



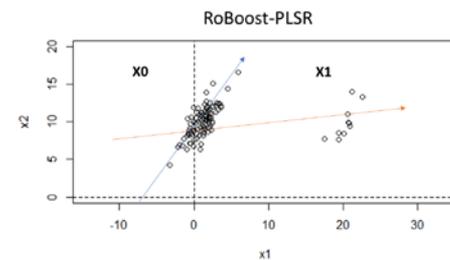
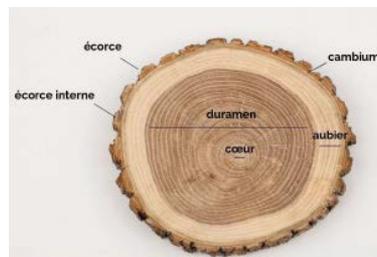
## Spectroscopie proche infrarouge au Cirad

Gilles Chaix, Fabrice Davrieux, Denis Bastianelli



## Spectroscopie proche infrarouge au CIRAD

Gilles Chaix, Fabrice Davrieux, Denis Bastianelli



## Le Cirad QUESACO ?



**Le Cirad est l'organisme français de recherche agronomique et de coopération internationale pour le développement durable des régions tropicales et méditerranéennes**

## Le Cirad QUESACO ?

Le Cirad est l'organisme français de recherche agronomique et de coopération internationale pour le développement durable des régions tropicales et méditerranéennes



## Le Cirad QUESACO ?

**Le Cirad est l'organisme français de recherche agronomique et de coopération internationale pour le développement durable des régions tropicales et méditerranéennes**



## Le Cirad QUESACO ?

Le Cirad est l'organisme français de recherche agronomique et de coopération internationale pour le développement durable des régions tropicales et méditerranéennes



## Le Cirad QUESACO ?

**Le Cirad est l'organisme français de recherche agronomique et de coopération internationale pour le développement durable des régions tropicales et méditerranéennes**

- Double tutelle : ministère de l'**Enseignement supérieur et de la Recherche** et du ministère chargé des **Affaires étrangères**.
- Organisme de recherche finalisée, le Cirad a un **mandat de coopération scientifique avec les institutions des pays du Sud**.

## Le Cirad QUESACO ?

**Le Cirad est l'organisme français de recherche agronomique et de coopération internationale pour le développement durable des régions tropicales et méditerranéennes**

- Double tutelle : ministère de l'**Enseignement supérieur et de la Recherche** et du ministère chargé des **Affaires étrangères**.
- Organisme de recherche finalisée, le Cirad a un **mandat de coopération scientifique avec les institutions des pays du Sud**.
- **Renforcement des compétences des pays du Sud**
- **Accompagner le développement agricole**
- **Partenariat de long terme** avec les institutions publiques ou privées

## Le Cirad QUESACO ?

**Le Cirad est l'organisme français de recherche agronomique et de coopération internationale pour le développement durable des régions tropicales et méditerranéennes**

- Double tutelle : ministère de l'**Enseignement supérieur et de la Recherche** et du ministère chargé des **Affaires étrangères**.

- Organisme de recherche finalisée, le Cirad a un **mandat de coopération scientifique avec les institutions des pays du Sud**.

**1 650 salarié-e-s**  
dont **800 chercheurs**

➤ **Renforcement des compétences des pays du Sud**

➤ **Accompagner le développement agricole**

➤ **Partenariat de long terme** avec les institutions publiques ou privées

**Budget annuel 200 M€** dont  
35% ressources propres (EPIC)

**830** articles scientifiques  
publiés chaque année,  
dont **425** avec  
les chercheurs  
des pays du Sud

**800** chercheurs  
et technicien-ne-s  
du monde entier  
accueilli-e-s  
chaque année

Plus de **300** chercheurs  
en poste  
à l'étranger et  
dans l'outre-mer  
français

