéines
(kjeldahl)
Selon norme
ISO NF 20483

Data
paper



Les équipes



Paul & équipes



Dijon

p. 17

INRAE

Projet INSPIR

Le 11 Juin 2024 / 25^{ème} Rencontres Héliospir / Naudet-Huart Myriam

INSPIR

Objectifs

Comparaison Qualité
spectrale

les différentes
méthodologies de
prise de spectres
(bonnes pratiques)

la qualité des spectres
pris par les différents
instruments
(gamme de longueur
d'onde, résolution et
performances
prédictives)

les instruments
entre eux (appareils
de labo et portatifs
de terrain)

INSPIR

Objectifs

Paul Crespin

Comparaison Qualité spectrale

Comparaison qualité des calibrations

210 échantillons
X 42 spectros = 8820

42 Essais de répétabilité
et reproductibilité

Métadonnées associées :
-Echantillons
-Appareils
-Conditions de mesures

Base de données
(.csv)



Nextcloud
et Data
verse
Inrae

Data
paper

210 Teneurs en protéines
(kjeldahl)
Selon norme
ISO NF 20483



Les équipes



Paul & équipes



Dijon

INSPIR

Objectifs

Comparaison qualité
des calibrations

comparaison des logiciels
fournisseurs, des autres logiciels
disponibles (chemflow,
Unscrambler X, R, Matlab...)

Faire progresser le collectif vis-à-vis des
méthodologies de développement d'une
calibration (chimométrie)

