

CENTRE INRA DE LILLE



Copyright photo - Stella Maris



13<sup>ÈMES</sup> JOURNÉES DE LA MESURE ET DE LA MÉTROLOGIE

13 AU 16 OCTOBRE 2014  
STELLA PLAGE (62)



**INRA**  
SCIENCE & IMPACT

# Journées de la Mesure et de la Métrologie

13 au 16 octobre 2014 à Stella-Plage

Le centre INRA de Lille est très heureux de vous accueillir à l'occasion de la 13<sup>ème</sup> édition des Journées de la Mesure et de la Métrologie. Nous remercions le président du Centre de Lille et les directeurs d'unité qui ont soutenu le projet d'organisation des J2M.

Nous tenons aussi à remercier les Départements, la Délégation à la Qualité et la Formation Permanente Nationale pour leur contribution à la réalisation des Journées de la Mesure et de la Métrologie. Nous remercions l'équipe du village vacances de Stella Maris pour son accueil.

Les nombreuses propositions de posters et de présentations témoignent de l'intérêt que vous portez aux J2M et seront, nous l'espérons, le point de départ de nombreux échanges autour des pratiques de chacun dans le domaine de la mesure et de la métrologie.

**Comité d'organisation local** : BORNET Frédéric, BOUVIER Laurent, GUERIN Annie, WALLOIS Amandine, WAQUET Aline.

**Comité d'organisation permanent** : GARIN Christophe, GROSS Patrick, MARATRAY Jacques, MOHRATH Dalila, MONTAURIER Christophe, PUJOL Robert.

# **Journées de la Mesure et de la Métrologie**

**13 au 16 octobre 2014 à Stella-Plage**

## **Les Départements,**

EA (Environnement et Agronomie)

EFPA (Ecologie des Forêts, Prairies et Milieux Aquatiques)

AlimH (Alimentation Humaine)

CEPIA (Caractérisation et Elaboration des Produits Issus de l'Agriculture)

PHASE (Physiologie Animale et Système d'Elevage)

SPE (Santé des Plantes et Environnement)

SA (Santé Animale)

MICA (Microbiologie et Chaîne Alimentaire)

SA2E (Sciences Sociales, Agriculture et Alimentation, Espace et Environnement)

MIA (Mathématique et Informatique Appliquées)

## **Les Industriels,**

Agilent Technologies

Agriscope

Campbell Scientific

Cap'Instrumentation

D3E-Electronique

Dimelco

Oceasoft

# Programme des Journées de la Mesure et de la Métrologie

13 au 16 octobre 2014 à Stella-Plage

## Lundi 13 octobre

<b>A partir de 16h00</b>	<i>Accueil des participants</i>	
<b>En fin d'après midi</b>	Stands des industriels, exposition des posters	Salles Neptune Mars Saturne Vénus
<b>19h00</b>	<i>Apéritif d'accueil</i>	
<b>20h00</b>	<i>Dîner</i>	Restaurant

## Mardi 14 octobre

<b>A partir de 07h30</b>	<i>Petit déjeuner</i>	Restaurant
<b>8h30-9h20</b>	Réunion d'ouverture	Salle Soleil
08h30	<b>Laurent BOUVIER et Dalila MOHRATH</b> Ouverture des J2M	
08h50	<b>Gilles GANDEMER (Président de Centre)</b> Présentation du centre Nord-Picardie-Champagne	
<b>9h20-10h10</b>	Session 1 - Présidents de séance : <b>Jean-Marc BONNEFOND et Christophe MONTAURIER</b>	
09h20	<b>Eric GREHAN</b> Système automatique de mesures de flux de gaz à effet de serre au champ en semi continu	
09h40	<b>Patrick GROSS</b> Mesure de profils verticaux de CO2 et vapeur d'eau dans une forêt avec étalonnage automatique de l'analyseur IRGA	
10h00	Présentation des posters	
<b>10h10-10h40</b>	Pause - Posters et démonstrations	Salles Neptune Mars Saturne Vénus
<b>10h40-12h20</b>	Session 2 Présidents de séance : <b>Jean-Yves GORET et Dalila MOHRATH</b>	Salle Soleil
10h40	<b>Moustafa KASBARI</b> Drones : Etat de l'art	
11h10	<b>René PALLUT</b> Retour d'expérience sur le choix et la mise en œuvre d'un drone	
11h30	<b>Jonathan MINEAU</b> PHIS : Phenotyping Hybrid Information System	
11h50	<b>Jacques MARATRAY</b> Mesure du plaisir alimentaire chez l'enfant	
12h10	Présentation des posters	
<b>12h20</b>	<i>Déjeuner</i>	Restaurant
<b>14h00-16h10</b>	Session 3 Présidents de séance : <b>Laurent BOUVIER et Patrick MIELLE</b>	Salle Soleil
14h00	<b>Dominique MONTAGU et Dalila MOHRATH</b> Présentation du Cahier des Techniques : numéro spécial J2M	
14h20	<b>Pierre CAMPISTRON</b> (Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis) Quelques possibilités de mesures offertes par les méthodes ultrasonores	
14h50	<b>René PALLUT</b> MyRio / Sb-Rio pour l'embarqué ?	
15h10	<b>Julien CARTAILLER</b> Le Raspberry Pi : un nano-ordinateur au service de la science et de l'enseignement.	
15h30	<b>David CHANCEL</b> Laboratoire mobile dans le cadre du projet d'infrastructure ANAEE-F	

# Programme des Journées de la Mesure et de la Métrologie

13 au 16 octobre 2014 à Stella-Plage

15h50	<b>Amandine ETAYO</b> Mise en place d'un système de centralisation des pesées au LAS Pause - Posters et démonstrations (drones)	Salles Neptune Mars Saturne Vénus
<b>16h10-16h40</b>		
<b>16h40-18h00</b>	Session 4 - Présidents de séance : <b>Robert PUJOL et Solange RENAUD</b>	Salle Soleil
16h40	<b>Nicolas CRESCENZO (Sté Campbell Scientific)</b> Sensibilisation à la directive DEEE pour le recyclage de vos matériels électroniques et capteurs en fin de vie	
17h00	<b>Frédéric DUBOIS (Sté D3E-Electronique)</b> Cartographie terrain de haute précision par solution GPS/GNSS dans tous types d'environnements pour la collecte et la mise à jour de données SIG	
17h20	<b>Olivier WILLEQUET (Sté Dimelco)</b> Nouveaux modes de transfert de données à distance	
17h40	<b>Yolande ABDELNOUR (Sté Agilent Technologies)</b> Analyse d'éléments minéraux dans les échantillons de sols par les techniques à plasma micro-onde (MP-AES) et à plasma inductif (ICP-OES) couplés à la spectroscopie d'émission atomique	
<b>18h00</b>	Séance posters et démonstrations (drones et quad)	Salles Neptune Mars Saturne Vénus
<b>20h00</b>	<i>Dîner</i>	Restaurant
<b>Mercredi 15 octobre</b>		
<b>A partir de 07h30</b>	<i>Petit déjeuner</i>	Restaurant
<b>8h30-10h30</b>	Session 5 - Présidentes de séance : <b>Béatrice COURTIAL et Annie GUERIN</b>	Salle Soleil
08h30	<b>Patrice SOULE</b> Gestion des 5 M. Présentation d'un logiciel innovant et ergonomique : GQLab	
08h50	<b>Thierry PRUNET</b> Aide à la validation de méthode, un outil logiciel performant : GQLab	
09h10	<b>Thierry BAJAZET</b> Vérification en tension d'une centrale d'acquisition automatique de données	
09h30	<b>Frédéric BORNET</b> Mesure de l'humidité du sol avec des sondes cs616 : correction et étalonnage	
09h50	<b>Jérôme DUVAL</b> Présentation du SI AgroImpact, cas d'utilisation pour la gestion d'un parc instrumenté et le respect des bonnes pratiques qualité	
10h10	<b>Guillaume GIOT</b> Conception d'un système de contrôle de la dynamique hydrique d'échantillons de sol couplé à la mesure des émissions de protoxyde d'azote	
<b>10h30-11h00</b>	Pause - Posters et démonstrations	Salles Neptune Mars Saturne Vénus
<b>11h00-12h20</b>	Session 6 - Présidents de séance : <b>Patrick GROSS et Pascal TOURNAYRE</b>	Salle Soleil
11h00	<b>Laurent CHAUNIER</b> Procédé d'élaboration et mesure des propriétés mécaniques d'implants biomédicaux résorbables en amidon	

# Programme des Journées de la Mesure et de la Métrologie

13 au 16 octobre 2014 à Stella-Plage

11h20	<b>Eric BOBILLIER</b> ThermoCardioPig : Dispositif de mesures de paramètres physiologiques chez le Porc	
11h40	<b>Nathalie MORCRETTE</b> La propriété intellectuelle	
12h00	<b>Patrice PAPINEAU</b> Presse à cidre instrumentée	
<b>12h20</b>	<i>Déjeuner</i>	Restaurant
<b>A partir de 14h00</b>	<i>Après midi découvertes-échanges. Activités au choix.</i>	
<b>19h30</b>	<i>Dîner de gala - Animation</i>	Restaurant
<b>Jeudi 16 octobre</b>		
<b>A partir de 07h30</b>	<i>Petit déjeuner</i>	Restaurant
<b>8h30-10h10</b>	Session 7 - Présidents de séance : <b>Anne JAULIN et Jacques MARATRAY</b>	Salle Soleil
08h30	<b>Vincent DUMAS</b> Adonis : un outil d'acquisition de données à l'INRA. Bilan du déploiement	
08h50	<b>Vincent NEGRE</b> Visualisation et exploration de données via des graphiques interactifs : SILEX-G4EX	
09h10	<b>Pierre EVRARD</b> Une approche concise sur les énergies et fluides mis en œuvre dans le laboratoire	
09h30	<b>Guillaume BOBINEAU</b> Contrôle des températures et des flux de photons émis par éclairage artificiel dans une chambre de culture servant à réaliser des tests pathologiques sur disques foliaires de peuplier	
09h50	<b>Jean-Louis MAITROT</b> Réseau de contrôle/commande modulaire - Adaptation à l'échelle d'une unité expérimentale	
<b>10h10-10h40</b>	<i>Pause - Posters et démonstrations</i>	Salles Neptune Mars Saturne Vénus
<b>10h40-12h00</b>	Session - 8 Présidents de séance : <b>Frédéric BORNET et Jacques MARATRAY</b>	Salle Soleil
10h40	<b>Eric ROY et Cédric PERROT</b> Suivi micro-météorologique et aide à la conduite des pelouses des grands stades	
11h00	<b>Patrick MIELLE</b> La cheulotte électronique	
11h20	<b>Comité organisateur</b> Synthèse des journées	
<b>12h00</b>	<i>Déjeuner</i>	Restaurant
<b>A partir de 14h00</b>	<i>Départ des participants</i>	



# Journées de la Mesure et de la Métrologie

13 au 16 octobre 2014 à Stella-Plage

## Liste des participants



## Liste des participants aux Journées de la Mesure et de la Métrologie 13 au 16 octobre 2014 à Stella-Plage

Participant	Unité	Centre	Dpt	Téléphone	E-mail
ANGENIEUX Magaly	unité expérimentale de Pech Rouge	MONTPELLIER	CEPIA	04 68 49 44 12	magaly.angenieux@supagro.inra.fr
AUTRET Hervé	UMR 1345 Institut de recherche en Horticulture et Semences	ANGERS-NANTES	EA	02 41 22 56 33	Herve.Autret@angers.inra.fr
AYZAC Adeline	UR Science du sol	ORLÉANS	EA	02 38 41 80 13	adeline.besnault@orleans.inra.fr
BAJAZET Thierry	UR1321 ASTRO Agrosystèmes tropicaux	ANTILLES-GUYANE	EA	05 90 25 59 00	Thierry.Bajazet@antilles.inra.fr
BALBOA Ange	UE 0398 DIASCOPE	MONTPELLIER	BAP	04 67 29 06 20	balboa@supagro.inra.fr
BAZOT Mathieu	UMR0211 Agronomie	VERSAILLES-GRIGNON	EA	01 30 81 54 16	bazot@grignon.inra.fr
BEAUCLAIR Patrick	UMR0950 EVA Ecophysiologie Végétale, Agronomie et Nutritions	RENNES	EA	02 31 56 56 46	patrick.beauclair@unicaen.fr
BECUE Thierry	SDAR-0378	MONTPELLIER	Autre	04 99 61 21 50	becue@supagro.inra.fr
BENNE Francis	UAR0061 SDAR Services déconcentrés d'appui à la recherche	TOULOUSE	Autre	05 61 28 50 27	francis.benne@toulouse.inra.fr
BOBILLIER Eric	UMR1079 SENAH Systèmes d'Elevage, Nutrition Animale et Humaine	RENNES	AlimH	02 23 48 50 76	eric.bobillier@rennes.inra.fr
BODINEAU Guillaume	UE0995 GBFOR Génétique et Biomasse Forestières ORLéans	ORLÉANS	EFPA	02 38 41 80 37	guillaume.bodineau@orleans.inra.fr
BONNEFOND Jean-Marc	UMR1391 ISPA Interaction Sol Plante Atmosphère	BORDEAUX-AQUITAINE	EA	05 57 12 24 17	bonnefon@bordeaux.inra.fr
BORNET Frédéric	US1158 Agro-Impact Agrosystèmes et impacts environnementaux carbone-azote	LILLE	EA	03 23 24 07 86	Frederic.Bornet@laon.inra.fr
BOUVERY Frédéric	UR1115 PSH Unité de recherche Plantes et Systèmes de Culture Horticoles	PACA	EA	04 32 72 24 48	frederic.bouvery@avignon.inra.fr
BOUVIER Laurent	UR0638 PIHM Processus aux Interfaces et Hygiène des Matériaux	LILLE	CEPIA	03 20 43 54 47	Laurent.Bouvier@lille.inra.fr
BRAS Françoise	US	LILLE	EA	03 21 21 86 00	Francoise.Bras@arras.inra.fr
BRUNET Nicolas	AgroImpact	LILLE	EA	03 22 85 75 19	nicolas.brunet@mons.inra.fr
BURBAN Michel	UMR EGC	VERSAILLES-GRIGNON	EA	01 30 81 55 62	michel.burban@grignon.inra.fr
BURE Cyril	UMR EEF	NANCY	EFPA	03 83 39 73 23	cyril.bure@nancy.inra.fr
BUSSIERE Sylvie	ISPA	BORDEAUX-AQUITAINE	EA	06 60 94 93 32	sylvie.bussiere@bordeaux.inra.fr
BUTIER Arnaud	UMR0211 Agronomie	VERSAILLES-GRIGNON	EA	01 30 81 54 31	arnaud.butier@grignon.inra.fr
CARLIER Bruno	UR1213 URH Unité de Recherches sur les Herbivores	CLERMONT-FERRAND - THEIX	PHASE	04 73 62 42 26	bruno.carlier@clermont.inra.fr
CARTAILLER Julien	UMR genial	JOUY-EN-JOSAS	CEPIA	01 69 93 51 75	julien.cartailier@agroparistech.fr
CATOIRE Mireille	U S	LILLE	EA	03 21 21 86 00	catoire@arras.inra.fr
CHANCEL David	UREP	CLERMONT-FERRAND - THEIX	EFPA	04 73 62 46 09	david.chancel@clermont.inra.fr
CHAUNIER Laurent	UR1268 BIA Biopolymères, Interactions Assemblages	ANGERS-NANTES	CEPIA	02 40 67 51 97	Laurent.Chaunier@nantes.inra.fr
CHEDEVOTOT Hélène	UE0695 UERI Unité Expérimentale Recherches Intégrées - Gothon	PACA	SPE	04 75 59 92 17	helene.chenevotot@avignon.inra.fr
CHIPEAUX Christophe	UMR ISPA	BORDEAUX-AQUITAINE	EFPA	05 57 12 28 57	chipeaux@pierroton.inra.fr
COFFIN Arnaud	UMR Agroécologie	DIJON	Autre	03 80 77 23 47	arnaud.coffin@agrosupdijon.fr
COLOMBET Céline	UMR1248 AGIR AGrosystèmes et développement terrItoRial	TOULOUSE	EA	05 61 28 52 49	celine.colombet@toulouse.inra.fr