## **Le Cirad QUESACO ?**

**Bref le Cirad n'est pas une agence de voyage !!!!!**

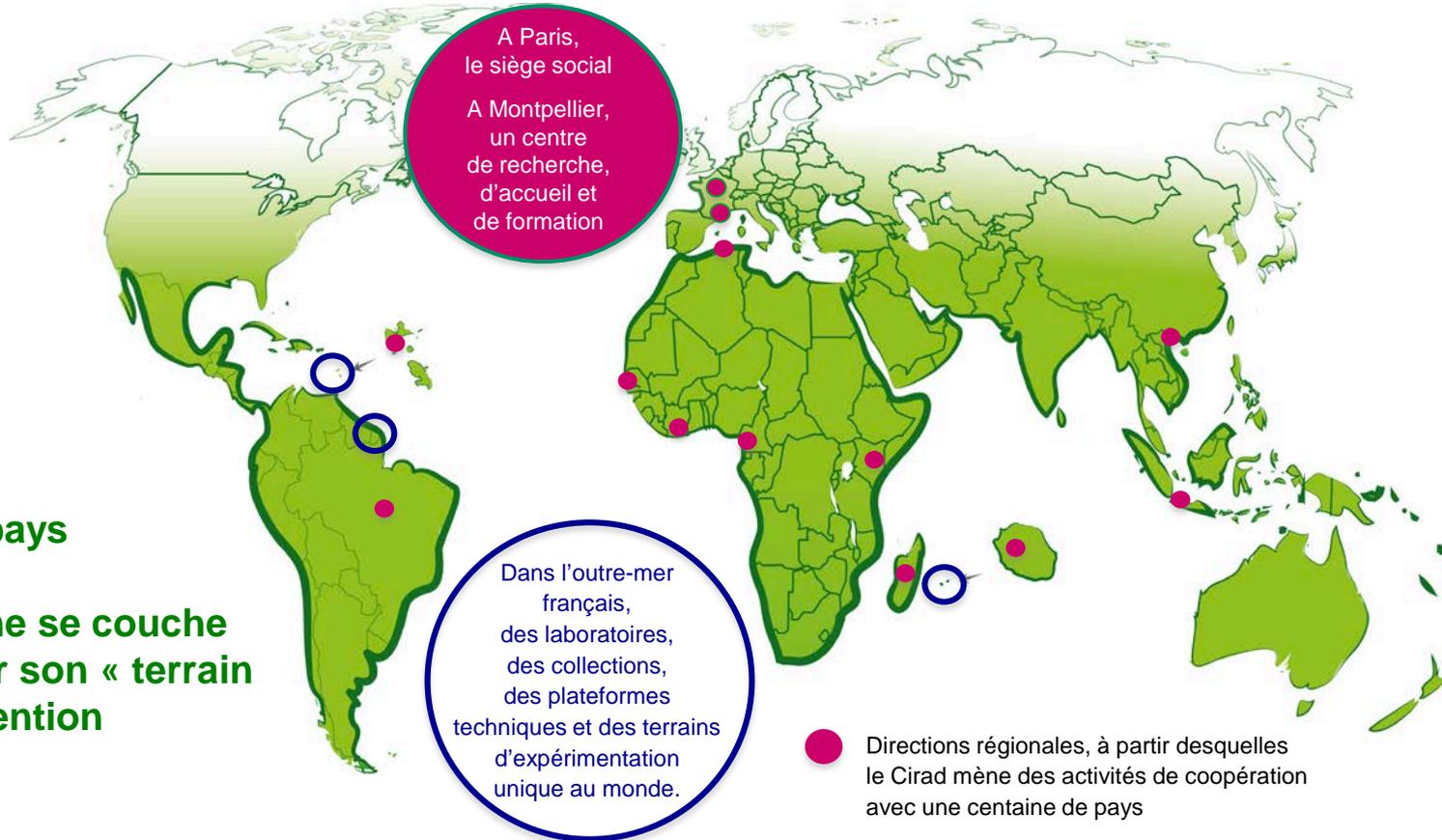
**Mais 1650 femmes et hommes, le double ou le triple ... en comptant les partenaires**

