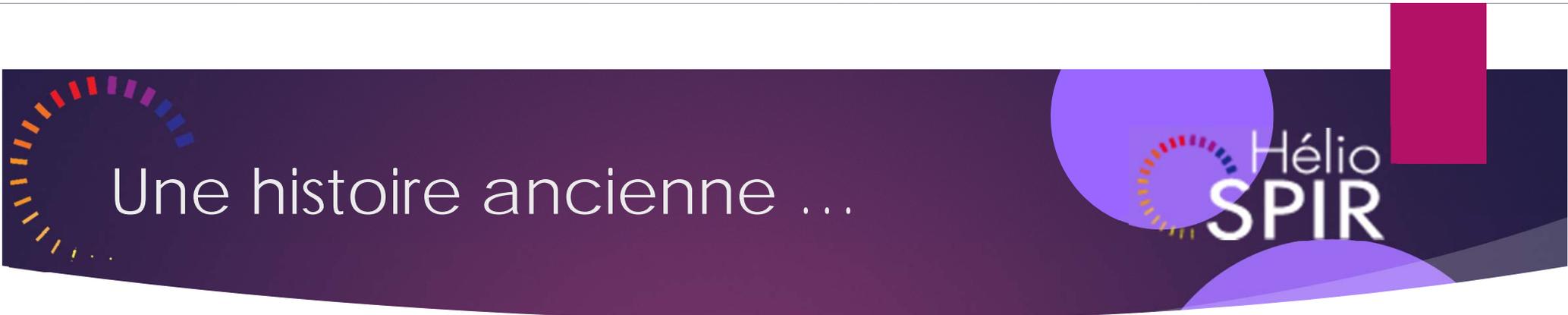


A decorative arc of colored rectangles in shades of orange, red, purple, and blue, arranged in a semi-circle on the left side of the slide.A solid pink rectangular block located in the top right corner of the slide.

Evolution des applications de la SPIR dans le domaine de l'élevage

Denis Bastianelli

Cirad SELMET, Montpellier



Une histoire ancienne ...

- ▶ Application aux grains et aux fourrages depuis les débuts de la SPIR analytique
 - ▶ K Norris et al, 1976. Predicting Forage Quality by Infrared Reflectance Spectroscopy.
- ▶ Années 80-90
 - ▶ Généralisation de l'utilisation dans les industries de l'alimentation animale
 - ▶ Diversification des utilisations

Karl Norris (1921-2019)

Hélio
SPIR

PREDICTING FORAGE QUALITY BY INFRARED REFLECTANCE SPECTROSCOPY¹

K. H. Norris², R. F. Barnes³, J. E. Moore⁴ and J. S. Shenk^{5,6}

*Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture
Beltsville, Maryland 20705 and University Park, Pennsylvania 16802;
The University of Florida, Gainesville 32611; and
The Pennsylvania State University, University Park 16802*

SUMMARY

Near-infrared-reflectance spectra (1.4 to 2.4 μm) were recorded for 87 samples of ground dry forages. Temperate forage species analyzed were alfalfa, tall fescue and alfalfa bromegrass mixtures preserved as hay, silage and fresh frozen forages. Tropical species included bermudagrass and pangola digitgrass. Laboratory analysis of crude protein (CP), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), lignin (L) and *in vitro* dry matter disappearance (IVDMD), as well as *in vivo* digestibility (DMD), dry matter intake (DMI) and digestible energy intake (DEI) were determined for these same samples. Reflectance (R) spectra were recorded as $\log(1/R)$ vs wavelength and transformed to the second derivative of $\log(1/R)$ vs wavelength for correlation with compositional and nutritional data. Multiple-linear-regression techniques were used to determine the optimum wavelengths for predicting each of the

.99 for CP, .98 for NDF, .96 for ADF, .96 for L, .95 for IVDMD, .88 for DMD, .80 for DMI and .85 for digestible energy intake (DEI). Calibration equations generated from the odd-numbered samples predicted the values for the even-numbered samples within a standard error of $\pm .95\%$ for CP, $\pm 3.1\%$ for NDF, $\pm 5.1\%$ for DMD and ± 7.9 g for DMI. We concluded that infrared reflectance has the potential for use in rapid evaluation of forage quality.

(Key Words: Forage Quality, Infrared Reflectance, Instrumentation, Chemical Composition, Nutritional Values.)

INTRODUCTION

Forage quality is best defined in terms of the value of the forage in production of milk, meat and wool, when fed to animals, but the time

80s : des promesses et des doutes

Hélio
SPIR

- ▶ Methods of analysis for predicting the energy and protein value of feeds for farm animals
 - ▶ Summary of discussions et

feedingstuffs for ruminants.

Near infrared reflection analysis of feedingstuffs

Recent publications suggest great possibilities using feedingstuffs by near-infrared-reflection spectra. The method has proved itself already for analysis of protein and/or fat in milk, soybeans, wheat etc., for manufacturing purposes. The method is based on the fact

Good results were obtained within one type of feed or within similar feedingstuffs, but results were far less satisfactory for larger groups of feeds. Experience in the USA shows that the method is not yet ready for the prediction of the digestibility of forages with sufficient precision.

Several participants had some doubts with regard to possibilities of NIR and other physical methods. A few argued that these methods just scan the surface of the material, and that due to the sample's preparation (heating, milling, being exposed to air or light) the surface of the particles might differ from their inner side. It was questioned whether this really is such



Les domaines d'application

- ▶ Analyse des aliments et matières premières
- ▶ Analyse des fourrages
- ▶ Qualité des produits
- ▶ Environnement
- ▶ Applications in vivo



Analyse des aliments et MPs

- ▶ Analyses proximales : une technologie « mature »
 - ▶ Au laboratoire
 - ▶ At line -> on line : réception des MP, contrôle qualité ...
- ▶ Intégration complète dans le processus de production, de contrôle qualité
 - ▶ Formulation / qualité réelle des lots utilisés (vs tables statiques)
 - ▶ Réseaux d'appareils
- ▶ Nouveaux paramètres : valeur nutritive
 - ▶ Energie, acides aminés => services centralisés (Amino-NIR, PNE/ADISSEO ...)
- ▶ Nouvelles approches : microscopie, détections de contaminants etc...