## Liste des participants aux Journées de la Mesure et de la Métrologie

### 13 au 16 octobre 2014 à Stella-Plage

Participant	Unité	Centre	Dpt	Téléphone	E-mail
CORIOU Cecile	ISPA	BORDEAUX-AQUITAINE	EA	06 11 51 73 23	cecile.coriou@bordeaux.inra.fr
CORMIER David	UMR1095 GDEC Génétique Diversité et Ecophysiologie des Céréales	CLERMONT-FERRAND - THEIX	EA	04 73 62 48 67	david.cormier@clermont.inra.fr
COURTIAL Béatrice	UR0633 URZF Unité de Recherche Zoologie Forestière	ORLÉANS	EFPA	02 38 41 80 39	beatrice.courtial@orleans.inra.fr
COURTOIS Pascal	UMR 1137 EEF Ecologie et Ecophysiologie Forestières	NANCY	EFPA	03 83 39 73 00	courtois@nancy.inra.fr
DAPPRIMEE Christophe	U.S. L.A.S. Arras	LILLE	EA	06 59 39 77 08	64et42@gmail.com
DARSONVILLE Olivier	UR0874 UREP Unité de Recherche sur l'Ecosystème Prairial	CLERMONT-FERRAND - THEIX	EFPA	04 73 62 43 53	olivier.darsonville@clermont.inra.fr
DE BERRANGER Christophe	UE FERLUS Unité Expérimentale Fourrages Environnement Ruminants de Lusignan	POITOU-CHARENTES	EA	05 49 55 61 23	christophe.deberranger@lusignan.inra.fr
DE BRUYNE François	UR1115 PSH Unité de recherche Plantes et Systèmes de Culture Horticoles	PACA	EA	04 32 72 24 39	francois.debruyne@avignon.inra.fr
DE CARVALHO Marion	UR BIA	ANGERS-NANTES	CEPIA	02 40 67 50 82	marion.de-carvalho@nantes.inra.fr
DEBESA Sandra	UMR1395 EPHYSE Écologie Fonctionnelle et Physique de l'Environnement	BORDEAUX-AQUITAINE	EA	05 57 12 24 13	Sandra.Debes@bordeaux.inra.fr
DEBOFFLES Pascale	US LAS	LILLE	EA	03 21 21 86 00	deboffles@arras.inra.fr
DECAUX Benoît	UE GCIE Picardie	LILLE	BAP	03 22 85 33 35	decaux@mons.inra.fr
DHENIN Sylvie	US LAS	LILLE	EA	03 21 21 86 00	dhenin@arras.inra.fr
DUCRISTEL Didier	US	LILLE	EA	03 21 21 86 15	ducristel@arras.inra.fr
DUMAS Vincent	UMR	COLMAR	BAP	03 89 22 49 41	vincent.dumas@colmar.inra.fr
DUPLOYER Marie-Hélène	URTAL	DIJON	CEPIA	03 84 73 63 17	Marie-Helene.Duployer@pologny.inra.fr
DUTHOIT Maxime	UMR Eco&Sols	MONTPELLIER	Autre	04 99 61 21 22	maxime.duthoit@cirad.fr
DUVAL Jérôme	Unité Agroressources et impacts environnementaux	LILLE	EA	03 23 24 07 64	Jerome.Duval@laon.inra.fr
EPRINCHARD Annie	UR0004 P3F Unité de Recherche Pluridisciplinaire Prairies et Plantes Fourragères	POITOU-CHARENTES	EA	05 49 55 61 64	annie.ciesla@lusignan.inra.fr
ETAYO Amandine	US LAS	LILLE	EA	03 21 21 86 06	amandine.etayo@arras.inra.fr
EVARD Pierre	unité de service US 10	LILLE	EA	03 21 21 86 00	pierre.evrard@arras.inra.fr
FALCIMAGNE Robert	UR0874 UREP Unité de Recherche sur l'Ecosystème Prairial	CLERMONT-FERRAND - THEIX	EFPA	04 73 62 43 53	Robert.Falcimagne@clermont.inra.fr
FAVIER Raphael	UR0370 QuaPA Qualité des Produits Animaux	CLERMONT-FERRAND - THEIX	CEPIA	04 73 62 41 31	rfavier@clermont.inra.fr
FORTINEAU Alain	UMR1091 EGC Environnement et Grandes Cultures	VERSAILLES-GRIGNON	EA	01 30 81 55 87	alain.fortineau@grignon.inra.fr
GALLEGOS Nathalie	ISPA	BORDEAUX-AQUITAINE	EFPA	05 57 12 25 11	nathalie.gallegos@bordeaux.inra.fr
GIOT Guillaume	UR0272 USS Unité Science du Sol	ORLÉANS	EA	02 38 41 80 13	guillaume.giot@orleans.inra.fr
GORET Jean-Yves	EcoFog	ANTILLES-GUYANE	EFPA	05 94 32 92 71	Jean-Yves.Goret@ecofog.gf
GOUNELLE Damien	UR0629 URFM Ecologie des Forêts Méditerranéennes	PACA	EFPA	04 32 72 29 45	damien.gounelle@avignon.inra.fr
GREHAN Eric	UR	LILLE	EA	03 22 85 79 62	grehan@mons.inra.fr
GROSS Patrick	UMR 1137 EEF Ecologie et Ecophysiologie Forestières	NANCY	EFPA	03 83 39 40 31	gross@nancy.inra.fr
GUERIN Annie	US0010 LAS Laboratoire d'Analyses des Sols	LILLE	EA	03 21 21 86 00	guerin@arras.inra.fr
GUILLEMIN Hervé	UMR0782 GMPA Génie et Microbiologie des Procédés Alimentaires	VERSAILLES-GRIGNON	CEPIA	01 30 81 52 44	Herve.Guillemin@grignon.inra.fr
HARMAND Marc	UR0055 ASTER Agro-Systèmes Territoires Ressources	NANCY	SAD	03 29 83 55 08	harmand@mirecourt.inra.fr

# Liste des participants aux Journées de la Mesure et de la Métrologie

13 au 16 octobre 2014 à Stella-Plage

Participant	Unité	Centre	Dpt	Téléphone	E-mail
JACQUET François	UAR1306 DSI-UA - Délégation à la Qualité	PARIS	Autre	01 42 75 90 70	francois.jacquet@paris.inra.fr
JAULIN Anne	UR0251 PESSAC Physico-chimie et Ecotoxicologie des Sols d'agrosystèmes contaminés	VERSAILLES-GRIGNON	EA	01 30 83 34 67	anne.jaulin@versailles.inra.fr
LE GALL Matthieu	UE	BORDEAUX-AQUITAINE	EFPA	06 99 77 82 62	matthieu.le-gall@pierroton.inra.fr
LECONTE Patrick	UMR IGEPP	RENNES	BAP	02 23 48 51 38	patrick.leconte@rennes.inra.fr
LILY Jean-Baptiste	UMR 1137 EEF Ecologie et Ecophysiologie Forestières	NANCY	EFPA	03 83 39 40 31	Jean-Baptiste.Lily@nancy.inra.fr
MAITROT Jean-Louis	UE0411 UE Alénya-Roussillon Domaine Expérimental Alénya-Roussillon	MONTPELLIER	SAD	04 68 37 74 21	maitrot@supagro.inra.fr
MARANDEL Rémy	UE	TOULOUSE	EA	05 61 28 57 43	remy.marandel@toulouse.inra.fr
MARATRAY Jacques	UMR 1324 CSGA Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation	DIJON	CEPIA	03 80 69 30 87	jmaratray@dijon.inra.fr
MARCHAND Damien	AGRONOMIE	VERSAILLES-GRIGNON	EA	01 30 81 54 16	damien.marchand@grignon.inra.fr
MARQUIS Mélanie	BIA	ANGERS-NANTES	CEPIA	02 40 67 51 07	Melanie.Marquis@nantes.inra.fr
MERCIER Vincent	UMR EGC INRA – AgroParisTech Equipe sol	VERSAILLES-GRIGNON	EA	01 30 81 52 80	Vincent.Mercier@grignon.inra.fr
MERCIER Frédéric	UR0370 QuaPA Qualité des Produits Animaux	CLERMONT-FERRAND - THEIX	CEPIA	04 73 62 42 88	frederic.mercier@clermont.inra.fr
MEUNIER Florence	UMR1114-EMMAH	PACA	EA	04 32 72 23 47	florence.meunier@avignon.inra.fr
MIELLE Patrick	UMR 1324 CSGA Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation	DIJON	CEPIA	03 80 69 30 86	patrick.mielle@dijon.inra.fr
MIGLIONICO Guillaume	UE	MONTPELLIER	BAP	04 67 29 06 48	guillaume.miglionico@supagro.inra.fr
MILIN Sylvie	UMR ISPA Interactions Sol-Plante-Atmosphère	BORDEAUX-AQUITAINE	EA	05 57 12 25 18	sylvie.milin@bordeaux.inra.fr
MINEAU Jonathan	UMR0759 LEPSE Écophysiologie des Plantes sous Stress environnementaux	MONTPELLIER	EA	04 99 61 31 83	mineau@supagro.inra.fr
MOHRATH Dalila	UMR1114 EMMAH Environnement Méditerranéen et Modélisation des Agro-Hydrosystèmes	PACA	EA	04 32 72 22 18	dalila.mohrath@avignon.inra.fr
MOLINERO-DEMILLY Valérie	IRHS	ANGERS-NANTES	BAP	02 41 22 57 51	valerie.molinero-demilly@angers.inra.fr
MONTAURIER Christophe	UMR 1019 UNH Unité de Nutrition Humaine	CLERMONT-FERRAND - THEIX	AlimH	04 73 60 82 67	Christophe.Montaurier@clermont.inra.fr
MORCRETTE Nathalie	Direction de la Valorisation / Contrats et Propriété Intellectuelle	PARIS	Autre	01 42 75 91 05	nathalie.morcrette@paris.inra.fr
NAIKEN Alwin	EEF	NANCY	EFPA	03 83 39 41 13	anaiken@nancy.inra.fr
NEGRE Vincent	UMR0759 LEPSE Écophysiologie des Plantes sous Stress environnementaux	MONTPELLIER	EA	04 99 61 31 83	vincent.negre@supagro.inra.fr
PACREAU Guillaume	UMR1287 EGFV Ecophysiologie et Génomique Fonctionnelle de la Vigne	BORDEAUX-AQUITAINE	EA	05 57 57 59 13	gpacreau@bordeaux.inra.fr
PALLUT René	UMR1114 EMMAH Environnement Méditerranéen et Modélisation des Agro-Hydrosystèmes	PACA	EA	04 32 72 22 29	pallut@avignon.inra.fr
PAPINEAU Patrice	UR1268 BIA Biopolymères, Interactions Assemblages	ANGERS-NANTES	CEPIA	02 40 67 51 13	patrice.papineau@nantes.inra.fr
PEREZ Marc	UMR1083 SPO Sciences Pour l'Oenologie	MONTPELLIER	CEPIA	04 99 61 29 88	marc.perez@supagro.inra.fr
PERRET Bruno	UMR0782 GMPA Génie et Microbiologie des Procédés Alimentaires	VERSAILLES-GRIGNON	CEPIA	01 30 81 54 93	perret@grignon.inra.fr
PERROT Cédric	UR0004 P3F Unité de Recherche Pluridisciplinaire	POITOU-CHARENTES	EA	05 49 55 61 67	cedric.perrot@lusignan.inra.fr

## Liste des participants aux Journées de la Mesure et de la Métrologie

### 13 au 16 octobre 2014 à Stella-Plage

Participant	Unité	Centre	Dpt	Téléphone	E-mail
	Prairies et Plantes Fourragères				
PICOU Christian	UMR1083 SPO Sciences Pour l'Oenologie	MONTPELLIER	CEPIA	04 99 61 27 54	picou@supagro.inra.fr
PIMBERT Ludivine	US	LILLE	EA	03 21 21 86 00	pimbert@arras.inra.fr
PORET Julien	UPR LEVA, Légumineuses, Ecophysiologie Végétale, Agroécologie	0	hors INRA	02 41 23 55 55	j.poret@groupe-esa.com
PRUD'HOMME Loïc	UMR1391 ISPA Interactions Sol Plantes Atmosphère	BORDEAUX-AQUITAINE	EA	05 57 12 25 09	loic.prudhomme@bordeaux.inra.fr
PRUNET Thierry	US1118 USRAVE Unité de Service Analyses Végétales et Environnementales	BORDEAUX-AQUITAINE	EA	05 57 12 24 05	prUNET@bordeaux.inra.fr
PUJOL Robert	UMR1208 IATE Ingénierie des Agropolymères et Technologies Emergentes	MONTPELLIER	CEPIA	04 99 61 25 96	pujol@supagro.inra.fr
REIGNIER Sébastien	UE GENESI	POITOU-CHARENTES	GA	05 46 68 30 11	agnes.bellereaud@magneraud.inra.fr
RENAUD Solange	UR Légumineuses, Ecophysiologie Végétale, Agroécologie (LEVA)	hors INRA	hors INRA	02 41 23 55 07	s.renaud@groupe-esa.com
RENOUX Jean-Luc	UMR1332 A3C Adaptation du Cerisier au Changement Climatique	BORDEAUX-AQUITAINE	BAP	05 57 12 24 52	renoux@bordeaux.inra.fr
ROCCA-POLIMENI Richard	UMR1145 GENIAL Génie Industriel Alimentaire	hors INRA	hors INRA	01 69 93 51 75	richard.rocca@agroparistech.fr
ROSE Jérôme	Laboratoire d'analyse des sols	LILLE	EA	03 21 21 86 29	jrose@arras.inra.fr
ROY Eric	UR0004 P3F Unité de Recherche Pluridisciplinaire Prairies et Plantes Fourragères	POITOU-CHARENTES	EA	05 49 55 61 84	eric.roy@lusignan.inra.fr
SACRE Bastien	UE	RENNES	EFPA	02 23 48 57 12	bastien.sacre@rennes.inra.fr
SERRA Valérie	PSH	PACA	EA	04 32 72 24 75	valerie.serra@paca.inra.fr
SOULE Patrice	US1118 USRAVE Unité de Service Analyses Végétales et Environnementales	BORDEAUX-AQUITAINE	EA	05 57 12 24 02	soule@bordeaux.inra.fr
THIERY Claire	UR0055 ASTER Agro-Systèmes Territoires Ressources	NANCY	SAD	03 29 38 55 21	Claire.Thiery@mirecourt.inra.fr
TOURBEZ Françoise	US LAS	LILLE	EA	03 21 21 86 00	tourbez@arras.inra.fr
TOURNAYRE Pascal	UR0370 QuaPA Qualité des Produits Animaux	CLERMONT-FERRAND - THEIX	CEPIA	04 73 62 41 81	pascal.tournayre@clermont.inra.fr
TROMMENSCHLAGER Jean-Marie	UR0055 ASTER Agro-Systèmes Territoires Ressources	NANCY	SAD	03 29 38 55 06	trommen@mirecourt.inra.fr
VENET Eric	UR	LILLE	EA	03 23 24 07 67	venet@laon.inra.fr
VEYRET Mélanie	UE0999 Pech Rouge Unité Expérimentale de Pech Rouge	MONTPELLIER	CEPIA	04 68 49 78 35	melanie.veyret@supagro.inra.fr
VIMAL Thierry	UMR1213 UMRH Unité de Recherches sur les Herbivores	CLERMONT-FERRAND - THEIX	PHASE	04 73 62 41 37	thierry.vimal@clermont.inra.fr
WALLOIS Amandine	UAR0628 SDAR Versailles/Grignon-Lille Antenne SDAR Versailles/Grignon-Lille	LILLE	Autre	03 20 43 54 24	Amandine.Wallois@mons.inra.fr
WAQUET Aline	UAR0628 SDAR Versailles/Grignon-Lille Antenne SDAR Versailles/Grignon-Lille	LILLE	Autre	03 22 85 34 07	Aline.Waquet@mons.inra.fr
YART Annie	UR0633 URZF Unité de Recherche Zoologie Forestière	ORLÉANS	EFPA	02 38 41 48 39	Annie.Yart@orleans.inra.fr
ZIRARI Nabil	UMR 1287 EGFV Ecophysiologie et Génomique Fonctionnelle de la Vigne	BORDEAUX-AQUITAINE	EA	05 57 57 59 19	Nabil.Zirari@bordeaux.inra.fr



## Résumé des communications

## **Eric GREHAN**

*Eric Gréhan & Bruno Mary*

INRA – Unité de Recherche 1158 AgrolImpact  
2 Chaussée Brunehaut , Estrées-Mons BP50136  
80203 Péronne cedex  
Tel : 03 22 85 79 62  
Email : eric.grehan@mons.inra.fr

### ***Système automatique de mesures de flux de gaz à effet de serre au champ en semi-continu et le traitement des données***

L'augmentation des émissions de gaz à effet de serre d'origine anthropique est le principal facteur du réchauffement climatique en cours. Le secteur agricole contribue de manière significative en particulier pour les émissions de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O). Il est donc nécessaire de pouvoir mesurer en continu et de manière quantitative ces émissions au niveau de la parcelle agricole.