**Le Cirad vient de loin (regroupement d'Instituts français, avant instituts coloniaux !!!!**

**C'est comme ça que l'on a une xylothèque de plus de 80 ans, un herbier plus ancien encore, etc.**

**Le Cirad va loin**

# Le Cirad dans le monde



+ de 100 pays

**Le soleil ne se couche jamais sur son « terrain » d'intervention**

**Bon ok ça fait un peu publicitaire et « world company » !!!!!**

**On était pas venu pour entendre parler de spectro proche infrarouge  
au Cirad ??????**

## SPIR AU CIRAD : LES OBJECTIFS ET MOTIVATION

Depuis .... 3 décennies au moins



### Objectifs et activités

- Phénotypage plantes (sélection, adaptation / environnement)
  - Caractères d'intérêts (Café, Cacao, Blé, Sorgho, Riz, ...)
  - Organes/tissus spécifiques (Tronc, tige - Bois, Sorgho, Vigne, feuille, ...)
- Alimentation humaine et animale
  - Caractérisation des ressources alimentaires (fourrage, matière première, aliment, viande)
  - Relations alimentation animale / environnement (analyses fécales, flux de matière organique)

## SPIR AU CIRAD : LES OBJECTIFS ET MOTIVATION

Depuis .... 3 décennies au moins



### Objectifs et activités

- Phénotypage plantes (sélection, adaptation / environnement)
  - Caractères d'intérêts (Café, Cacao, Blé, Sorgho, Riz, ...)
  - Organes/tissus spécifiques (Tronc, tige - Bois, Sorgho, Vigne, feuille, ...)
- Alimentation humaine et animale
  - Caractérisation des ressources alimentaires (fourrage, matière première, aliment, viande)
  - Relations alimentation animale / environnement (analyses fécales, flux de matière organique)
- Formation partenaires publics comme privés, Sud
- Expertises auprès des entreprises/industriels
  - Production : café, forestière, céréalière
  - Transformation : café, cacao, blé



## SPiR AU CIRAD : DES PLANTES ET DES CARACTÈRES

Tirés des titres des publications (2000-2017)





## SPIR AU CIRAD : DES FEMMES ET DES HOMMES

### Les unités dans les 3 départements du CIRAD

- 70 personnes identifiés de 12 UR des 3 départements, Agap (23), QualiSud (13), Selmet (9).
- Une dizaine de personne dont c'est le « quotidien » (F Davrieux, K Meghar, D Bastianelli, L Bonnal, A Clément Vidal, G Chaix, D Cornet, M Lesnoff)

### Pyramides des âges

- Pas fameuse dans les 10 ans



### Les partenaires

- Montée en puissance en équipement, en compétences, en nombre
- Sur tous les continents et en particulier en Afrique (ABEE, RTBFOODS, G3D, ...)

## SPIR AU CIRAD : DES FEMMES ET DES HOMMES

### Les unités dans les 3 départements du CIRAD

- 70 personnes identifiés de 12 UR des 3 départements, Agap (23), QualiSud (13), Selmet (9).
- Une dizaine de personne dont c'est le « quotidien » (F Davrieux, K Meghar, D Bastianelli, L Bonnal, A Clément Vidal, G Chaix, D Cornet, M Lesnoff)

### Pyramides des âges

- Pas fameuse dans les 10 ans



### Les partenaires

- Montée en puissance en équipement, en compétences, en nombre
- Sur tous les continents et en particulier en Afrique (ABEE, RTBFOODS, G3D, ...)

### 2000-2017 : 145 publications

2 à 3 publications / an avant 2008  $\Leftrightarrow$  15 à 20 articles / an actuellement

La première en 1968 !!!

Chassevent, F., D'Ornano, M., Dalger, G., 1968. Note sur la détermination de la teneur en eau du café soluble lyophilisé par spectrophotométrie dans l'infrarouge. Café, Cacao, Thé 12, 250–260.