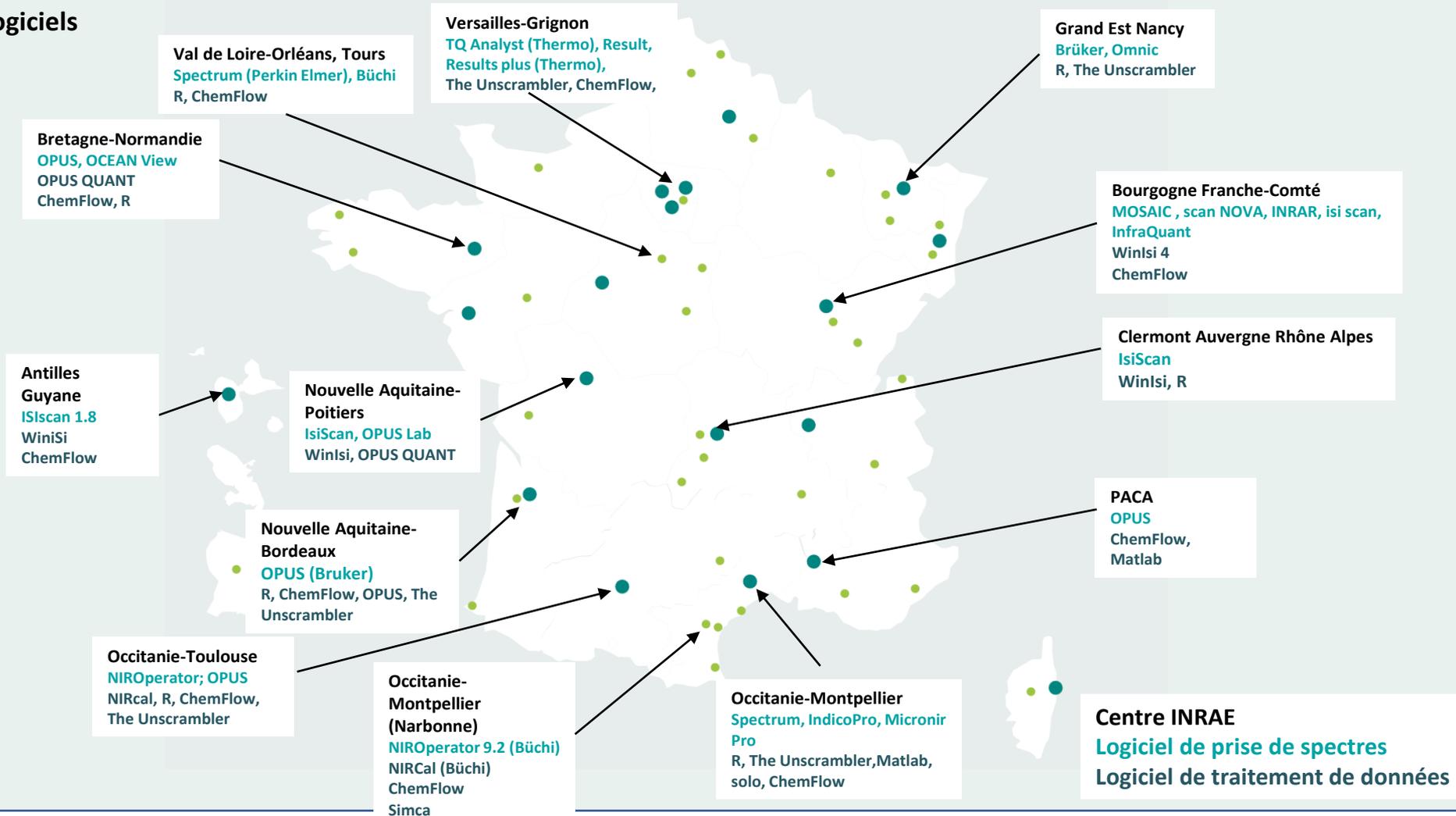


INRAE

Projet INSPIR

Le 11 Juin 2024 / 25^{ème} Rencontres Héliospir / Naudet-Huart Myriam

Logiciels



INRAE

Projet INSPIR

Le 11 Juin 2024 / 25^{ème} Rencontres Héliospir / Naudet-Huart Myriam

INSPIR

Objectifs

Paul Crespin

Comparaison Qualité spectrale

Comparaison qualité des calibrations

Test du pipeline French Pinard

Base de données



Nextcloud et Data verse Inrae

Data paper

210 échantillons
X 42 spectros = 8820

42 Essais de répétabilité
et reproductibilité

Métadonnées associées :
-Echantillons
-Appareils
-Conditions de mesures

210 Teneurs en protéines
(kjeldahl)
Selon norme
ISO NF 20483



Les équipes



Paul & équipes



Dijon

INSPIR

Objectifs

Test du pipeline French Pinard
(<https://github.com/GBeurier/pinard>)

Comparer les performances des différents spectromètres en termes de prédiction de la teneur en protéines.

Faire progresser le collectif vis-à-vis des outils disponibles pour le développement d'une calibration (chimométrie)

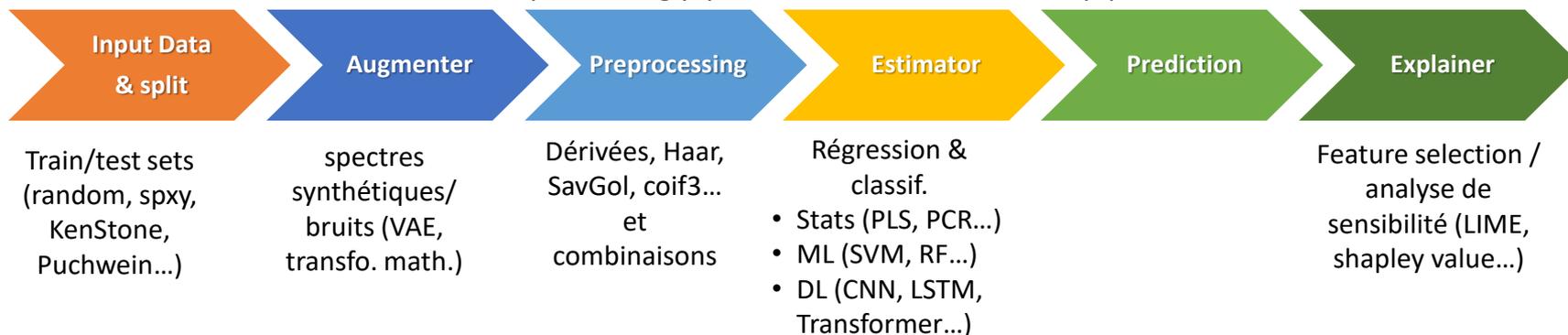
Generic pipeline

Denis Cornet



PiNARD: a Pipeline for Nirs Analysis ReloadED

A NIRS data processing pipeline based on scikit-learn pipelines



<https://github.com/gbeurier/pinard>



Parallel (joblib)
Reification
Modular
(reuse scipy functions, sklearn transformers, etc.)