L'objectif de ce travail était de développer un système d'enceintes à fond creux mises en place dans la parcelle et reliées à des analyseurs de gaz pour quantifier les flux de N<sub>2</sub>O et de CO<sub>2</sub>. Ce système permet de faire des mesures de manière automatique en semi-continu (4 fois par jour). En parallèle, un logiciel de traitement des données acquises a été développé. Celui-ci permet de réaliser des tests pour repérer les données aberrantes, de calculer des flux à partir des cinétiques de concentration dans les enceintes et de résumer dans un fichier Excel l'ensemble des flux sur une durée d'environ une année.

Le développement de ce système automatique a permis de faire un suivi en continu des émissions gazeuses, ce qui est pratiquement impossible avec la méthode manuelle. Les résultats obtenus montrent qu'il est vraiment nécessaire de faire des mesures journalières pour une obtenir une quantification précise du flux cumulé sur l'année, du fait de la forte variabilité temporelle des émissions.

La bonne qualité des mesures de flux de N<sub>2</sub>O est permise grâce au modèle d'analyseur 46i de chez Thermo Scientific. Nos mesures de flux gazeux montrent des RMSE comprises entre 1 et 5 ppb de N<sub>2</sub>O. Ces valeurs s'approchent des performances de la Chromatographie Gazeuse.

Ce système a l'avantage d'être relativement simple à mettre en place et la maintenance est très abordable, c'est pourquoi il a été fortement développé au sein de notre unité : nous avons aujourd'hui fabriqué 13 systèmes de 6 enceintes pour l'INRA et d'autres organismes de recherche.

**Mots clés :** Gaz à effet de serre, N<sub>2</sub>O et CO<sub>2</sub>, système automatique, logiciel, mesures de flux gazeux

**Patrick GROSS**

INRA – UMR 1137 EEF Ecologie et Ecophysiologie Forestières (1137)

Forêt d'Amance 54280 CHAMPENOUX

Tel : 0383394031

Email : gross@nancy.inra.fr

***Mesure de profils verticaux de CO<sub>2</sub> et vapeur d'eau dans une forêt avec étalonnage automatique de l'analyseur IRGA.***

**Résumé :**

Un dispositif automatique de mesure de concentration de CO<sub>2</sub> et de vapeur d'eau à 7 hauteurs différentes dans la forêt a été conçu pour estimer le stockage de CO<sub>2</sub> dans les couches basses de la canopée et corriger ainsi le flux de respiration nocturne mesuré par la méthode eddy covariance. Un ensemble d'électrovannes et de pompes, couplé à un analyseur LI840 CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O et une centrale d'acquisition CR1000, mesure séquentiellement la concentration de ces gaz aux 7 hauteurs, sur un cycle de 2 minutes. Une séquence d'étalonnage automatique de cet analyseur a été ajoutée afin d'inter-calibrer ce dernier avec l'analyseur IRGA dédié à la mesure des flux par eddy covariance.

**Mots clés :** mesure concentration CO<sub>2</sub> H<sub>2</sub>O, IRGA, profil, étalonnage automatique.



## Drones : Etat de l'art

14 octobre 2014  
Dr Kasbari Moustafa<sup>1</sup>

CEEMA<sup>1</sup>, 6581 rte de Rians 83910 Pourrières

**Mots clés :** drone, uav, uvs, rpas, charge utile, législation, agriculture

Depuis 2008, le CEEMA, Centre d'Etudes et d'Essais pour Modèles Autonomes, contribue à l'émergence du marché des drones et à sa structuration.

En France, on dénombre en 2013 plus de deux mille cinq cents exploitants de RPAS (drones) civils. Pour autant, les effets d'annonce et l'opportunisme de certains acteurs ne doivent pas cacher les limites législatives et technologiques rencontrées dans l'usage des drones, en particulier sur les applications agricoles.

Ce travail nous a permis de dresser un état de l'art des systèmes de drones disponibles et d'analyser puis d'expliciter la législation française.

Nous avons alors, au travers d'exemples d'activités agricoles, montré l'utilité de cette technologie et défini les limites de son usage.

Cette étude compare en particulier les drones et les autres vecteurs aériens. Elle montre que lorsque l'on considère les critères : facilité de mise en œuvre, contraintes législatives, efficacité économique, et possibilités opérationnelles, la solution drone n'est pas toujours pertinente.

De plus, nous montrons que si l'usage des drones pour des applications agricoles est possible sur le plan technique et législatif, il nécessite encore des travaux de R&D, tant sur les vecteurs que sur les charges utiles.

Finalement, les besoins spécifiques des utilisateurs du monde agricole sont analysés afin de proposer des pistes de développements technologiques qui permettront l'émergence du drone de 3ème génération et son usage en toute sécurité dans nos espaces aériens.

(1) Centre d'Etudes et d'Essais pour Modèles Autonomes

## **René PALLUT pour Franck TISON**

EMMAH INRA

Domaine Saint Paul, site agroparc

84914 AVIGNON cedex9

Tel : 04 32 72 22 29

[rene.pallut@avignon.paca.inra.fr](mailto:rene.pallut@avignon.paca.inra.fr)

### ***Retour d'expérience sur le choix et la mise en œuvre d'un drone***

Que ce soit pour l'étude des paysages, ou pour le monitoring de cultures, notre unité utilise différents moyens de télédétection. Pour ces études nous utilisons des capteurs installés sur une grue ou un avion, ou des images satellites... En 2012, notre pilote est parti à la retraite... Les progrès techniques liés à la miniaturisation des capteurs, l'offre grandissante du matériel disponible, ainsi que la présence dans nos effectifs d'un aéromodéliste nous permettent d'envisager l'utilisation d'un drone pour l'acquisition d'images aéroportées.

La mission principale de ce drone est d'emporter une caméra thermique pour le suivi du stress hydrique de cultures. Les autres types de capteurs envisagés sont : une caméra multi-spectrale, Un LIDAR ou un couple d'appareils photos en photogrammétrie.

La nécessité de vols stationnaires ou très lents nous a orientés vers des entreprises capables de fournir un aéronef type voilure tournante avec une autonomie utile d'une vingtaine de minutes. Nous avons trouvé 2 types de matériels :

- le tout intégré : Le système de contrôle-commande fait partie intégrante du drone; le choix des outils à embarquer doit être mûrement réfléchi à la commande... Si tel n'est pas le cas, le matériel repart en usine pour adaptation aux nouvelles contraintes. Cela limite également le choix des capteurs.
- le tout modulaire : issu de l'aéromodélisme, il peut paraître moins professionnel que le choix précédent. Mais il offre plus de souplesse pour le choix des charges à emporter.

Le cahier des charges évoluant sans cesse, le système modulaire s'est imposé, avec le risque d'un ensemble forcément peu optimisé en termes d'autonomie.

Les essais en vols démontrent que la mise en œuvre du drone nécessite un assistant en plus du télépilote, que ce soit pour la manutention et le contrôle du bon déroulement du plan de vol. Le télépilote doit, lui, s'assurer que rien ni personne ne traverse l'espace aérien occupé par le drone.

L'utilisation d'un drone est à la portée de toute personne ayant suivi une formation qui se décompose en 2 volets :

- La théorie. Le télépilote doit être titulaire du brevet théorique ULM, planeur ou avion. Un Manuel d'Application Particulière doit avoir été déposé à la DGAC par l'unité.
- La pratique : Formation au pilotage du type de drone utilisé. Il est sage de suivre un stage dans une école réputée afin d'être en mesure d'exécuter les missions en toute sécurité.

Si la recherche d'une entreprise pour la formation au théorique ULM est chose facile : il suffit de se rapprocher d'un aéroclub, trouver une entreprise sérieuse qui assure la formation de télépilote est plus difficile. Nous avons privilégié, dans un premier temps, la proximité de l'organisme de formation. Puis sous les conseils avisés du Pole Pégase présent sur l'aéroport d'Avignon, nous avons été mis en relation avec le Centre d'Etudes et d'Essais pour Modèles Autonomes à Pourrières (83), qui a parfaitement répondu à nos attentes.

**Mots clés** : Télédétection, drone, télépilote, formation, photogrammétrie, LIDAR.

Jonathan **MINEAU**

Jonathan *MINEAU* <sup>(1)</sup>, Alexandre *MAIRIN*<sup>(2)</sup>

INRA -UMR Laboratoire d'Écophysiologie des Plantes sous Stress Environnementaux (LEPSE 1) & UMR Mathématiques, Informatique et STatistique pour l'Environnement et l'Agronomie (MISTEA 2) 2, place Viala, 34060 MONTPELLIER TEL: 04.99.61.21.79 EMAIL: jonathan.mineau@supagro.inra.fr

### *PHIS: un Système d'Information Hybride dédié au Phénotypage haut-débit des plantes*

Dans un contexte de raréfaction de la ressource en eau et de changements climatiques, le LEPSE analyse et modélise les réponses des plantes à la sécheresse et aux températures élevées. Des analyses à haut-débit sont permises par la mise au point et l'utilisation de plateaux techniques de phénotypage à haut-débit (automates, robots) pour lesquels le LEPSE est pionnier à l'échelle mondiale. PHIS est un Système d'Information hybride développé dans le cadre du projet PHENOME. Le plateau-technique PhenoArch hébergé dans la plate-forme M3P du LEPSE a été choisi pour constituer le support d'étude de PHIS. PhenoArch est une infrastructure nationale qui a été financée dans le cadre d'un contrat de plan état-région et des investissements lourds INRA pour un montant d'environ 1,5 millions d'euros (dont environ 1 million pour l'automate lui-même).

Installé dans une serre de 350 m<sup>2</sup>, PhenoArch est constitué d'un convoyeur, d'espaces d'irrigation et de chambres d'imagerie permettant le contrôle et la mesure des conditions environnementales ainsi que des mesures précises de l'architecture de 1680 plantes véhiculées et arrosées automatiquement selon des consignes bien précises. Le volume de données générées par jour va de 100.000 en moyenne à 600.000 en optimum ce qui représente de 4Go à 23 Go de stockage quotidien. Elaboré et conceptualisé par un industriel privé, l'automate a dès son installation posé deux problématiques. Premièrement un accès limité et non adapté aux souhaits évolutifs des utilisateurs et deuxièmement un manque total de traçabilité et de réflexions sur le devenir, le stockage, la gestion et l'administration des données générées. Cette production massive de données hétérogènes et non contextualisées a engendré et engendre toujours des défis conceptuels, logiciels et matériels.

L'objectif de PHENOME est de développer le système le plus générique, pérenne et performant possible dédié au phénotypage haut débit en milieu contrôlé. PHIS est basé sur l'approche relationnelle (base de données orientée objet) et sémantique (web sémantique, ontologie). Il s'inscrit dans un projet visant dans un premier temps à s'affranchir de ce système propriétaire et inadapté et dans un deuxième temps à être déployé sur l'ensemble des partenaires du projet dans un contexte d'ouverture et d'interopérabilité.

Au-delà de sa spécificité, PHIS démontre l'enjeu et la difficulté de gérer de gros volumes de données (Big Data) de tous types et issus de multiples environnements dans un contexte actuel de libre accès aux données (Open Data).

Mots clés: système d'information, web sémantique, écophysiologie, phénotypage haut-débit Lien LEPSE & M3P: <http://www6.montpellier.inra.fr/lepse/>

**Jacques Maratray, Stéphanie Chambaron-Giniac, Sandrine Monnery-Patris**

INRA – UMR CSGA  
17 rue Sully 21065 Dijon  
03 80 69 30 87  
[jacques.maratray@dijon.inra.fr](mailto:jacques.maratray@dijon.inra.fr)

***Mesure du plaisir alimentaire chez l'enfant***

L'enfance est une période cruciale dans l'édification des préférences alimentaires. Une fois établies, ces préférences seront durablement installées pour le reste de la vie. Les habitudes et les comportements alimentaires sont en effet très difficiles à faire évoluer par la suite. Il existe de nombreuses études sur la dimension nutritionnelle de l'alimentation chez le jeune enfant mais très peu sur la dimension hédonique, c'est à dire liée au plaisir.

Le but de nos études est de dégager des profils d'enfants vis-à-vis de la nourriture (épicuriens, sophistes...) et de relier ces profils à des comportements alimentaires difficiles ou à risque.

Cette mesure n'est évidemment pas une mesure à l'aide d'un capteur ou d'un appareil d'analyse quelconque. Aussi pour tenter d'évaluer cette dimension des tests simples, ludiques et informatisés ont été créés afin d'être utilisés de manière autonome par des enfants dès 5 ans jusqu'à 10 ans. Ces tests, inspirés des tests utilisés en psychologie cognitive et sociale (association, catégorisation...), développés sous Delphi XE sont utilisables sur ordinateur portable ou tablette sous Windows.

**Mots clés :** Plaisir alimentaire, hédonisme, Delphi.

**Références :**

Fisher, J. O. and L. L. Birch (2002). "Eating in the absence of hunger and overweight in girls from 5 to 7 y of age 1-3." *American Journal of Clinical Nutrition* 76(1): 226-231.

Gaillet, M., Sulmont-Rossé, C., Issanchou, S., Chabanet, C., Chambaron, S. (2014). Impact of a non-attentively perceived odour on subsequent food choices. *Appetite*, 76, 17–22.

Monnery-Patris, S., N. Rigal, et al. (2011). "Parental practices perceived by children using a French version of the Kids' Child Feeding Questionnaire." *Appetite* 57(1): 161-166.

Nicklaus, S., V. Boggio, et al. (2005). "A prospective study of food variety seeking in childhood, adolescence and early adult life." *Appetite* 44(3): 289-297.

Wardle, J. and L. Cooke (2005). "The impact of obesity on psychological well-being." *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 19(3): 421-440.

## **Dominique Montagu\* et Dalila Mohrath**

\*INRA- Jouy-en-Josas

Email : cahier\_des\_techniques@jouy.inra.fr

Tel : 01 34 65 21 83

### ***Le Cahier des Techniques de l'INRA et numéro spécial J2M***

#### **Résumé**

Le Cahier des Techniques a été créé en 1983 sur le Centre INRA de Clermont Ferrand par Madeleine et Yves Bonnet ; il a pour objectif de faire connaître dans l'Institut les dispositifs techniques souvent originaux mis au point par les techniciens et contribuer ainsi à la reconnaissance de leur travail. Cette revue occupe une place originale car elle est pratiquement le seul support où les techniciens INRA peuvent valoriser leur travail et échanger sur leurs réalisations. Elle reste d'ailleurs d'un grand intérêt pour l'Institut, et en 2003, c'est la DISI (Direction de l'Innovation et des Systèmes d'Information) qui reprend la revue, dans sa mission de promotion de l'innovation. Depuis 2011, un nouveau Comité éditorial se charge de la revue : il est composé de membres de la DG, Com nationale, Valorisation, DRH, FPN, DéQual, Président de Centre, Adjoint au Chef de Département, ...

Le Cahier des Techniques est publié 3 fois par an, et chaque numéro est composé de 4 à 5 articles. Il y a aussi la parution d'un numéro thématique par an (ou numéro spécial), qui comporte une vingtaine d'articles environ, traitant d'un même sujet : exemple « *Pratiques et outils de mesure des rayonnements naturels dans les domaines visible, solaire et infrarouge* » (2008), « *GPS et drones* » (2014, sous presse)...

Les numéros thématiques sont, quant à eux, publiés en ligne mais aussi imprimés et mis en page par un professionnel avec un numéro ISBN (dépôt légal à la Bibliothèque nationale), et largement diffusés dans l'Institut, mais aussi hors INRA.

Les dernières statistiques (portant sur 1983-2011) montrent bien que les techniciens et les AI constituent la majorité des rédacteurs et le domaine le plus couvert par les publications est sans conteste celui du végétal.