## SPiR AU CIRAD : LES OUTILS

### Le parc propre (Montpellier, Ile de la Réunion, Guyane)

- en 2018 on recensait 25 instruments
- Laboratoire : Foss, Bruker, ASD
- Portables : ASD, MicroNir Viavi, TI, Phazir, JDSU



## SPIR AU CIRAD : LES OUTILS

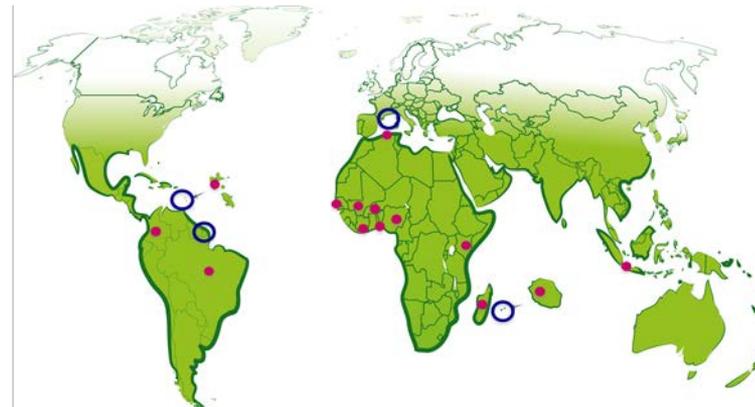
### Le parc propre (Montpellier, Ile de la Réunion, Guyane)

- en 2018 on recensait 25 instruments
- Laboratoire : Foss, Bruker, ASD
- Portables : ASD, MicroNir Viavi, TI, Phazir, JDSU



### Le « parc partenaires »

- Madagascar, Sénégal, Burkina Faso, Mali, Colombie, RCI, Tchad, Tunisie, Indonésie, Brésil, Togo, Ouganda, Nigeria, Bénin
- Laboratoire : Bruker more
- Portables : MicroNir Viavi more



## SPIR AU CIRAD : LES OUTILS

### Les logiciels

- Propriétaires
- Libres

Saisie spectrale	Winisi (Foss), Isiscan (FOSS), OPUS (Bruker), Nircal (Buchi), IndicoPro (ASD), InProcess (Perten), Vision (FOSS), PC Spectra Manager2 (Jasco), pertenxx12, Polychromix (Thermo Fisher)
Gestion des spectres	ASCII, Jcamp, Access (Microsoft), Excel (Microsoft), OpenOffice.org Base, MySQL, Oracle Database, Isiscan, OPUS, Nircal, IndicoPro, Polychromix, InProcess, PC Spectra Manager2, Matlab, Microshit X10, Matlab, IndicoPro, WinISI
Traitement des données	Winisi, OPUS, NirCal, Unscrambler, R (rchemo), Matlab, Xlstat, Chemflow, Minitab, Grams/AI, Simca P, SAS, Statgraphics, Statistica, asreml, Jump, Pirouette

## SPIR AU CIRAD : LES OUTILS

### Les logiciels

- Propriétaires
- Libres

Saisie spectrale	Winisi (Foss), Isiscan (FOSS), OPUS (Bruker), Nircal (Buchi), IndicoPro (ASD), InProcess (Perten), Vision (FOSS), PC Spectra Manager2 (Jasco), pertenxx12, Polychromix (Thermo Fisher)
Gestion des spectres	ASCII, Jcamp, Access (Microsoft), Excel (Microsoft), OpenOffice.org Base, MySQL, Oracle Database, Isiscan, OPUS, Nircal, IndicoPro, Polychromix, InProcess, PC Spectra Manager2, Matlab, Microshit X10, Matlab, IndicoPro, WinISI
Traitement des données	Winisi, OPUS, NirCal, Unscrambler, R (rchemo), Matlab, Xlstat, Chemflow, Minitab, Grams/AI, Simca P, SAS, Statgraphics, Statistica, asreml, Jump, Pirouette