Interoperable
(sklearn, tensorflow, pytorch, shap, etc.)



<https://pypi.org/project/pinard/>

INRAE

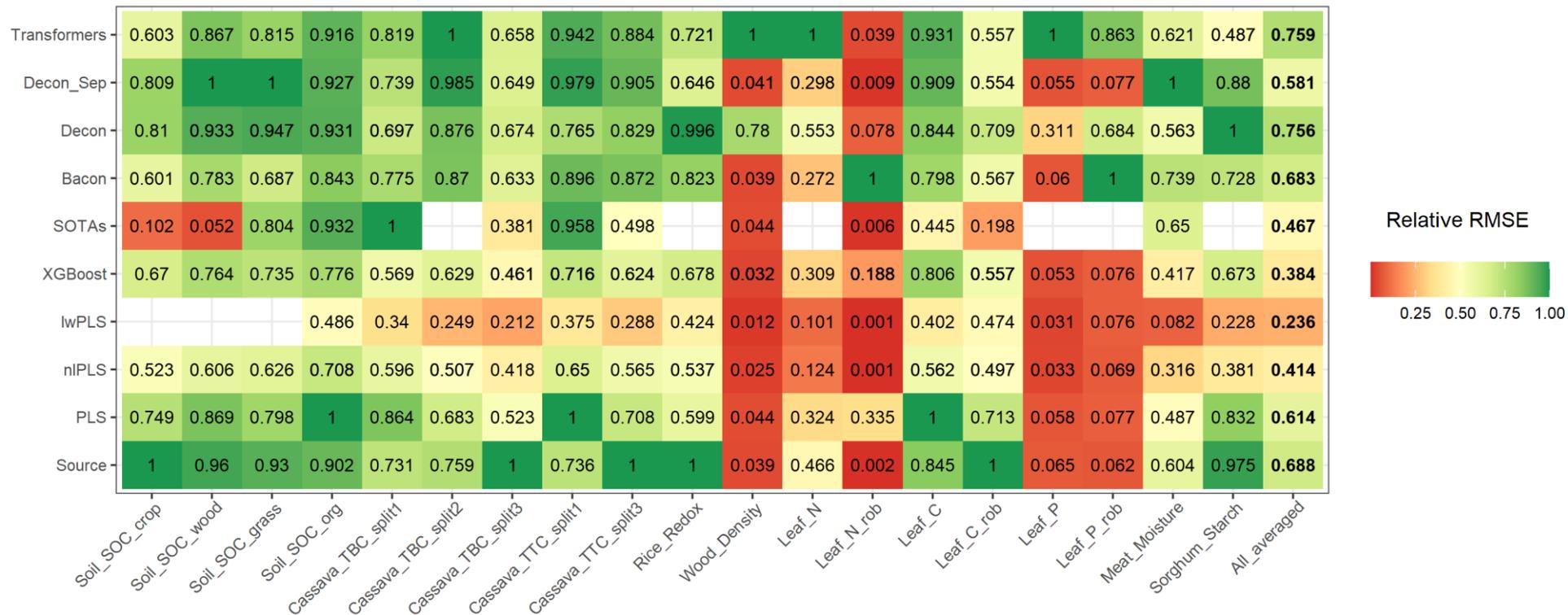
Projet INSPIR

Le 11 Juin 2024 / 25^{ème} Rencontres Héliospir / Naudet-Huart Myriam

Exemple de prototypage rapide

20 jeux de données * 2000 modèles

$$RRMSE_{dataset} = \frac{\min(RMSE)}{RMSE}$$



INSPIR

Base de données
disponible dans
Data verse INRAE

Utile pour standardiser les
spectres entre spectromètres
et sites INRAE.