2011 a été une année charnière pour les Cahiers des Techniques :

- un séminaire a été organisé afin de bien valider l'intérêt de ces Cahiers et recenser les attentes des lecteurs et des rédacteurs. Deux thèmes ont été au cœur du débat :
  - o la prise en compte de l'évolution des pratiques,
  - o la prise en compte des réseaux métiers et des communautés de pratiques.
- Le nouveau Comité éditorial a mis aussi en place un réseau de référents du Cahier des Techniques avec un ou deux représentants sur les Centres. Les référents de Centre sont des ambassadeurs et des relais du Cahier sur chaque Centre : ils dialoguent avec le PC, ils participent à des réunions de DU et à l'accueil de nouveaux arrivants pour promouvoir le Cahier, ils interviennent auprès des collègues dans les Unités, et ils établissent aussi les contacts avec la formation permanente (ateliers d'écriture, ...).
- Une nouvelle charte graphique avec un nouveau logo, un nouveau bandeau pour le site et une nouvelle maquette pour les numéros spéciaux ont été élaborés.
- La publication du Cahier des Techniques a lieu uniquement sous format numérique et vous pouvez retrouver les numéros en ligne sur le site internet de l'INRA : [https://www.inra.fr/cahier\\_des\\_techniques](https://www.inra.fr/cahier_des_techniques).
- Et surtout, le passage du site web de l'Intranet à l'Internet a été effectué, pour une promotion de notre savoir-faire à l'extérieur de l'Institut.

Avant toute publication, et ce depuis 2011, une relecture systématique de chaque article est assurée par un pair.

Le Cahier des Techniques est aussi un outil de communication qui permet plus de visibilité à la grande variété de réseaux métiers et de communautés techniques existants au sein de l'INRA (tel que le réseau Mesure et Métrologie), et ce, via les numéros spéciaux. Cela est d'ailleurs une volonté affichée par le Comité éditorial, afin d'amener à la structuration de ces réseaux, de favoriser les échanges au sein de ces communautés techniques, mais aussi afin de générer des collaborations et d'intégrer les avancées technologiques.

**Mots clés :** publication, valorisation, technique, savoir-faire, réseau métier, communauté technique, recherche agronomique.

**Pierre CAMPISTRON**

*Dorothee Callens-Debavelaere*

*Fabrice LEFEBVRE*

*Malika TOUBAL*

IEMN – MAMINA

IEMN-DOAE, Université de Valenciennes

Campus Mont Houy, 59313 Valenciennes Cedex 9

Tel : 03 27 51 14 44

Email : pierre.campistron@univ-valenciennes.fr

### ***Quelques possibilités de mesures offertes par les méthodes ultrasonores***

Une onde ultrasonore est une onde mécanique de fréquence supérieure à 20 kHz. L'onde mécanique résulte quant à elle de la propagation de proche en proche d'une perturbation mécanique (contrainte / déformation).

Nous présenterons différents types d'ondes ultrasonores et montrerons en quoi elles peuvent être intéressantes en ce qui concerne la caractérisation de matériaux, ou d'interfaces.

Nous nous intéresserons à leurs générations et détections, et décrirons les capteurs ainsi que les environnements électroniques et le traitement du signal nécessaire à la mesure.

Nous présenterons ensuite des résultats de mesures pour des applications agroalimentaires réalisées en collaboration avec l'Unité Processus aux Interfaces et Hygiène des Matériaux (UR638, INRA), notamment :

- des mesures de granulométrie.
- des mesures de réhydratation de poudres.
- des mesures de l'adhésion de matériaux sur un substrat solide.

**Mots clés : Ultrasons**

## René Pallut

UMR 1114 EMMAH INRA - UAPV  
228 route de l'Aérodrome  
Domaine Saint Paul - Site Agroparc CS 40509  
84914 Avignon Cedex 9  
tel : 0432722229

Email : [rpallut@avignon.inra.fr](mailto:rpallut@avignon.inra.fr)

### Intérêt de MyRio / Sb-Rio pour l'embarqué?

De nombreuses équipes de recherche ont besoin de « moutons à 5 pattes » ces appareils que l'on ne trouve pas dans le commerce car il y a toujours une fonctionnalité ou un paramètre qui ne « colle » pas avec notre application... Les électroniciens, pardon... : les informaticiens industriels... savent faire cela, et le plus souvent, en mettant en œuvre un microcontrôleur, sorte de microprocesseur orienté « hardware ». Mais il s'agit d'un domaine où l'évolution technologique est particulièrement fulgurante, en particulier du fait de l'explosion de certains marchés (téléphonie, tablettes, jeux vidéo, drones, robotique, etc. ...)

Cela fait une dizaine d'années que je me préoccupe de prospective en matière de processeurs embarqués. Les processeurs RISC 8 bits utilisés au cours des 2 dernières décennies étaient parfaits pour les applications isolées ou périphériques, mais la demande grandissante de liaisons évoluées (USB, Ethernet, WiFi, Bluetooth), de communications et de flux de données de plus en plus conséquents, nous conduit irrémédiablement vers l'usage de processeurs plus puissants et de systèmes d'exploitation embarqués (même si les processeurs 8 bits gardent toute leur utilité dans des contextes où la compacité et la très faible consommation restent prioritaires).

En effet, les utilisateurs potentiels ont généralement pris l'habitude de télécharger un film, puis de l'envoyer directement sur leur TV en WiFi... ils ont un peu de mal à comprendre qu'il soit nécessaire de brancher un câble RS232 pour récupérer 10 malheureux Kilo-octets de données...

Par ailleurs, il faut bien reconnaître que les connections sur le terrain peuvent être très compliquées en fonction du contexte, et sont aussi d'importantes sources de pannes.

Après avoir activement participé à l'introduction des cibles de type ARM/Linux dans la recherche, en particulier au CNRS, je m'oriente aujourd'hui vers une nouvelles famille de cartes cibles, proposées par le constructeur National-Instrument (N.I.) : le module MyRIO et les cartes Sb-RIO

La particularité essentielle de ces cartes n'est pas d'être les moins chères, loin s'en faut, mais de pouvoir être entièrement programmées avec un outil logiciel unique pour lequel N.I. propose (enfin) des tarifs raisonnables pour la recherche publique.

Ces produits s'adressent donc en priorité aux développeurs habitués à LABVIEW bien sûr, mais aussi, je pense, à ceux qui veulent se lancer dans l'aventure et qui ne maîtrisent, à ce jour, ni linux, ni « C », ni Python, ni Eclipse, etc. ..., ni les outils de programmation pour FPGA.

Pour tous ceux-là, le coût plus élevé des cartes N.I. devrait être compensé par un important gain de temps en développement, et en maintenance logicielle. En effet, il faut s'approprier plusieurs des outils cités plus haut pour parvenir à programmer une carte industrielle classique, alors que les cibles N.I. se programment avec un seul langage graphique plutôt facile d'accès et assez convivial.

**Mots clés** : processeurs, ARM, Embarqué, communications, Linux, FPGA, Temps Réel, industriel, National-Instrument, MyRIO, Sb-RIO, Labview

## Le Raspberry Pi ; un nano-ordinateur au service de la science et de l'enseignement.

**Julien Cartailier<sup>1</sup>, Richard Rocca-Polimeni<sup>1</sup>**

INRA, AGROPARISTECH, CNAM, UMR1145 GENIAL Ingénierie Procédés Aliments. 1  
avenue des Olympiades, F91300 MASSY Tel: 0169935175. Email :

[julien.cartailier@agroparistech.fr](mailto:julien.cartailier@agroparistech.fr). Email : [richard.rocca@agroparistech.fr](mailto:richard.rocca@agroparistech.fr).

[julien.cartailier@agroparistech.fr](mailto:julien.cartailier@agroparistech.fr) AGROPARISTECH, UMR1145 GENIAL Ingénierie Procédés Aliments, F91300  
MASSY CNAM, UMR1145 GENIAL Ingénierie Procédés Aliments, F75003 PARIS

### Résumé :

Dans le cadre de la veille technologie au sein de l'équipe de recherche CALIPRO (Construction de la qualité des aliments par la chimie et les procédés), membre de l'UMR 1145 Ingénierie Procédés Aliments (composée de cinq équipes) plusieurs Raspberry Pi ont été achetés. L'UMR est basé principalement sur le site de Massy d'AgroParisTech dans une école d'ingénieur.

Un Raspberry Pi est un nano-ordinateur, qui nous a permis de développer différents dispositifs à faible coût (25€) et faible encombrement (taille d'une carte de crédit) autant en recherche scientifique que pour de l'enseignement.

L'intérêt scientifique de cet ordinateur repose principalement sur ses propriétés en matière de consommation d'énergie, de polyvalence, mais aussi sa rapidité d'acquisition, ses possibilités d'interfaçage avec d'autres matériels ou cartes d'extension et sa capacité à être, au besoin, indépendant du réseau électrique et internet filaire (fonctionnement sur piles ou batteries; dispositif wifi, etc.).

Les différents exemples d'applications sont les suivantes : centrale d'acquisition (tensions, courants, températures) à très faible coût, systèmes déportés de control/commande et de visualisation de dispositifs expérimentaux, centrale embarquée pour mesure de flux en ligne, ainsi que des clients vocaux pour les applications code-barres.

**Mots clés :** Instrumentation, nano-ordinateur, acquisition, interface.

<sup>1</sup> INRA, UMR1145 GENIAL Ingénierie Procédés Aliments, F91300 MASSY



**David Chancel, Robert Falcimagne, Olivier Darsonville, Katja Klumpp & David Colosse**

Unité de Recherche sur l'Ecosystème Prairial (UREP)

5 chemin de Beaulieu

63039 CLERMONT – FERRAND Cedex 2

### ***Laboratoire mobile de mesure des Gaz à Effet de Serre (GES) et leurs isotopes***

Dans le cadre du projet d'infrastructure ANalysis And Experiment on Ecosystems (ANAEE), l'UREP a pour tâche de concevoir, construire et mettre au point un dispositif mobile de mesure des GES qui sera mis au service de la communauté scientifique.

Ce service fournira deux instruments (laboratoires mobiles) de mesure pour suivre en temps réel l'évolution des flux de sol de CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O et CH<sub>4</sub>, la concentration sur profil vertical dans l'air et le tout avec leur signature isotopique (<sup>13</sup>C, <sup>15</sup>N). Ces instruments de mesure seront installés sur des sites expérimentaux portant sur différents écosystèmes (prairies, cultures, forêts). Les données collectées seront complétées par les mesures de sol, les conditions météorologiques et les flux de CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> déterminés à partir de l'Eddy Covariance. Pour ce faire, nous allons équiper deux remorques comprenant des analyseurs de gaz de type « Cavity Ring Down Spectroscopy » (Aerodyne, Picarro) couplés à un système de prélèvement d'échantillons, capables de mesurer de manière continue les concentrations en CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>O et leurs isotopes stables (<sup>13</sup>C, <sup>15</sup>N) à huit points différents. La technique de CRDS fournit une grande sensibilité, vitesse et sélectivité. Elle peut être configurée pour mesurer deux ou trois gaz simultanément (avec une fréquence de mesure de 0.1Hz et une précision de 0.5 pour mille). Le système d'acquisition des données collectera les données issues des échantillons et pilotera leur sélection. Une connexion internet par satellite permettra de se connecter à distance à la remorque pour télécharger les données, changer certains paramètres du programme, gérer les alarmes (envoi par mail), etc. Pendant une campagne sur site, les mesures fourniront des données avec une grande qualité pour estimer l'évolution temporelle des signatures isotopiques des flux de gaz dans le sol, sur les couverts végétaux ou dans la canopée. Les remorques seront déplacées d'un site à l'autre avec un tractage par voiture, elles sont climatisées et peuvent être utilisées en tant que laboratoire mobile pendant une durée qui peut aller jusqu'à plusieurs années.

## **Amandine ETAYO**

INRA – Laboratoire d’Analyses des Sols  
273 rue de Cambrai  
Tel : 03.21.21.86.06  
Email : Amandine.Etayo@arras.inra.fr

### ***Mise en place d’un logiciel de pilotage des balances et d’acquisition des données.***

Le Laboratoire d’Analyses des Sols d’Arras (LAS), unité de service de l’INRA accréditée par le COFRAC (Comité Français d’Accréditation, portée disponible sur [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr)) prend en charge chaque année, environ 20 000 échantillons dans le cadre de son activité de plateforme analytique.

En fonction du type d’analyse à réaliser, les techniciens du LAS sont amenés à peser plusieurs fractions d’échantillons pour analyse, appelées aussi « prises d’essai », dont les masses et tolérances associées sont définies afin de répondre aux exigences normatives.

Au regard du nombre élevé d’échantillons à traiter, cette étape importante qu’est la pesée, en plus de nécessiter un temps conséquent, pouvait parfois occasionner des erreurs de saisie (notamment les identifiants à 6 chiffres des échantillons à chaque pesée) et ne permettait ni d’exploiter facilement les données en sortie, car non informatisées, ni de tracer automatiquement la globalité des opérations (opérateur, date, méthode de pesée...).

Le LAS a donc fait le choix d’optimiser cette tâche répétitive et chronophage que représente la pesée, par la mise en place d’un dispositif permettant à la fois de tracer automatiquement les données acquises et de guider l’utilisateur pas à pas dans son utilisation de la balance grâce à des méthodes de pesées préconfigurées et validées.

Cela a été rendu possible par l’acquisition de balances « connectables » en réseau et du **logiciel LabX**, tous deux commercialisés par **Mettler Toledo**®.

La mise en place du système au LAS permet dorénavant aux utilisateurs de gagner un temps considérable lors de la réalisation des pesées, notamment grâce à la limitation des saisies manuelles (mise en place de lecteurs de codes-barres). Les erreurs de transcription sont donc bannies. Simple d’utilisation et sécurisé, l’utilisateur n’a qu’à sélectionner son application depuis l’écran principal de la balance et se laisse guider par les instructions. L’ensemble des opérations est tracé dans le compte-rendu généré automatiquement en fin de pesées et les résultats sont par ailleurs accessibles et exploitables informatiquement. Les utilisateurs du système en place au LAS se rejoignent pour souligner sa simplicité, sa convivialité à l’utilisation ainsi que son efficacité.

**Mots clés :** Balance, logiciel, Mettler Toledo®, LabX, acquisition de pesées, gestion de données, traçabilité.

## **Nicolas Crescenzo**

Campbell Scientific Ltd  
3 Avenue de la Division Leclerc  
92160 Antony  
Tel : 01 56 45 15 20  
Courriel : nicolas.crescenzo@campbellsci.fr

### ***Sensibilisation à la directive DEEE pour le recyclage de vos matériels électroniques et capteurs en fin de vie.***

- Définition d'un DEEE : Déchet d'Equipements Electriques et Electroniques
- Nature et composition des DEEE :

Les DEEE sont des déchets très variés et de composition complexe. Ainsi, une composition type de ne peut être définie. Cependant ils sont essentiellement composés de :

Métaux ferreux et non ferreux, matériaux inertes : verre (hors tube cathodique), bois, béton..., plastiques contenant ou non des retardateurs de flamme halogénés, composants spécifiques (pouvant être potentiellement dangereux pour la santé et l'environnement)

Ces équipements contiennent presque tous des éléments dangereux, c'est la raison pour laquelle ils doivent être traités de façon adaptée.

- Point sur la réglementation

Les déchets issus d'équipements professionnels mis sur le marché avant le 13 août 2005 sont à la charge de l'utilisateur professionnel qui est responsable de la gestion de sa fin de vie.

Pour tous les équipements professionnels mis sur le marché après le 13 août 2005, le producteur de l'équipement devient responsable de leur élimination. Il doit donc être inscrit au registre des producteurs de DEEE de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) et il doit également mettre en place un système de reprise et de traitement de ses DEEE.