### Les réseaux

- HelioSPIR, SPIRAL, GT GDR Bois NIRS&BOIS, NIRS INRAE
- DP CIRAD : IAVAO, Forêts et Biodiversité
- Projets emblématiques : BFF, ABEE, RTBFoods, CaSSECS
- ChemProject (ChemHouse, ChemFlow, CheMOOCs)



## SPIR AU CIRAD : UNE ANALYSE CRITIQUE

### FORCES

Expérience de 30 ans de la SPIR au CIRAD  
 Reconnaissance externe (partenaires Sud, INRAE, ...)  
 Visibilité scientifique (130 publiés sur 10 ans)

Expertise sur une grande gamme de matériels et logiciels.

Technique mise en œuvre sur des problématiques liées au mandat CIRAD  
 Bases d'étalonnages originales sur plusieurs produits

Capacités analytiques conventionnelles  
 Accès au terrain avec des échantillons originaux et tracés

Intérêt croissant d'un certain nombre de collègues, de plus en plus de personnes sensibilisées et formées

Présence dans les réseaux externes et conseils d'administration HelioSPIR et SPIRAL

### FAIBLESSES

Pas de coordination en interne CIRAD, de partage de compétences, affichées, mais réseau interne informel  
 Pas de stratégie achat / mutualisation d'appareils et uniformisation  
 Pas de plan de maintenance / réparation appareils / logiciels

Matériels et logiciels assez divers -> pas directement compatibles et pas toujours de substitution possibles

Bases peu structurées : pas de stratégie de métadonnées cohérentes permettant une capitalisation long terme, archivage des bases.

Manque de stratégie collective de constitution de bases à enjeu CIRAD en vue de valorisation

## SPIR AU CIRAD : UNE ANALYSE CRITIQUE

### FORCES

Expérience de 30 ans de la SPIR au CIRAD  
 Reconnaissance externe (partenaires Sud, INRAE, ...)  
 Visibilité scientifique (130 publiés sur 10 ans)

Expertise sur une grande gamme de matériels et logiciels.

Technique mise en œuvre sur des problématiques liées au mandat CIRAD  
 Bases d'étalonnages originales sur plusieurs produits

Capacités analytiques conventionnelles  
 Accès au terrain avec des échantillons originaux et tracés

Intérêt croissant d'un certain nombre de collègues, de plus en plus de personnes sensibilisées et formées

Présence dans les réseaux externes et conseils d'administration HelioSPIR et SPIRAL

### FAIBLESSES

Pas de coordination en interne CIRAD, de partage de compétences, affichées, mais réseau interne informel  
 Pas de stratégie achat / mutualisation d'appareils et uniformisation  
 Pas de plan de maintenance / réparation appareils / logiciels

Matériels et logiciels assez divers -> pas directement compatibles et pas toujours de substitution possibles

Bases peu structurées : pas de stratégie de métadonnées cohérentes permettant une capitalisation long terme, archivage des bases.

Manque de stratégie collective de constitution de bases à enjeu CIRAD en vue de valorisation

## SPIR AU CIRAD : UNE ANALYSE CRITIQUE

### OPPORTUNITES

Possibilité de monter des initiatives thématiques au Sud

Notoriété grâce à l'animation de réseaux (Heliospir, Spirale, ...)

Développement de compétences en transfert de d'étalonnages (demande fréquente des partenaires)

Développement d'une expertise générale cohérente =  
 - Carbone, MO / environnement avec spécificités tropicales,  
 - Molécules principales dans le végétal (lignine, cellulose, sucre, ...)

Se positionner sur phénotypage haut débit

Se positionner sur formation (demande en formation francophone)

La compétence SPIR est souvent une porte d'entrée dans des projets scientifiques

### MENACES

Rester sur des approches de "routine" => Obsolescence des compétences et des matériels

Bases pas faciles à partager / généraliser par manque de standardisation des métadonnées

Risque de perte / départ retraite, piratage des bases atomisées et non protégées

Question de la propriété des bases (en interne et externe)

Pérennité des labos conventionnels (équipements, techniciens, externalisation, partenaires dépendent aussi de nos capacités dans ce domaine)

Pertes de compétences (retraites, mouvements, autres horizons, ...)