Thème de nos 5èmes
rencontres en 2025

Assurer l'interopérabilité
(compatibilité) entre
spectromètres (suivi en cas de
panne ou de renouvellement
d'un des appareils d'INSPIR

Permettre un volet
formatif de chimométrie

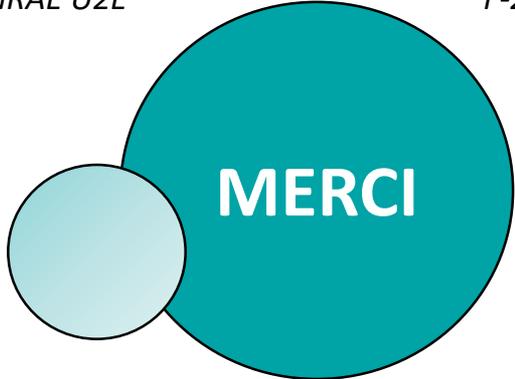


décliné en séances de
travaux dirigés lors de
prochaines rencontres

INSPIR

¹Michaël TOURATIER, ¹Jennifer REGULIER, ²Lucienne DESFONTAINES, ²Jocelyne LEINSTER, ³Sylvie BUREAU, ³Sylvie SERINO, ³Barbara GOUBLE, ⁴Camille LEPOITTEVIN, ⁵David ALVAREZ, ⁶Olivier GARDET, ⁷Charlène BAROTIN, ⁷Alexis DORLAC, ⁸Frédéric COMPAN, ⁸Martin ECARNOT, ⁸Vincent SEGURA, ⁹Mathilde SINGER, ⁹Gilles CHAIX, ¹⁰Paul CRESPIN, ¹⁰Jean-Michel ROGER, ¹⁰Denis CORNET, ¹¹Bernhard ZELLER, ¹²Virginie ROSSARD, ¹²Maud PORTE, ¹²Eric LATRILLE, ¹³Nassim BELMOKHTAR, ¹⁴Renaud RINCENT, ¹⁴Timothée FLUTRE, ¹⁴Julie FIEVET, ¹⁴Jérôme ENJALBERT, ¹⁵Jeanne THOISY, ¹⁶Anouck HABRANT, ¹⁶François GAUDARD, ¹⁷Sophie ROLLAND, ¹⁸Philippe GANIER, ¹⁹Pierre PERRIN, ¹⁹Eric LECLOUX, ²⁰Cécile LEVASSEUR, ²¹Yves GRIVEAU, ²²Valérie DUFAYET, ²²Céline COLOMBET

¹ INRAE UMR AGROECOLOGIE	F- 21000 DIJON	¹² INRAE LBE	F- 11100 NARBONNE
² INRAE Unités ASTRO et ASSET	F- 97170 PETIT-BOURG Guadeloupe	¹³ INRAE UMR BIOFORA	F- 45075 ORLEANS
³ INRAE Unités SQPOV et PSH	F- 84914 AVIGNON	¹⁴ INRAE UMR GQE	F- 91190 GIF-SUR-YVETTE
⁴ INRAE UMR BIOGECO	F- 33612 CESTAS	¹⁵ INRAE-UMR ECOSYS	F- 91120 PALAISEAU
⁵ INRAE UMR GDEC	F- 63000 CLERMONT-FERRAND	¹⁶ INRAE UMR FARE	F- 51100 REIMS
⁶ AGRI-OBTENTIONS-INRAE	F- 63100 CLERMONT-FERRAND	¹⁷ INRAE UMR IGEPP	F-35650 LE RHEU
⁷ INRAE UR P3F	F-86600 LUSIGNAN	¹⁸ INRAE UMR PEGASE	F-35590 SAINT-GILLES
⁸ INRAE UMR AGAP	F-34000 MONTPELLIER	¹⁹ INRAE UMR AGIR	F-31326 CASTANET TOLOSAN
⁹ CIRAD UMR AGAP	F-34000 MONTPELLIER	²⁰ INP PURPAN-INRAE UMR LCA	F-31076 TOULOUSE
¹⁰ INRAE UMR ITAP	F-34000 MONTPELLIER	²¹ INRAE UMR IJPB	F- 78026 VERSAILLES
¹¹ INRAE UR BEF	F- 54280 CHAMPENOUX	²² INRAE U2E	F-21110 BRETENIERE



MERCI



INRAE

Projet INSPIR

Le 11 Juin 2024 / 25^{ème} Rencontres Héliospir / Naudet-Huart Myriam

INSPIR

Merci pour votre attention



INRAE

Projet INSPIR

Le 11 Juin 2024 / 25^{ème} Rencontres Héliospir / Naudet-Huart Myriam