---

## **Frédéric DUBOIS (D3E-Electronique)**

**Cartographie terrain de haute précision par solution GPS/GNSS dans tous types d'environnements pour la collecte et la mise à jour de données SIG**

---

## **Olivier WILLEQUET (DIMELCO)**

**Nouveaux modes de transfert de données à distance**

---

## **Yolande ABDELNOUR AGILENT Technologies.**

*3 avenue du Canada.*

91 978 -Les ULIS Cedex Tél : 0164 5361 01

[yolande.abdelnour@agilent.com](mailto:yolande.abdelnour@agilent.com)

### **Analyse d'éléments minéraux dans les échantillons de sols par les techniques à plasma micro-onde (MP-AES) et à plasma inductif (ICP-OES) couplés à la spectroscopie d'émission atomique.**

L'analyse d'éléments métalliques dans les extraits et les minéralisés de sols constitue une étape clé pour la caractérisation de ces échantillons. Les diverses sources de contaminants (effluents industriels, émissions des véhicules, eaux usées domestiques...) peuvent polluer non seulement les sols, mais aussi les eaux de surface et les eaux souterraines utilisées pour l'agriculture et l'eau potable. Certains métaux comme le Cu et Zn sont considérés comme essentiels pour la biotique et la santé humaine lorsqu'ils sont présents en faibles teneurs alors qu'ils deviennent toxiques lorsqu'ils se trouvent en fortes concentrations. Des éléments comme As et Pb sont toxiques mêmes à faibles teneurs. Par conséquent, il est clair que la surveillance de la contamination par les métaux dans les sols est d'une importance cruciale pour la surveillance de l'environnement et la détermination des effets des métaux sur la santé humaine.

Par ailleurs, d'autres éléments comme les cations échangeables (Ca, K, Mg, Mn et Na) constituent des nutriments essentiels pour les plantes. Il est de ce fait essentiel de les analyser en routine pour comprendre le potentiel de fertilité de ces sols. Si les résultats indiquent un déséquilibre en nutriments, cela peut être corrigé par l'application d'un engrais formulé convenablement. L'objet du présent travail est de décrire des méthodes d'analyse en spectroscopie d'émission atomique (MP-AES 4200 Agilent et ICP-OES 5100 Agilent) pour la détermination des éléments métalliques dans les sols conformément aux normes en vigueur : la norme NF X31-108 pour les cations échangeables et les normes NF EN 13346-méthode B et NF EN ISO 11885 pour l'ensemble des autres éléments métalliques.

#### **Mots Clés**

MP-AES; ICP-OES ; Plasma ; Spectroscopie d'Emission; Analyse élémentaire ; Cations échangeables ; métaux ; Sols

Gestion des 5 M : Présentation d'un logiciel innovant et ergonomique : GQLab

## **Patrice Soulé, Fabrice de Raemaeker**

[Patrice.soule@bordeaux.inra.fr](mailto:Patrice.soule@bordeaux.inra.fr)

La Connaissance produite dans les unités de recherche s'appuie en partie sur des analyses chimiques réalisées dans des laboratoires de recherche, dans des plateformes ou dans des unités dédiées. L'USRAVE est une unité de service et le laboratoire central de l'INRA pour l'analyse d'éléments minéraux dans les végétaux. Pour répondre à ses besoins et à ceux des ingénieurs et techniciens en terme de maîtrise de la qualité : Méthodes, Milieux, Main d'œuvre, Matières premières, Matériels, l'USRAVE a développé un logiciel : GQLab.

GQLab comporte plusieurs modules indépendants qui permettent d'assurer :

- la gestion des consommables (stocks, achats, traçabilité, dates de péremption, responsables)
- la gestion des matériels (achat, suivi du matériel, prévision des maintenances avec alertes, documents techniques, consommables spécifiques, responsables)
- la gestion documentaire (suivi des anomalies et des améliorations, documents en vigueur, historique des documents, retour sur une date dans le passé, alerte sur la révision des documents, mise à disposition de l'ensemble des documents)
- le suivi du personnel (qualifications, maintien des compétences, organigramme)
- la métrologie (cartes de contrôle, gestion des essais inter laboratoires et validation de méthodes)
- le calcul des coûts d'analyse

Au cours de la communication orale, chaque module sera présenté.

Le logiciel est gratuit pour toutes les unités INRA. Chaque utilisateur peut choisir d'employer le module qui l'intéresse. Le logiciel est entièrement paramétrable et peut s'adapter au besoin de chacun. Les propositions d'évolution sont prises en compte si elles ont un caractère générique.

## Aide à la validation de méthode, un outil logiciel performant : GQLab

Thierry Prunet, Fabrice de Raemaeker, Patrice Soulé. INRA-USRAVE France.

[Thierry.Prunet@bordeaux.inra.fr](mailto:Thierry.Prunet@bordeaux.inra.fr), [Fabrice.De-Raemaeker@bordeaux.inra.fr](mailto:Fabrice.De-Raemaeker@bordeaux.inra.fr)

La Connaissance produite dans les unités de recherche s'appuie en partie sur des analyses chimiques réalisées dans des laboratoires de recherche, dans des plateformes ou dans des unités dédiées. L'USRAVE est une unité de service et le laboratoire central de l'INRA pour l'analyse d'éléments minéraux dans les végétaux. Pour répondre à ses besoins et à ceux des ingénieurs et techniciens en terme de maîtrise de la qualité : Méthodes, Milieux, Main d'œuvre, Matières premières, Matériels, l'USRAVE a développé un logiciel : GQLab. Pour ce qui concerne la maîtrise des méthodes, le logiciel propose un module d'aide à la validation et à la caractérisation des méthodes d'analyse chimique. Ce module utilise d'une part les outils statistiques de la norme NF T 90-210 (mai 2009) : protocole dévaluation initiale des performances d'une méthode dans un laboratoire et d'autre part la méthode du profil d'exactitude plus adaptée pour la caractérisation des méthodes d'analyse développées dans le cadre de travaux de recherche. Les outils proposés dans le logiciel permettent de prendre en charge la spécificité des méthodes d'analyse par ICP-MS et ICP-AES dont les bonnes répétabilités et reproductibilités mettent souvent en défaut les outils de validation de méthode.

GQLab permet de définir : la fonction d'étalonnage, la limite de quantification, les rendements d'extraction/minéralisation, les interférences de mesures, l'exactitude de la méthode.

L'exemple présenté, sous forme interactive, concerne le dosage de l'arsenic par ICP-MS dans les végétaux.

## **Thierry BAJAZET**

INRA – UR ASTRO

Domaine Duclos 97170 Petit-Bourg, Guadeloupe

Tel : 0590 25 59 90

Email : thierry.bajazet@antilles.inra.fr

### ***Vérification en tension d'une centrale d'acquisition automatique de données***

**Mots clés :** Assurance Qualité, fiabilité, vérification, tension électrique, étalonnage, incertitude, étalon, centrale d'acquisition automatique de données, raccordement métrologique

L'unité de Recherches ASTRO du centre INRA des Antilles et de la Guyane a pour projet d'unité la mise au point de systèmes de cultures innovants. Elle est donc amenée à modéliser le fonctionnement de plantes et de peuplements (en cultures simples et associées) en interactions avec leur environnement (sol et atmosphère), et avec les populations de bio-agresseurs.

Par ailleurs, depuis 2001, l'unité s'est engagée dans une démarche d'Assurance Qualité visant à garantir la fiabilité et la traçabilité résultats.

Dans ce contexte, le laboratoire de Mesures Physiques et d'Instrumentation de l'unité est amené à mettre en place des dispositifs de mesures automatiques comportant des transducteurs variés dans les domaines de l'agronomie, la pédologie et la bioclimatologie principalement, tout en s'assurant de l'étalonnage/vérification de ses équipements de mesure jugés critiques.

Du fait de la situation géographique particulière de l'unité, un effort a été réalisé pour permettre le maximum d'étalonnages en interne, afin de réduire tant les délais, que les coûts des opérations de raccordement métrologique.

La grande majorité des capteurs utilisés dans le cadre des expérimentations délivrant comme grandeur de sortie une tension électrique, l'unité dispose d'un parc de centrales d'acquisition automatique de données dont la vérification périodique s'impose. Dans cet objectif, le laboratoire de Mesures Physiques et d'Instrumentation a fait l'acquisition d'un étalon de tension et de son certificat d'étalonnage.

Une démarche de vérification en tension électrique et en interne d'une centrale d'acquisition, incluant un calcul d'incertitudes, est présentée.

## **Frédéric BORNET**

*Frédéric Bornet & Fabien Ferchaud*

INRA – UPR 1158 AgrolImpact

180 rue Pierre Gilles de Gennes 02000 Barenton Bugny

Tel : 03.23.24.07.86

Email : frederic.bornet@laon.inra.fr

### ***Mesure de l'humidité du sol avec des sondes CS616 : correction et étalonnage***

Plusieurs dispositifs expérimentaux de longue durée gérés par l'unité AgrolImpact, dont le dispositif SOERE ACBB, sont équipés de sondes pour la mesure de la teneur en eau du sol. Il s'agit de sondes CS616 (Campbell Scientific) auxquelles sont associées des sondes T107 (Campbell Scientific) pour la mesure de la température du sol. Les CS616 sont installées tous les 30 cm à partir de l'horizon -15 cm jusqu'à -195 cm et les T107 aux horizons -15 cm, - 45 cm et -195 cm. Les sondes CS616 utilisent, comme les appareils de type TDR, une mesure indirecte de la teneur en eau du sol en mesurant la permittivité diélectrique du sol. Cette mesure est sensible à la température du sol, ce qui implique une correction de la valeur brute. Un étalonnage doit également être réalisé afin d'obtenir des mesures d'humidité. Nous avons donc mis en place une procédure de traitement de ces données incluant la correction et l'étalonnage.

La température du sol doit d'abord être obtenue pour chaque horizon correspondant aux CS616. A partir des températures mesurées à -15 cm et -195 cm, une simulation est réalisée en utilisant un modèle basé sur la loi de Fourier qui permet de décrire la conductivité thermique à travers le sol. Ce modèle a été développé avec le logiciel R. La simulation est validée grâce à la comparaison avec l'horizon mesuré à -45 cm. Nous obtenons une erreur quadratique moyenne (RMSE) de 0.3 °C en moyenne sur une période de 3 ans.

Grâce à ces températures simulées et en appliquant l'équation de correction proposée par Rudiger et al. (2010) avec le coefficient correspondant à notre sol limoneux argileux, nous obtenons une période corrigée de l'influence de la température.

Enfin un étalonnage est réalisé pour chaque capteur à partir d'une régression linéaire entre périodes corrigées et humidités volumiques mesurées. Pour cela nous utilisons des mesures d'humidité gravimétrique et des mesures de densité apparente, réalisées sur les parcelles à différentes périodes. La qualité de cet étalonnage est satisfaisante : nous obtenons un coefficient de détermination ( $R^2$ ) de 0.9 et une RMSE de 1.2 % vol. en moyenne sur 140 capteurs

Cette méthode est appliquée en routine sur un grand nombre de capteurs, grâce à des outils informatiques (bases de données, interface web). Ceci permet un suivi en continu de l'humidité du sol pour les différents traitements expérimentaux.

**Mots clés : Sondes CS616, Humidité du sol, Gravimétrie**



## Jérôme DUVAL

INRA – UR1158 AgrolImpact  
Pôle du Griffon  
180 rue Pierre-Gilles de Gennes  
02000 BARENTON-BUGNY  
Tel : 03.23.24.07.64  
Email : Jerome.Duval@laon.inra.fr

### Présentation du Système d'Information AgrolImpact, cas d'utilisation pour la gestion d'un parc instrumenté et le respect des bonnes pratiques qualité

L'unité AgrolImpact a équipé plusieurs dispositifs expérimentaux de différents systèmes de mesures de grandeurs physiques (température du sol, permittivité diélectrique, potentiel matriciel, etc.). Leur utilisation sur le long terme impose aux acteurs de la chaîne d'acquisition de gérer un nombre croissant d'informations avec comme objectif d'assurer la traçabilité des données produites par ces systèmes. Les informations nécessaires portent donc sur la description et la maîtrise des instruments mis en œuvre, ainsi que sur la collecte et la validation des données.

Dans ce cadre, l'objectif de ce travail était de mettre en place un outil utilisable par tous qui facilite la collecte des données tout en intégrant la démarche qualité de l'unité. Le développement du Système d'Information (SI) de l'unité fut donc orienté dans ce sens.

La solution retenue se présente sous la forme d'une application web (internet/intranet) qui interface la base de données de l'unité (PostgreSQL).

Le SI permet actuellement :

- La gestion du parc instrumental
  - Inventaire
  - Documentation technique
  - Documentation qualité (fiches de vie, vérifications, étalonnages)
- La gestion des utilisations du parc instrumental
  - Installations (localisations, branchements)
  - Structure des fichiers de collecte
- La collecte des données
  - Téléchargement de fichiers directement issus des enregistreurs
  - Détection des données hors plages
- La validation des données
  - Filtres manuels via interfaces graphiques
  - Filtres mathématiques (appel de scripts R)
- La représentation graphique et la diffusion de données validées.

Le développement de cet outil d'unité permet actuellement

- aux agents responsables des acquisitions de déposer, vérifier et valider leurs données
- aux utilisateurs finaux d'accéder à des données validées tout en garantissant la possibilité de mobiliser les données complémentaires utilisées tout au long de la chaîne d'acquisition.

**Mots clés :** Traçabilité, matériel, inventaire, fiche de vie, validations, intégration.

## **Guillaume GIOT**

*Guillaume Giot, Eva Rabot, Isabelle Cousin*

INRA – UR Science du Sol

2163 Avenue de la Pomme de Pin – CS 40001 Ardon – 45075 ORLEANS cedex 2

Tel : 02.38.41.80.13

Email : guillaume.giot@orleans.inra.fr

### ***Conception d'un système de contrôle de la dynamique hydrique d'échantillons de sol couplé à la mesure des émissions de protoxyde d'azote***

Les émissions par les sols du protoxyde d'azote ( $N_2O$ ), un gaz à effet de serre, sont, entre autres, déterminées par les caractéristiques hydriques des sols : teneur en eau et potentiel matriciel.

On présente dans cette communication la conception d'un système de contrôle de la dynamique hydrique de saturation et de désaturation d'échantillons de sol de grande taille, pour des potentiels hydriques depuis la saturation jusqu'à -300 hPa. Le dispositif est couplé à un analyseur par corrélation infrarouge pour le suivi des flux de  $N_2O$  de façon quasi-continue par la méthode des chambres statiques.

La conception du système répond à un ensemble de contraintes techniques, liées aux besoins scientifiques (traitement d'échantillons cylindriques pluri-décimétriques, ajustement du potentiel matriciel avec une précision de l'ordre de 1 hPa, monitoring continu de la teneur en eau et du potentiel matriciel dans l'échantillon) et de mise en pratique facile. Il a été mis en fonctionnement et a fourni des résultats satisfaisants en dépression jusqu'à -300 hPa.

Associé à la dynamique du flux d'eau lors de la désaturation de l'échantillon, le dispositif expérimental a permis de mettre en évidence un pic intense mais furtif de  $N_2O$  au début des phases de désaturation en eau.

**Mots clés :** teneur en eau, potentiel matriciel, protoxyde d'azote, saturation-désaturation, sol.

## Laurent CHAUNIER

*Laurent Chaunier<sup>a</sup>, D.Vélasquez<sup>a,b</sup>, D.Lourdin<sup>a</sup>*

<sup>a</sup>INRA Nantes, UR-1268 BIA, Biopolymères Interactions et Assemblages

<sup>b</sup>INSERM Paris, U698, Bioengineering for Cardiovascular and Therapy

Tel : 02.40.67.51.97

Email : laurent.chaunier@nantes.inra.fr

### ***Elaboration et mesure des propriétés mécaniques d'implants biomédicaux résorbables en amidon***

L'amidon thermoplastique peut être extrudé sous forme de tubes dans des conditions classiques de cuisson-extrusion (T.E.=30%, T<sub>filière</sub>=120°C). Avec une filière adaptée, le diamètre interne est ajustable entre 0.8 et 3mm, pour un diamètre externe variant de 1.8 à plus de 5mm. Après stockage en enceinte régulée en humidité et température (HR=59%, T=20°C), les modules élastiques déterminés en compression radiale diminuent de 530MPa à 25MPa quand la proportion de glycérol augmente de 0 à 20% dans la composition des tubes. La transition vitreuse déterminée par calorimétrie est alors abaissée de 75°C à 15°C.

Nous avons mis en évidence que de tels extrudés peuvent être stérilisés par rayons-γ (25kGy, norme de stérilisation en biomédical ISO-11137) sans limitation importante de leurs propriétés mécaniques. En effet, les modules élastiques restent proches de ceux mesurés avant stérilisation et la diminution des contraintes et déformations à la rupture est assez limitée, de l'ordre de 15% par rapport à celles obtenues en compression avant le traitement ionisant.