## SPIR AU CIRAD : UNE ANALYSE CRITIQUE

### OPPORTUNITES

Possibilité de monter des initiatives thématiques au Sud

Notoriété grâce à l'animation de réseaux (Heliospir, Spirale, ...)

Développement de compétences en transfert de d'étalonnages (demande fréquente des partenaires)

Développement d'une expertise générale cohérente =

- Carbone, MO / environnement avec spécificités tropicales,

- Molécules principales dans le végétal (lignine, cellulose, sucre, ...)

Se positionner sur phénotypage haut débit

Se positionner sur formation (demande en formation francophone)

La compétence SPIR est souvent une porte d'entrée dans des projets scientifiques

### MENACES

Rester sur des approches de "routine" => Obsolescence des compétences et des matériels

Bases pas faciles à partager / généraliser par manque de standardisation des métadonnées

Risque de perte / départ retraite, piratage des bases atomisées et non protégées

Question de la propriété des bases (en interne et externe)

Pérennité des labos conventionnels (équipements, techniciens, externalisation, partenaires dépendent aussi de nos capacités dans ce domaine)

Pertes de compétences (retraites, mouvements, autres horizons, ...)

## SPIR AU CIRAD : LES TENDANCES

### Les microspectromètres (de 300 à 50.000 Euros)

- Adaptés aux contextes de terrains, partenaires, producteurs
- Des achats .... des réalisations ?
  - AIDA physio plantes (O Husson)
  - QUALISUD/AGAP Tubercules (F Davrieux, D Cornet, K Meghar)
  - AGAP bois (G Chaix, ESSA-FORETS Madagascar)
  - AGAP Vigne, Blé (V Segura, P Roumet, M Ecarnot)

## SPiR AU CIRAD : LES TENDANCES

### Les microspectromètres (de 300 à 50.000 Euros)

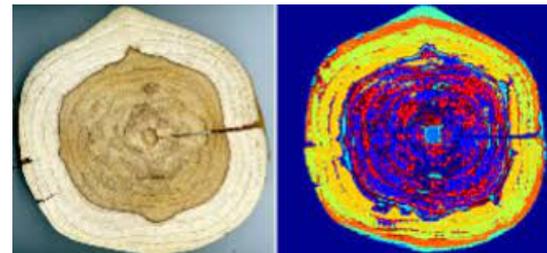
- Adaptés aux contextes de terrains, partenaires, producteurs
- Des achats .... des réalisations ?
  - AIDA physio plantes (O Husson)
  - QUALISUD/AGAP Tubercules (F Davrieux, D Cornet, K Meghar)
  - AGAP bois (G Chaix, ESSA-FORETS Madagascar)
  - AGAP Vigne, Blé (V Segura, P Roumet, M Ecarnot)

### L'imagerie hyperspectrale

- La première en 2020 (projet RTBFOODS, QualiSUD, K Meghar)
- Une seconde sur plateforme PHIV (projet CPER PLANTENVI, AGAP, JL Verdeil, G Chaix)

### Plus chez les partenaires (QualiSud, Selmet, Agap)

- Mali, Sénégal, Burkina Faso, Madagascar, Brésil, ...
- Formation
- Transfert d'étalonnages



## SPIR AU CIRAD : LES TENDANCES

### Des fronts de recherche

- Sélection phénotypique Agap : INRAE SelGenVit, OASIs (V Segura)
- Données longitudinales en imagerie proche infrarouge / développement des plantes
- Discrimination de végétaux : herbiers, xylothèques
- Microscopie proche infrarouge