Les échantillons tubulaires extrudés ont été immergés dans différentes conditions physiologiques simulées à 37°C. La prise d'eau est alors déterminante pour l'obtention d'un cœur rétrogradé cristallin maintenant d'intéressantes propriétés mécaniques.

La réponse inflammatoire de matériaux en amidon déterminée chez le rat reste faible et des essais d'implantation des tubes sur des porcs ont montré une résorbabilité rapide.

La limitation de la diffusion de l'eau et la préservation des propriétés mécaniques des implants, notamment par des géométries et des cristallinités adéquates, sont les pistes actuellement envisagées pour prolonger la durée de vie des tubes une fois implantés.

**Mots clés :** Amidon, Biomédical, Cuisson-extrusion, Implants, Propriétés mécaniques

**BOBILLIER Eric**

INRA – UR ADNC

Domaine de la prise

Tel : 02 23 48 50 76

Email : Eric.bobillier@rennes.inra.fr

***Titre : ThermoCardioPig: Dispositif de mesures de paramètres physiologiques chez le Porc.***

Résumé : Le projet ThermoCardioPig a pour but de développer un dispositif de mesures de différents paramètres physiologiques chez porcs. Cependant, il peut potentiellement être adapté pour d'autres espèces. Ce dispositif permet pour le moment de mesurer en temps réel, la température cutanée, le rythme cardiaque et une détection d'activité. Dans cet exposé, je présenterai les raisons de la création de ce dispositif, les aspects techniques concernant la réalisation d'un tel dispositif, et ferait un petit tour d'horizon des technologies de captation des paramètres physiologiques utilisées chez l'animal.

**Mots clés :** Télémessures, Mesures Physiologiques, Porcs

---

**Nathalie MORCRETTE**

***La propriété intellectuelle***

---

## Patrice PAPINEAU

*Patrice Papineau<sup>1</sup>, Jean-Michel Lequere<sup>2</sup>, Remi Bauduin<sup>3</sup>, David Renaud<sup>3</sup>*

1. INRA – BIA – CRAIS : Rue de la Géraudière, B.P. 71627, 44316 NANTES cedex 3  
Tél. : 02 40 67 51 13 Email : patrice.papineau@nantes.inra.fr
2. INRA – BIA – PRP : Domaine de la Motte, BP 35327, 35650 le Rheu
3. IFPA : Domaine de la Motte - 35650 le Rheu

## Presse à cidre instrumentée

La fabrication du cidre passe par une étape cruciale, le pressage.

Le monde industriel étant amené à fabriquer de plus en plus du cidre 100% pur jus, une réflexion sur le rendement du pressage est donc engagée. La recherche dans ce domaine est très pauvre, un projet multi régional Bretagne-Pays de Loire est monté avec comme partenaire l'INRA Nantes BIA, l'IFPC (Institut Français des Pommes Cidrières) et l'UMT Novacidre.

Dans ce cadre, la fabrication d'une presse instrumentée s'avéra indispensable à la compréhension des différents phénomènes durant un pressage.

Le Cahier des charges a été défini ainsi :

- Instrument capable de mesurer et d'enregistrer en continu différentes grandeurs (pressions, vitesse de piston, volumes et poids),
- Instrument assez souple pour permettre d'effectuer différents cycles de pressage et doté de régulations (pression ou volume).
- Instrument capable d'effectuer une ré-injection de liquide par le bas du gâteau de pressage.

La presse a donc été conçue sur le principe piston-cylindre-culasse, équipé d'un capteur de force placé entre le vérin électrique et le piston. Cinq capteurs de pression permettent de mesurer dans la chambre de compression les pressions à différents endroits. Une balance renvoie la quantité de jus extrait.

Des profils d'exactitude ont été réalisés pour les capteurs de pressions afin de valider les mesures.

Les premiers résultats obtenus par les essais mettent en évidence des comportements au pressage différents avec l'accès à des données non disponibles jusqu'à présent et utiles pour mieux comprendre ce qui limite le rendement d'extraction.

Evolution : un travail sur du pressage dit « en tranche » permet de mesurer le poids de chaque tranche avant et après pressage qui donne un accès au rendement de chaque tranche du gâteau de pressage. Cela permet aussi de positionner avec plus de précision les sondes de pression dans la chambre.

**Mots clés :** Capteurs, actionneur, régulation PID, profil d'exactitude

## Vincent DUMAS, Audrey JACQUES-GUSTAVE

INRA – UMR 1131  
28 Rue d'Herrlisheim  
BP20507  
68021 COLMAR cedex

Tel : 03 89 22 49 41

Email : [vincent.dumas@colmar.inra.fr](mailto:vincent.dumas@colmar.inra.fr)

### ***Premier bilan du déploiement d'Adonis, un outil INRA d'acquisition de données.***

#### Résumé

Adonis est un outil informatique INRA d'acquisition de données sur des plantes ou des ensembles de plantes repérées spatialement dans des dispositifs agronomiques (laboratoire, serre, champ, verger, forêt). Le projet Adonis est piloté par la CNUE avec l'appui des départements EA, EFPA, GAP et SPE et la DSI.

Après 2 ans et demi de développement, l'application est opérationnelle et disponible dans les unités depuis le deuxième semestre 2012 via un site de téléchargement accessible avec l'identifiant ldap INRA. Avec l'aide et le soutien de la FPN, un programme de formation a été mis en place. Depuis le début du déploiement, nous avons formé en interne 214 personnes.

Cette année, nous enregistrons mensuellement 32 sites utilisateurs, provenant d'une vingtaine d'Unités réparties sur 12 centres INRA. Ils se connectent régulièrement et totalisent plus de 440 connexions mensuelles. Pour accompagner le déploiement d'Adonis, différents outils ont été mis en place et sont disponibles pour la communauté des utilisateurs :

- un site permet pour le personnel INRA de télécharger les dernières versions d'Adonis.
- un gestionnaire d'anomalies (Mantis), permet de déclarer les éventuels dysfonctionnements constatés et de proposer des évolutions.

- un forum, qui se veut un lieu d'échange sur les pratiques et l'utilisation d'Adonis dans nos métiers.

Actuellement, un référent est identifié dans les centres où des utilisateurs sont répertoriés. Le réseau de référents ainsi constitué permettra de faire le lien entre les utilisateurs et les animateurs formateurs. Des sessions d'accompagnement sur site seront organisées avec les référents et programmées en 2015.

Le projet Adonis a pour ambition de mettre à disposition des expérimentateurs de terrain, un outil informatique permettant de fiabiliser l'acquisition de données des dispositifs expérimentaux dans le domaine du végétal, de les organiser depuis la conception des dispositifs jusqu'à l'archivage des données saisies, puis de les transférer vers d'autres outils pour leur exploitation. Adonis intègre de manière implicite une démarche d'Assurance Qualité Recherche au profit de l'expérimentateur et des gestionnaires d'expérimentation. Cette application est une opportunité, pour les expérimentateurs dans le domaine du végétal, de se fédérer au sein de l'INRA, de partager des méthodes et des techniques de travail.

Contact : [adonis@inra.fr](mailto:adonis@inra.fr)

Pour plus d'information : <https://cnue.pierroton.inra.fr/cnue/spip.php?page=adonis>

**Mots clés :** Adonis, données, phénotypage, logiciel, base de données, acquisition, expérimentation végétale.

Anne TIREAU, Vincent NEGRE

***Visualisation et exploration de données via des graphiques interactifs : SILEX-G4EX***

La librairie G4EX permet de visualiser de manière interactive des données sous forme de graphique en intégrant des métadonnées.

---

## **Pierre EVRARD**

INRA - Laboratoire d'analyses des sols - US 10  
273, rue de Cambrai 62000 ARRAS  
Tel: 03 21 21 86 00  
Email: pierre.evrard@arras.inra.fr

### ***Titre: FLUIDES et ENERGIES utilisés et produits dans le laboratoire***

Résumé

**Mots clés : énergies, besoins, coûts, optimisation, rupture de charge.**

Après une très rapide présentation de ma fonction dans l'unité et de ce que l'on attend de moi, je vais, aidé d'un diaporama d'une quarantaine de photos prises pour l'occasion, essayer d'apporter à l'auditoire un éclairage sur ce que peut représenter en termes de disponibilité, de coût, de rationalisation, l'ensemble des énergies "fluides" utilisées par le service.

La présentation sera inévitablement agrémentée de quelques chiffres rapportant à la fois de consommations et des coûts consécutifs à ces consommations, repris sur ces quelques dernières années. Et avec un rapide retour en 93/94 à titre de comparaison pour un poste important que représente le gaz. J'expliquerai le pourquoi des 20 ans en arrière sur ce point précis.

Je dresserai aussi un petit historique au sujet de la construction du bâtiment de l'époque, de conception traditionnelle avec les matériaux traditionnels utilisés alors, ce qui pourra peut-être susciter des questions de la part de l'auditoire quant à d'éventuelles pistes d'améliorations face aux déperditions d'énergies.

Outre les fluides classiques que sont eau, gaz, électricité, je m'attarderai sur le poste important que représente les gaz spécifiques de laboratoire. De la même manière, nous produisons notre air comprimé, poste qui mobilise le tiers de mon activité dans l'unité; je détaillerai la gestion du matériel produisant ce fluide.

Et enfin, dans un souci d'économies et d'association aux principes de développement durable, j'exposerai une partie des solutions directement mises à profit pour "chasser le gaspi", et, peut-être, contribuer à diminuer le montant des factures d'énergies.

Enfin, je serai preneur et réceptif à tous les commentaires suscités par l'auditoire, auxquels je tâcherai d'apporter une réponse appropriée.



**Guillaume BODINEAU**

***Contrôle des températures et des flux de photons émis par éclairage artificiel dans une chambre de culture servant à réaliser des tests pathologiques sur disques foliaires de peuplier.***

Des inoculations de rouille foliaire du peuplier réalisées dans une chambre de culture montraient par l'analyse de la variance des résidus (effets environnementaux, état physiologique des disques, ...) de la variable « latence » de forts effets génétiques mais aussi une variation entre les blocs très significative. Pas de gradient intra-bloc n'était nettement visible. Les mesures de température et des flux de photons émis par éclairage artificiel dans cette chambre de culture ont permis de modifier l'éclairage ainsi que les flux d'air. Après modification, des différences entre les blocs sont encore présentes mais elles ne sont plus significatives sur le caractère mesuré.

**Jean-Louis Maitrot**

INRA –UE0411 DAR Domaine du  
Mas Blanc 66200 ALENYA Tel  
:0468377421 Email :  
[maitrot@supagro.inra.fr](mailto:maitrot@supagro.inra.fr)

**Mots clés :** Réseau de terrain, RS-485, modules ADAM, liaison DDE,  
Visual Basic.

***Réseau de contrôle / commande modulaire***

Le Domaine Expérimental d'Alénia-Roussillon (DAR) est spécialisé dans les cultures maraichères sous abris. Afin d'assurer le contrôle quotidien des installations, il s'est doté d'un réseau filaire permettant à la fois d'assurer un suivi « temps réel », la traçabilité et le signalement d'incidents.

L'architecture de ce réseau est basée sur la norme industrielle EIA-485 (RS-485) et sur la mise en place de Modules ADAM capables d'interfacer différents type de capteurs. Les mesures (températures, pourcentage d'ouverture des serres, pression d'eau, alimentation électrique, défauts divers) sont visualisées grâce à un logiciel tiers (Intellution FIX). Un système d'alarme (micromédia ALERT) vient compléter le dispositif pour informer les responsables en cas de dysfonctionnement.

La souplesse et la modularité de cette structure a permis d'intégrer rapidement la gestion de l'irrigation des cultures en ajoutant des modules de comptage et de commande. Une interface utilisateur a été développée en Visual Basic pour piloter cette nouvelle fonctionnalité.

Bien adaptée à son environnement, reposant sur du matériel éprouvé (mais toujours en évolution), robuste et d'un coût raisonnable, ainsi que sur des normes pérennes au regard de la progression rapide des standards de ce domaine, cette réalisation donne actuellement entière satisfaction. Elle a prouvé son adaptabilité et permet d'envisager sereinement les évolutions nécessaires dans le contexte d'Expérimentation / Recherche du Domaine d'Alénia.

## **Cédric PERROT – Eric ROY**

INRA – URP3F

Le chêne RD150

CS80006

86600 LUSIGNAN

Tél. 05.49.55.61.67 – 05.49.55.60.92

### **Suivi micro-météorologique et aide à la conduite des pelouses des grands stades**

En plus des manifestations sportives, les grands stades évoluent pour accueillir des concerts et des spectacles. Dans ces configurations, le gazon est soumis à rude épreuve : les tribunes couvertes, toujours plus imposantes engendrent des ombres portées importantes sur la surface de jeu. Face à ce problème, des propriétaires de stades ont fait appel à la société TERENVI, dont l'INRA est partenaire par l'intermédiaire de Didier Combes, ingénieur de recherches au sein de l'URP3F. TERENVI propose de nouvelles techniques pour améliorer les conditions de croissance et de développement des gazons comme : l'éclairage des zones les plus ombragées avec des rampes lumineuses et la maîtrise de la température du sol avec des systèmes de chauffage électriques. Mais comment obtenir un gazon de qualité tout en optimisant les consommations d'énergie ?

Pour chaque stade, Didier Combes mesure et analyse le rayonnement solaire reçu par la pelouse. Cette approche est basée sur la représentation du stade en 3D couplée à un modèle de rayonnement solaire. Les simulations permettent de quantifier l'éclairage nécessaire dans les zones les plus ombragées et de déterminer le temps d'exposition des rampes lumineuses.

A la phase de conception des rampes lumineuses, notre équipe a choisi et caractérisé différentes sources lumineuses pour définir l'écartement optimum des lampes permettant d'éclairer de façon suffisante et homogène une surface donnée.

Afin de suivre les paramètres climatiques à différents points du stade, nous avons développé un réseau de stations micro météorologiques interconnectées qui alimente une base de données toutes les 15min. Ces stations assemblées par nos soins tiennent compte des contraintes du milieu (corrosion, encombrement, etc.) et des problématiques d'autonomie et de transmission de données sans fil.

En parallèle, un outil d'aide à la gestion, baptisé Logiciel d'analyse du microclimat (Lami), a été développé. Il consiste en une interface web connectée à la base de données qui permet au gestionnaire du gazon de bénéficier en temps réel d'informations sur les conditions de croissance du gazon et des préconisations sur les zones du terrain et la durée d'exposition des rampes lumineuses.

A ce jour, nous avons équipé les stades de Lille, Valenciennes et Bastia, en partenariat avec la société TERENVI ; et une nouvelle société, Quanta Green, en cours de création va être en charge d'exploiter les résultats de ce projet.

A partir de maintenant, vous ne regarderez plus la pelouse d'un stade comme avant !

**Mots clés** : stades, gazon, modélisation, météorologie, rayonnement, éclairage artificiel, sport

## **Patrick MIELLE**

*Patrick Mielle, Julie Rodrigues*

INRA – UMR Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation

17 rue Sully, B.P. 86510, 21065 Dijon cedex

Tel : 03.80.69.30.86

Email : [Patrick.Mielle@dijon.inra.fr](mailto:Patrick.Mielle@dijon.inra.fr)

### ***La cheulotte électronique***

De nos jours, tous les objets sont devenus électroniques, voire connectés. Après le nez et la langue, voici le tour de la cigarette de devenir électronique. Pauvre Monsieur Nicot, il doit se retourner dans sa tombe à la simple pensée de voir tous ces revenus lui échapper.

Alors, pourquoi la cheulotte ne pourrait-elle pas devenir électronique à son tour ?

Les bons esprits dont la culture se limite hélas à la maîtrise de la langue d'oïl rétorqueront tout net : mais diantre, de quoi me parlez-vous ? Il est vrai que le français n'est pas aussi riche que le Bourguignon pour les expressions usuelles : aucune traduction pour gaugé, piauner, beusenot... L'anglais est un peu mieux placé, avec le terme "pacifier", qui a au moins le mérite d'être clair, on parle d'un objet qui permet d'avoir la paix.

Il s'agit d'un objet en matériau plastique, avec un embout buccal en matériau souple, latex ou silicone, qui, une fois introduit dans l'orifice buccal d'un bébé, permet à ses géniteurs de profiter de quelques instants de répit dans cet univers si survolté.

Mais, objecterez-vous, cet objet se nomme sucette. Que nenni, le terme n'est point suffisamment précis, ceci peut porter à confusion avec l'acception primaire, le bâtonnet enduit de confiserie, qui au demeurant ne présente aucun intérêt, ni nutritionnel, ni scientifique.

Donc, la cheulotte est devenue électronique, par l'intermédiaire de petites mains, qui n'ont rien de l'empire du Levant. Il ne s'agit point, bien entendu, d'un objet dont le but serait d'électrifier d'une quelconque manière le réticent bambin, ce qui serait assez inconvenant, mais bel et bien d'un outil à vocation scientifique affirmée.

Donc, nous nous proposâmes de mesurer en temps réel les paramètres physiologiques du bambin pendant qu'il cheule, c'est-à-dire en bon français pendant la succion non nutritive (le lecteur reconnaîtra au passage la complexité de l'appellation, ainsi que son manque cruel de poésie).

À cette fin, nous développâmes une interface entre les mondes animés et inanimés à partir d'un capteur de pression miniature, réalisé en microsystèmes.

L'enregistrement, pouvant être effectué sur plusieurs voies simultanément, permet de suivre à la fois la fréquence et l'intensité de la variation de pression dans la cavité buccale.

Afin que de rendre la présentation plus vivante, et à l'instar des cabinets de curiosités, nous permettrons aux auditeurs les plus audacieux de retrouver avec un ébahissement mêlé de satisfaction les sensations proustiennes, tout en faisant œuvre de pédagogie en valorisant la recherche de pointe, à l'interface de la pédiatrie, de la physiologie orale et de la microélectronique.

Nous aborderons également les capteurs palatins, *but this is another story...*

**Mots clés :** cheulotte, électronique, physiologie orale, instrumentation.



## Résumé des posters

## **Adeline AYZAC**

*Adeline Ayzac<sup>(1)</sup>, Céline Decuq<sup>(2)</sup>, Vanessa Lecuyer<sup>(2)</sup>, Catherine Hénault<sup>(1)</sup>, Pierre Cellier<sup>(2)</sup>, Jean Louis Drouet<sup>(2)</sup>*

(1) INRA – UR Science du Sol – 2163 avenue de la Pomme de Pin, CS 40001 Ardon, 45075 Orléans Cedex

(2) INRA – UMR Environnement Grandes Cultures – Route de la Ferme, 78850 Thiverval Grignon

Email : [adeline.besnault@orleans.inra.fr](mailto:adeline.besnault@orleans.inra.fr) - Tel : 02.38.41.80.13

### **Comparaisons inter laboratoires – Mesures de N<sub>2</sub>O atmosphérique par CPG-ECD**

Le projet ESCAPADE (Evaluation de Scénarios sur la Cascade de l'Azote dans les Paysages Agricole et moDELisation territoriale, ANR Agrobiosphère) vise à chercher des voies innovantes d'optimisation de l'usage de l'azote et de réduction des pertes dans l'environnement, en maintenant la production agricole. L'une des tâches consiste en l'acquisition de données pour la paramétrisation, la calibration et l'évaluation de modèles développés pour simuler les processus de la cascade de l'azote.

Dans ce cadre les émissions de N<sub>2</sub>O (protoxyde d'azote) par les sols sont mesurées régulièrement au moyen de chambres statiques manuelles, sur plusieurs sites expérimentaux (Orgeval, OS<sup>2</sup>, Kervidy-Naizin, Auradé). Les mesures de flux impliquent la détermination de la concentration en N<sub>2</sub>O d'échantillons gazeux, réalisée par Chromatographie en Phase Gazeuse avec Détecteur à Capture d'Electrons (CPG-ECD) dans plusieurs laboratoires.

Dans un souci d'homogénéité des données, des comparaisons inter laboratoires ont été organisées. Les résultats de ces essais doivent permettre (a) de comparer justesse et fidélité des méthodes mises en place dans les laboratoires participants, (b) d'identifier d'éventuelles différences, (c) de mettre en place des actions correctives en cas de biais et (d) de valider la possibilité d'utiliser indifféremment l'une ou l'autre de ces méthodes dans le cadre du projet ESCAPADE.

Cette communication présente ainsi les premiers résultats obtenus, leur interprétation selon des méthodes issues de la norme ISO 13528 : 2005 (*Méthodes statistiques utilisées dans les essais d'aptitude par comparaisons inter laboratoires*), les conclusions que l'on peut en tirer et les perspectives qui en découlent.

**Mots clés** : comparaisons inter laboratoire, chromatographie en phase gazeuse, protoxyde d'azote

---

## **Mathieu BAZOT**

### ***Méthode d'estimation d'un rendement de miscanthus en parcelle agricole***

---

**Cyril BURE**

*BURE C, BOGEAT-TRIBOULOT MB, BRENDÉL O, GROSS P, HUMMEL I, LE THIEC D, RADNAI F*  
INRA – UMR 1137 Ecologie et Ecophysiologie Forestières,  
Route d'Amance 54280 Champenoux  
Tel : 03.83.39.73.23  
Email : cyril.bure@nancy.inra.fr

***Titre : Automate d'irrigation et contrôle de sécheresse***

Résumé :

Dans le but d'étudier la réponse des arbres forestiers au changement climatique, et les conséquences liées aux sécheresses qui tendent à être de plus en plus fréquentes et intenses, il est important de comprendre les mécanismes de réponse et d'adaptation sur du matériel génétique varié. Les plantes ayant une grande diversité de réponse au stress, il faut des niveaux de sécheresse parfaitement contrôlés et homogènes pour en étudier les différentes réactions. C'est pour cela que l'automatisation est indispensable pour le contrôle régulier et le maintien du stress à grande échelle.

**Mots clés :** Automate, irrigation, sécheresse, forêt



**Alain FORTINEAU \***, **Arnaud BUTIER \*\***, **Muriel Valantin-Morison \*\***,  
**Jean-Michel ALLIRAND \***

\* UMR INRA-AgroParisTech Environnement et Grandes Cultures

\*\* UMR INRA-AgroParisTech Agronomie 78850

Thiverval-Grignon Tel :0130815587 Email :

alain.fortineau@grignon.inra.fr

## **Mesure directe destructive ou estimation de l'indice foliaire chez le colza d'hiver.**

Dans le cadre de l'étude du fonctionnement des cultures, l'indice foliaire, ou LAI (Leaf Area Index), représente la surface de feuille par unité de surface de sol. Le suivi de cette variable est essentiel car les feuilles sont les principaux capteurs photosynthétiques. Leur rôle majeur dans la quantification de l'entrée en carbone en fait un point clef de la modélisation.

Un dispositif expérimental commun aux UMR Agronomie et EGC a été mis en place pour la saison 2013-2014 sur le site de Grignon dans le cadre du projet Rapsodyn (Investissement d'Avenir). Ce dispositif a permis, entre autres, de comparer la méthode de référence par prélèvements destructifs à un système d'estimation du LAI par mesure indirecte.

Ce poster présente les deux méthodes et compare les résultats obtenus. -La méthode de référence par prélèvements destructifs et mesures de surfaces d'organe par planimétrie.

-La méthode indirecte, basée sur le calcul de l'efficacité d'interception ( $e_i$ ) de l'énergie lumineuse par un couvert végétal à partir des mesures du rayonnement incident et transmis par ce couvert. Les mesures sont réalisées avec un dispositif développé par Delta-T (Cambridge, Royaume Uni). Il est constitué d'un capteur de rayonnement incident BFS, statique, et d'une sonde Sunscan, mobile, mesurant et intégrant le rayonnement transmis dans le couvert.

Les premiers résultats obtenus sont satisfaisants. La possibilité de leur utilisation pour des expérimentations de phénotypage est discutée.

**Mots clefs :** Colza, LAI, Indice Foliaire, Sunscan, BFS, Delta-T

## **Annie GUERIN**

Mireille CATOIRE, Elodie DUBROMEL, Gérard DE JAEGER, Didier DUCRISTEL, Annie GUERIN, Léa BEAUMELLE, Isabelle LAMY et Mickaël HEDDE

INRA – Laboratoire d'Analyse des Sols (LAS)

273 rue de Cambrai 62000 ARRAS

Tel : 03.21.21.86.00

Email : guerin@arras.inra.fr

### ***Analyse minérale multi-élémentaire de vers de terre***

Le rôle des vers de terre dans l'évolution de la biodisponibilité des éléments en traces métalliques (ETM) présents dans les sols est encore peu connu. Afin d'alimenter les connaissances dans ce domaine en vue de la modélisation des processus en interaction, une étude est actuellement menée conjointement par l'unité INRA PESSAC de Versailles et le LAS dans le cadre d'un pari scientifique du département EA. La partie expérimentale de ce pari scientifique comporte 3 étapes : (1) mise en contact des vers de terre avec différents sols contaminés en ETM, (2) préparation des vers de terre en vue de l'extraction des éléments minéraux qu'ils renferment dans 4 fractions subcellulaires et (3) minéralisation et analyse des extraits de vers de terre. La 3<sup>ème</sup> étape, confiée à l'équipe Spectrométrie du LAS, est l'objet de ce travail.

L'étude a consisté en la mise au point de méthodes en vue de l'analyse de 9 ETM (Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Tl et Zn) et de 8 éléments majeurs (Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na et P) dans 650 échantillons de fractions subcellulaires de vers de terre. Les principales difficultés à maîtriser ont été les niveaux de concentration particulièrement faibles des analytes (de l'ordre du µg/l) et la nature des matrices, le fractionnement subcellulaire étant réalisé à l'aide de 4 réactifs chargés en sels dissous. Afin de limiter le temps et les coûts d'analyse, les dosages multi-élémentaires ont été privilégiés.

En croisant différentes approches (ajouts dosés, dilution d'échantillons, comparaison de méthodes) et en analysant 2 échantillons de tissus biologique dont les teneurs totales en Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mo, Mn, Ni, Pb et Zn sont certifiées, nous avons validé les conditions d'analyse choisies. Ainsi, les 9 ETM et Mn sont analysés simultanément par ICP-MS après dilution des échantillons et ajout d'un étalon interne. Pour 2 matrices sur les 4 étudiées, la cellule de collision-réaction est utilisée afin de réduire les interférences poly-atomiques. Dans ces conditions, les limites de quantification sont comprises entre 0.02 µg/l et 2.0 µg/l. Les éléments majeurs Al, Ca, Fe, Mg et P sont analysés simultanément par ICP-AES et les alcalins K et Na sont dosés séquentiellement par F-AES, après dilution. Pour ces éléments, les limites de quantification obtenues sont comprises entre 0.05 et 5.0 mg/l.

**Mots clés :** vers de terre, éléments en traces métalliques, éléments majeurs, ICP-AES, ICP-MS, F-AES, spectrométrie.

**Chipeaux<sup>1</sup> C, Le Gall<sup>2</sup> M, Dayau<sup>1</sup> S, Kruzewski<sup>1</sup> A, Loustau<sup>1</sup> D.**

***Monitoring du site expérimental forestier ICOS de Salles (33) pour les échanges de mesure de gaz à effet de serre et de vapeur d'eau entre le couvert et l'atmosphère***

1-INRA, UMR 1391 ISPA, Centre de Bordeaux, 69 route d'Arcachon, F-33612, Cestas

2-INRA, UE Forêt Pierroton, Centre de Bordeaux, 69 route d'Arcachon, F-33612, Cestas

Ce poster décrit un dispositif expérimental de monitoring des flux de gaz à effet de serre et de vapeur d'eau et des variables auxiliaires qui est proposé à la labellisation de l'infrastructure européenne ICOS (Integrated Carbon Observation System). Cette nouvelle infrastructure de recherche a pour objectif le suivi temporel à long terme et à haute précision des principaux écosystèmes couvrant les surfaces continentales européennes : Forêts, Cultures, Prairies, ainsi que de l'atmosphère et des océans.

Le dispositif a été réinstallé au standard ICOS début 2014 sur une jeune plantation de pins maritimes ((Pinus Pinaster Ait) de 60 hectares semée en 2004 et située sur la commune de Salles à 40 km au sud de Bordeaux.

Le monitoring de 70 variables environnementales, dans la nappe phréatique, le sol, les arbres et l'atmosphère est acquis par un réseau de 9 centrales d'acquisition (Campbell Sci. Ltd) réparties sur une surface d'un hectare, et inter-connectées. Ces variables comprennent des variables micrométéorologiques lentes (0,2 Hz) et les concentrations de scalaire et vitesses de vent directionnelles rapides (20Hz) permettant le calcul de flux turbulents par la méthode des covariances turbulentes. Les variables micro météorologiques sont mesurées à l'aide des capteurs présentant la meilleure incertitude de mesure actuellement sur le marché et répondant aux normes de qualités WMO le cas échéant. La sauvegarde et l'archivage des données s'effectuent de manière automatique toutes les 24 heures.

---

**David CORMIER**

***Data logger multi capteurs à bas coût basé sur un module Arduino***

Il s'agit d'un Data logger basé sur un module Arduino permettant l'acquisition de données météo horodatées.

---

**Marion DE CARVALHO & Mélanie MARQUIS**

***Validation d'une méthode quantitative indirecte par le profil d'exactitude: détermination de la teneur en glucose dans les produits amyliques et dérivés***

La validation d'une méthode permet d'apporter la preuve que cette dernière est adaptée à la question scientifique à traiter, et qu'elle est satisfaisante aux conditions requises pour

produire des résultats interprétables avec un risque connu. L'unité BIA développe des méthodes quantitatives pour lesquelles les validations ont été initiées en 2013. Nous avons choisi de présenter une méthode d'analyse quantitative indirecte permettant le dosage d'un analyte à partir d'un étalonnage préalable pour illustrer l'approche que nous avons suivie. L'outil diagnostic est le profil d'exactitude. Il permet une approche globale standardisée en combinant justesse et fidélité de la méthode.

---

**Didier DUCRISTEL**

***Analyse minérale multi-élémentaire de vers de terre***

Développement de méthodes d'analyses de 9 ETM à faibles concentrations (Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Tl et Zn) et de 8 éléments majeurs (Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na et P) par spectrométrie dans des fractions de vers de terre.

---

**Annie EPRINCHARD**

***Mesure de propriétés optiques d'échantillons végétaux ou de filtres***

La caractérisation des propriétés optiques des feuilles c'est-à-dire leur capacité à réfléchir, transmettre et absorber la lumière du soleil est un élément important dans la compréhension du développement et de la croissance des plantes. Ces mesures sont réalisées à l'aide d'une sphère intégrante couplée à un spectroradiomètre et un ordinateur. Cet ensemble permet de la même manière de déterminer les caractéristiques optiques de filtres ou de matériaux qui sont utilisés dans des expérimentations en conditions contrôlées pour mettre en évidence l'effet d'une modification de la qualité de la lumière (absence de bleu, modification du ratio rouge clair/rouge sombre...) sur la morphogenèse des plantes.

---

**Robert FALCIMAGNE et David CHANCEL**

***Laboratoire mobile de mesure des GES et de leurs isotopes (projet ANAEE-F)***

En complément à l'exposé sur le même sujet, poster de présentation d'un prototype de laboratoire mobile destiné à la mesure des gaz à effet de serre et de leurs isotopes. Ce projet fait partie d'une infrastructure européenne qui propose des services à la communauté scientifique.

---

**Alain FORTINEAU \*, Valentin Egloff \*\*, Pierre BANCAL \***

\* INRA – UMR Environnement et Grandes Cultures \*\*

Université Paris Diderot, Paris 7 (stage IUT Paris Jussieu)

78850 Thiverval-Grignon Tel :0130815587 Email :

alain.fortineau@grignon.inra.fr

**Mise au point d'un système de mesure de la photosynthèse d'organe massif.**

Dans l'objectif de limiter l'impact de l'agriculture sur l'environnement, la réglementation tend à contraindre fortement l'utilisation d'intrants (pesticides, engrais). En outre, le changement climatique participe directement à une évolution croissante des stress abiotiques (sécheresse, canicule). Cette évolution climatique caractérisée par plus d'aléas, laisse aussi entrevoir une variabilité spatiale plus forte et plus aléatoire du développement des maladies (stress biotique). Pour maintenir les rendements dans ce contexte, la compréhension du fonctionnement des plantes malades stressées devient prépondérante. La photosynthèse est le processus permettant aux végétaux de capter le CO<sub>2</sub> de l'air pour créer de la matière organique grâce à l'énergie du soleil. Les feuilles sont les principaux organes photosynthétiques, or dans un contexte de diminution des traitements phytosanitaires, certaines maladies peuvent détruire l'ensemble des feuilles d'un couvert. Dans ce cas, d'autres organes photosynthétiques peuvent prendre le relais, comme les épis et les tiges des céréales. En dehors de ce contexte, d'autres situations bénéficieraient d'une mesure des échanges gazeux par des organes différents des limbes. C'est le cas, par exemple, de l'étude du métabolisme carboné chez de jeunes fruits en croissance en arboriculture et viticulture. La plupart des appareils de mesure de la photosynthèse existant sur le marché sont conçus pour des organes plats comme les feuilles. Plus particulièrement, il n'existe pas de matériel permettant de caractériser l'efficacité de l'assimilation de CO<sub>2</sub> en fonction du rayonnement absorbé par des organes 'massifs' (non plats). C'est pourquoi un prototype de système de mesure adapté à un analyseur de photosynthèse du marché (Li-6400, Li-cor, Nebraska USA) est en train d'être développé dans le cadre d'un projet financé par le Département Environnement et Agronomie.