## SPIR AU CIRAD : LES TENDANCES

### Des fronts de recherche

- Sélection phénotypique Agap : INRAE SelGenVit, OASIs (V Segura)
- Données longitudinales en imagerie proche infrarouge / développement des plantes
- Discrimination de végétaux : herbiers, xylothèques
- Microscopie proche infrarouge

### Un peu de pub

- Package rchemo (M Lesnoff, Selmet)
- La plateforme de prédiction en ligne « NIRSPred » (D Bastianelli, L Bonnal, M Lesnoff - Selmet)
- Groupe de travail NIRS&BOIS GDR Bois (G Chaix)
- Coordination au sein d'AGAP Institut (G Chaix, JF Rami, P Roumet, V Segura)
- Approche en IA (D Cornet - Agap)

## SPIR AU CIRAD : DES RÊVES ET DES AMBITIONS

### Forces du CIRAD

- Atypique
- Diversité
- Expérience
- Partenariat



## SPIR AU CIRAD : DES RÊVES ET DES AMBITIONS



### Plus de collectif

- Plus fort, plus visible, attirant
- Rester sexy
- Filières au CIRAD : « filière NIRS »
- Base réseaux existants, étude interne 2018



## SPiR AU CIRAD : DES RÊVES ET DES AMBITIONS



### Une relève humaine à assurer

- Stratégie de recrutement
- Coordination
- Visibilité



## SPIR AU CIRAD : DES RÊVES ET DES AMBITIONS



### Plateau Phénotypage Biochimique

#### Objectifs

- Identifier et analyser les métabolites d'intérêt dans le cadre des projets de l'UMR.
- Mise au point méthodologique.
- Appui aux traitements et validation des données.




Umr Agap  
Amélioration génétique  
et adaptation des plantes  
méditerranéennes  
et tropicales

Contacts  
A. Clément  
Anne.clement@cirad.fr  
+33 4 67 61 56 17

A. Soufiras  
Armelie.soufiras@cirad.fr  
+33 4 67 61 56 17

Cirad, Umr Agap  
TA A-10203, bdt. 3  
Avenue Agropolis  
34398 F-Montpellier cedex 5



#### Savoir-faire, outils, ressources

- Relations source puits, plasticité de la plante : carbohydrates non structuraux.
- Caractérisation biomasse : hémicelluloses, cellulose, lignines, acides hydroxycinnamiques.
- Caractérisation stress oxydatif : glutathion, acide ascorbique, polyphénols, flavonoïdes.
- Purification de protéines, enzymologie.

#### Accueil, formation, collaboration

- Etudiants, techniciens, chercheurs
- Connection à un réseau de plateformes « haut débit », métabolomique.



#### Equipements, installations

- **Préparation échantillon-Extraction molécules :** Lyophilisateur, concentrateur sous vide, système d'extraction automatique, soxhlet.
- **Chromatographie Liquide Haute Performance :** HPLC Ionique et ampérométrie pulsée et conductimétrie ; UHPLC et UV barrettes diodes et réfractométrie ; FPLC Akta pour purification protéines.
- **Spectrophotométrie :** Spectrophotomètres UV/Visible, microplaques ; Spectromètre proche infrarouge.



<http://umr-agap.cirad.fr>



PLATEFORME D'HISTOCYTOLOGIE ET D'IMAGERIE CELLULAIRE VÉGÉTALE

Qui sommes nous ? Nos savoir-faire Nos formations

**Le végétal comme vous ne l'avez jamais vu**

Voir pour concevoir les plantes de demain  
Une grande diversité de dispositifs de caractérisation  
Des équipements et outils de très haute technologie

Techniques d'immunolocalisation en microscopie optique chez les plantes. [Suivre...](#)

80 ans d'expertise sur l'analyse végétale	44 microscopes accessibles	82 protocoles spécifiques	4000 échantillons traités/an
--	-------------------------------	------------------------------	---------------------------------

## Des capacités analytiques à maintenir et à développer

- Biochimie (Agap, QualiSud, Selmet)
- Imagerie (PHIV, AMAP)



MERCI !