Ce poster présente le prototype de chambre de mesure et le travail de caractérisation métrologique réalisé au cours d'un stage d'IUT Mesures Physiques d'avril à juillet 2014.

**Remerciements :**

-Département INRA Environnement et Agronomie pour le financement du projet (Pari Scientifique).  
-Nathalie Vaillant-Gaveau de l'Université de Reims Champagne-Ardenne, pour le prêt de la chambre de mesure conifère. -Eric Roy et Cédric Perrot de l'Unité de Recherche Pluridisciplinaire Prairies et Plantes Fourragères (URP3F INRA) de Lusignan, pour la calibration et le prêt d'un capteur cosinus, ainsi que pour les applications Qua2Ray et Graph3D pour traiter les spectres. -Pascal Duprix pour la fabrication de la chambre de mesure -Manuel Colasse (Colasse, Seraing Belgique) pour la fabrication du système d'éclairage

**Mots clefs :** Photosynthèse, organes massifs, épi, blé, Li-6400

**Jean-Yves GORET**

***Mesures automatiques de l'accroissement des arbres de la forêt du plateau des Guyanes en continue***

Dans un contexte climatique difficile, nous mesurons l'accroissement de plusieurs espèces forestières, sur un gradient de pluviométrie contrastée, avec pour chaque site, une situation topographique croissante du bas fond au plateau. Présentation de la méthode, du matériel, et quelques résultats.

## **Anne JAULIN<sup>(1)</sup> et Marjolaine DESCHAMPS<sup>(2)</sup>**

*Pour le groupe de travail INRA Validation de méthodes : Stéphane ADANSON, Marjolaine DESCHAMPS, Denys DURAND, Max FEINBERG, Annie GUERIN, Anne JAULIN, Michel LAURENTIE (ANSES), Agnès THOMAS et Siham KRAÏEM<sup>(3)</sup>.*

<sup>(1)</sup> INRA - UR0251 PESSAC, Physicochimie et Ecotoxicologie des Sols d'Agrosystèmes Contaminés  
Bâtiment 6, Route de St Cyr, 78026 Versailles Cedex  
Tel : 01 30 83 34 67  
Email : [anne.jaulin@versailles.inra.fr](mailto:anne.jaulin@versailles.inra.fr)

<sup>(2)</sup> INRA/AgroParisTech - UMR Environnement et Grandes Cultures, Equipe Sol  
Bâtiment EGER, 78850 Thiverval-Grignon  
Tel : 01 30 81 53 12  
Email : [marjolaine.deschamps@grignon.inra.fr](mailto:marjolaine.deschamps@grignon.inra.fr)

<sup>(3)</sup> INRA - Délégation à la Qualité  
147 rue de l'Université, 75338 Paris Cedex 07  
Tel : 01 42 75 95 25  
Email : [qualite@paris.inra.fr](mailto:qualite@paris.inra.fr)

## **LA VALIDATION DE METHODES D'ANALYSE QUANTITATIVE, C'EST L'AFFAIRE DE TOUS !**

### **La démarche Qualité au service des activités de recherche.**

Depuis toujours, les analystes « valident » leurs méthodes en effectuant des séries de mesures plus ou moins bien organisées pour essayer de démontrer qu'elles conviennent à leurs objectifs. C'est souvent insuffisant et une validation doit être conduite selon une procédure expérimentale plus stricte où on parle de justesse, de fidélité... La validation est devenue un élément majeur pour la démonstration de la performance d'une méthode d'analyse ou de la compétence des laboratoires, ce pour les besoins de la recherche.

En quelques années, la notion de qualité a gagné tous les niveaux de l'activité technique et scientifique. Ainsi, nombre de collègues INRA ont été amenés à valider de façon formalisée leurs méthodes. L'approche proposée s'appelle le « profil d'exactitude » qui est décrite dans la norme NF V03-110 (rév. 2010). Basée sur une application directe des principes décrits dans les normes de la série ISO 5725 (1994), cette approche a l'avantage de proposer une méthode statistique globale combinant justesse et fidélité, et une méthode d'interprétation graphique simple qui permet une prise de décision. La démarche de validation de méthode d'analyse permet ainsi d'établir son aptitude à l'emploi par l'interprétation de critères par rapport à des objectifs scientifiques.

La validation de méthodes est à mettre directement en relation avec le développement de l'assurance qualité dans les laboratoires puisqu'elle fait partie intégrante de la maîtrise des méthodes. Cette approche permettra en grande partie de répondre aux nouvelles exigences de la politique qualité 2012-2016 des activités de recherche à l'INRA.

Le poster a pour but d'expliquer l'intérêt de valider une méthode quantitative et les bénéfices qui en découlent pour les laboratoires. Le tracé d'un profil d'exactitude de validation de la méthode de dosage de plomb dans des sols est présenté à titre d'exemple.

**Bibliographie :** *Validation des méthodes d'analyse quantitative par le profil d'exactitude. Le Cahier des Techniques de l'Inra. Numéro spécial 2010.*

[https://intranet.inra.fr/cahier\\_des\\_techniques/les\\_cahiers\\_en\\_ligne/les\\_cahiers\\_thematiques/validation\\_des\\_methodes](https://intranet.inra.fr/cahier_des_techniques/les_cahiers_en_ligne/les_cahiers_thematiques/validation_des_methodes)

**Mots clefs :** validation de méthodes, profil d'exactitude, qualité en recherche, maîtrise des méthodes

**Matthieu LE GALL**

## **Présentation du site ICOS à Salles**

Présentation d'un site de mesure de flux H<sub>2</sub>O et CO<sub>2</sub> par la technique des flux turbulents

---

### **Cédric Perrot**

INRA – URP3F - Ecophysiologie

Le Chêne - RD150 CS 80006 - 86600 LUSIGNAN

Tel : 05.49.55.61.67

Email : cedric.perrot@lusignan.inra.fr

### ***Raspberry Pi : idéal pour des applications expérimentales***

Les dispositifs expérimentaux de l'unité nécessitent la mise en œuvre de chaînes de mesures physiques et/ou de contrôle/commande pour la maîtrise des paramètres environnementaux tels que la température, l'humidité, le rayonnement, le CO<sub>2</sub>, etc. Jusqu'à présent, l'utilisation de dataloggers, d'automates ou de PC de terrain était requise ; mais l'arrivée de Raspberry Pi (ou RasPi), qui offre une multitude d'avantages, permet d'évoluer vers de nouvelles chaînes d'acquisition et d'automatisation moins onéreuses.

Au cours des derniers mois, j'ai mis en œuvre 2 applications où j'utilise un Raspberry Pi :

1. Dans le but de comparer les horaires de déclenchement de 2 détecteurs de pluie, distants de 2 kilomètres, j'utilise un pc de supervision qui collecte indépendamment les données d'une centrale d'acquisition CR1000 et d'un Raspberry Pi. Après avoir connecté un détecteur de pluie sur une entrée TOR de l'interface GPIO du Raspberry Pi, j'ai développé un programme en langage Python qui envoie automatiquement au PC le changement d'état du détecteur, via le protocole FTP.
2. Dans l'objectif de disposer de chaînes d'acquisition redondantes pour assurer la continuité des données et tester de nouvelles techniques d'acquisition qui répondent au dernier protocole ICOS "High frequency concentration", j'ai ajouté au dispositif existant une solution basée sur un Raspberry Pi. Un script Python permet à celui-ci de récupérer en parallèle les données numériques de l'anémomètre ultrasonique via un convertisseur USB/RS422 ainsi que celles de l'interface de l'analyseur de gaz infrarouge via le réseau Ethernet. Un second programme gère l'espace disque de la carte SD de 16Go en supprimant les fichiers les plus anciens. Grâce au partage de dossiers sur le réseau local, les fichiers de données enregistrés sur le Raspberry Pi peuvent être rapatriés automatiquement vers un PC de supervision, via Syncback Free.

D'autres applications utilisant le Raspberry Pi restent en perspectives ; notamment pour créer un réseau Clients / Serveur OPC au sein de l'unité ou encore pour remplacer 3 PC durcis installés sur des grands stades dans le cadre du projet LAMI, afin de réduire les coûts.

Les nombreux forums et sites web dédiés m'ont permis de passer outre les difficultés rencontrées à la première utilisation du Raspberry Pi, en particuliers la barrière de Linux. Ce mini ordinateur à bas prix et à encombrement réduit présente bien d'autres avantages en installant l'OS Raspbian sur lequel l'interpréteur Python est directement disponible ; comme l'accès à distance via VNC ou un terminal avec le protocole SSH, ou encore le partage de dossiers sur le réseau local via SMB.

Raspberry Pi peut s'imposer pour devenir une alternative aux chaînes d'acquisition et d'automatisation utilisées traditionnellement dans les applications expérimentales de l'unité.

**Mots clefs :** Raspberry Pi, Raspbian, python, linux, datalogger, ftp



## **Cédric Perrot**

INRA – URP3F - Ecophysiologie  
Le Chêne - RD150 CS 80006 - 86600 LUSIGNAN  
Tel : 05.49.55.61.67  
Email : cedric.perrot@lusignan.inra.fr

### ***Logiciels Graphe et Graphe 3D***

Excel reste un des outils les plus utilisés pour visualiser des données texte sous forme de graphiques. Cependant, il est nécessaire de procéder à des manipulations avant de tracer un graphique (convertir les données, sélectionner les plages de données, sélectionner le type de graphique, etc.) et il ne permet pas facilement de zoomer ou d'effectuer des calculs directs sur une zone du graphique.

Le logiciel Graphe.exe est né suite à un besoin de tracer les courbes des grandeurs physiques mesurées avec des centrales d'acquisition de marque Campbell Scientific, pour avoir un aperçu rapide et valider la cohérence des données. Ainsi, ce logiciel développé sous Labview 2013, permet d'importer des données à partir de fichiers de type texte et de sélectionner les variables à afficher sur un graphique 2D. Il propose aussi des fonctions de visualisation et de manipulation du graphique telles que la modification des caractéristiques de chaque tracé (visibilité, type, couleur, ligne, etc.), le déplacement manuel du graphique, un outil de zoom (6 options), la modification des échelles d'axes et l'affichage de curseurs pour suivre avec précision les points d'une courbe et délimiter la zone du graphique sur laquelle des calculs mathématiques sont effectués. Graphe.exe offre aussi la possibilité d'exporter le graphique vers le presse-papiers ou de l'enregistrer en tant qu'image.

Même si à l'origine, le logiciel Graphe3D.exe a été développé sous Labview 2013 dans le but d'obtenir sur un graphique en 3D, une représentation visuelle d'une cartographie de rayonnement issu de source(s) lumineuse(s), il est utilisé au sein de l'unité pour représenter les valeurs de toute grandeur physique réparties sur une surface plane (ex : cartographies de température et d'humidité dans une chambre de culture). Ce logiciel permet aussi d'importer des données à partir de fichiers de type texte qui respectent le format (Colonne X ; Colonne Y ; colonnes valeurs). Depuis l'interface graphique, l'utilisateur peut sélectionner le paramètre à afficher ou importer un nouveau fichier de données. Il peut aussi faire tourner ou déplacer le graphique, modifier la transparence ou le style de courbe, ou encore inverser les échelles des axes X et Y. Il dispose d'un curseur et de résultats mathématiques de base.

**Mots clefs :** Données temporelles, cartographie, graphique 2D, 3D

## **Romain Azzopardi - Cédric Perrot**

INRA – URP3F - Ecophysiologie

Le Chêne - RD150 CS 80006 - 86600 LUSIGNAN

Tel : 05.49.55.61.67

Email : cedric.perrot@lusignan.inra.fr

### ***Etude pour la réalisation d'une machine de lavage de pots***

Les serristes de l'unité URP3F utilisent de grandes quantités de pots pour mener diverses expérimentations scientifiques sur les plantes fourragères. Par souci d'écologie, les pots sales sont actuellement lavés manuellement à l'aide d'un nettoyeur haute pression et de brosses pour être réutilisés. Dans le but de réduire le temps de nettoyage et d'améliorer l'ergonomie du poste (mauvaises postures du fait que les pots soient posés à terre), la fabrication d'une machine semi-automatisée est envisagée.

Dans le cadre d'un stage, Romain Azzopardi, étudiant à l'école d'ingénieur par apprentissage d'Angoulême a étudié la réalisation d'une machine de lavage de pots en proposant des solutions techniques et en estimant son coût de fabrication.

Une fois le cahier des charges et le schéma de principe validés par le groupe de travail, l'étude s'est poursuivie par la conception mécanique de la machine. Dans un premier temps, Romain a contacté les fournisseurs pour chiffrer les matériels qu'il avait dimensionnés, puis il a réalisé un dessin assisté par ordinateur où il a modélisé en 3D et assemblé l'ensemble des pièces.

La machine résultante de cette étude est composée d'un bac sur pieds réglables en hauteur sur lequel l'opérateur dispose :

- d'une tablette où les pots sales sont entreposés
- d'un système de doubles brosses rotatives, adaptables à tous les formats de pots et dont l'écartement est réglable pour ajuster la pression de brosse. Ce système permet de nettoyer simultanément l'intérieur et l'extérieur du pot. Un réglage en hauteur améliore l'ergonomie du poste.
- d'une grille qui sert de zone de stockage intermédiaire
- d'un système de séchage pour que les pots puissent être empilés directement. Deux variantes sont proposées : la première avec des buses pneumatiques et la seconde avec une soufflette
- une tablette où sont empilés les pots propres

Par rapport aux solutions proposées par des prestataires, la machine ainsi constituée offre davantage de réglages, 2 zones pour entreposer les pots et un poste de soufflage ; le tout à moindre coût.

**Mots clefs** : mécanique, modélisation 3D, pots, brosses, buses pneumatiques

## **Eric ROY**

INRA – URP3F - Ecophysiologie

Le Chêne - RD150 CS 80006 - 86600 LUSIGNAN

Tel : 05.49.55.60.92

Email : eric.roy@lusignan.inra.fr

### ***Système de prise de vue aéroporté Visible / Infrarouge à base de Raspberry Pi***

L'Unité de Recherche Pluridisciplinaire Prairies et Plantes Fourragères produit des connaissances pour améliorer la durabilité des prairies semées à travers plusieurs axes de recherches dont l'un est *d'analyser l'adaptation des prairies au changement climatique*. Dans ce contexte, le projet d'amélioration génétique ELARGIR consiste à appliquer une sécheresse intense à des populations de dactyle ayant une large gamme de précocité, et d'analyser leurs capacités de survie en suivant la température et l'humidité du sol, la croissance aérienne, les températures de surface et la reprise de la croissance après période sèche.

La méthode d'acquisition la plus rapide et facile pour mesurer des températures de surface sans contact est actuellement la télédétection infrarouge, largement utilisé pour développer des indices de stress afin de contrôler l'irrigation de certaines cultures.

L'objectif de ce système de prise de vue est de mesurer correctement la température des 1248 plantes de l'essai en couplant les acquisitions dans le visible pour distinguer les plantes du sol, avec les photos thermiques pour extraire la température de chaque plantes.

Le système embarqué sur un ballon captif, se compose d'une Raspberry Pi qui commande la caméra thermique et l'appareil photo. Depuis le sol, le pc de contrôle reçoit un flux vidéo des 2 caméras pour orienter le ballon, et envoie les commandes pour prendre les clichés. Un programme développé en langage python synchronise l'ensemble.

Rendez vous devant le poster pour une démonstration du système...

**Mots clés :** Raspberry PI, thermographie, photos aériennes, python, imagerie.