Analyse des aliments et MPs

Hélio
SPIR

- ▶ Aux rencontres HélioSPIR ...
 - ▶ Travaux sur analyses des graines et céréales
 - ▶ Maïs, oléagineux ...
 - ▶ Acides gras, composés mineurs, mycotoxines etc...
 - ▶ Discussion sur la discrimination pour l'identification et la qualification de matières premières (M. Veleva et al.)
 - ▶ Application du NIR à l'alimentation animale (J Guillory et al., 2017)
 - ▶ Moving smoothly from the NIR lab to the agri-food plant. (A Garrido et al. 2016)
 - ▶ NIR miniaturisés pour la caractérisation d'ingrédients en nutrition animale: premier retour d'expérience (V Larat et al., 2018)



Analyse des fourrages

- ▶ Analyses de composition au laboratoire
 - ▶ Echantillons secs, Echantillons frais
 - ▶ Développement de bases d'étalonnage
- ▶ Analyses sur le terrain
 - ▶ Du spectro transportable au spectro miniature
 - ▶ De la « faisabilité » à l'analyse de routine en exploitation
 - ▶ Cf conseils en élevage / chambres d'agriculture avec AgriNIR etc...
- ▶ Approches fécales, l'alimentation vue par derrière ...
- ▶ Applications recherche

Analyse des fourrages

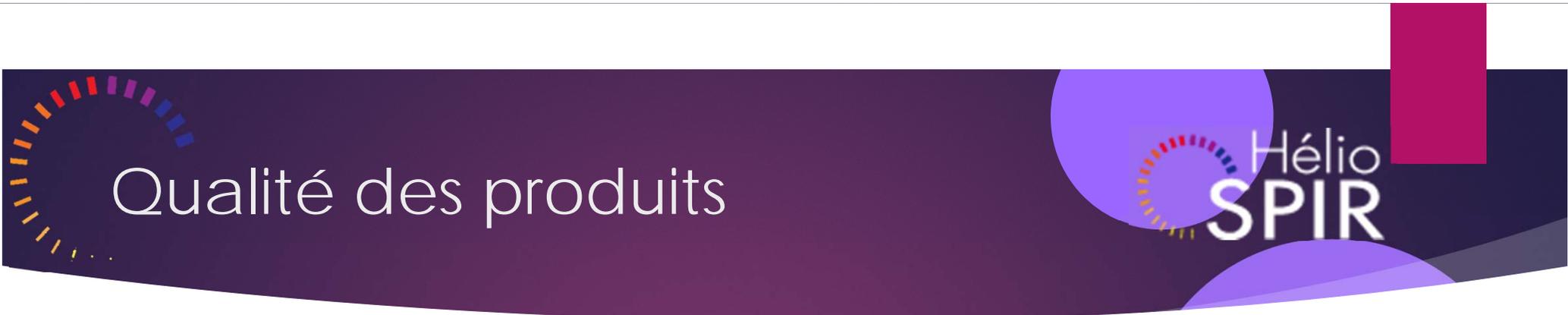
Hélio
SPIR

- ▶ Aux rencontres HélioSPIR ...
 - ▶ Matériels
 - ▶ Présentation d'un spectromètre portable (Dardenne et al. 2015)
 - ▶ Mesures sur végétaux – nouvelles approches
 - ▶ Classification d'échantillons de végétaux pâturés par les ovins en garrigue (Bastianelli et al. 2017)
 - ▶ Etalonnage de la mesure de l'azote total dans les ulves (*Ulva* sp.) par SPIR (Poster Bonnal et al.)
 - ▶ Prédiction de la composition des grandes graminées: des étalonnages multi-espèces peuvent-ils être utilisés pour l'extrapolation ? (Poster Bonnal et al.)
 - ▶ Suivi fécal (Lecomte et al., 1ères rencontres)
 - ▶ Utilisation de la SPIR pour discriminer des espèces animales sur la base de leur régime alimentaire (Poster Bastianelli et al.)
 - ▶ Intégration aux systèmes de production
 - ▶ Smart farming applied to dairy cow feeding using NIR spectroscopy (Chamberland et al 2018)
 - ▶ Analyse SPIR des fourrages : applications en laboratoire et sur le terrain (Guillory et al. 2018)



Qualité des produits

- ▶ Mesure de la composition des produits animaux
 - ▶ Viande, lait, poisson ...
 - ▶ Composition chimique (eau, MG, collagène ...)
 - ▶ Industrie, recherche
- ▶ Paramètres technologiques
- ▶ Authentification des produits
 - ▶ Mode de production, origine, qualité ...
 - ▶ Beaucoup d'études de faisabilité, combien d'applications routine ?



Qualité des produits

- ▶ Aux rencontres HélioSPIR ...
 - ▶ Discrimination
 - ▶ Utilisation de la spectrométrie visible et proche infrarouge pour discriminer les fromages au lait cru et au lait pasteurisé (Andueza et al.)
 - ▶ Cf aussi topo Downey (8^eR) sur authenticité produits agro.
 - ▶ Hétérogénéité intra produit : le foie gras (Bastianelli et al.)
 - ▶ Standardization of a fleet of miniaturized spectrometer for the quantification of melamine in milk powder (Laborde et al.)



Environnement / effluents

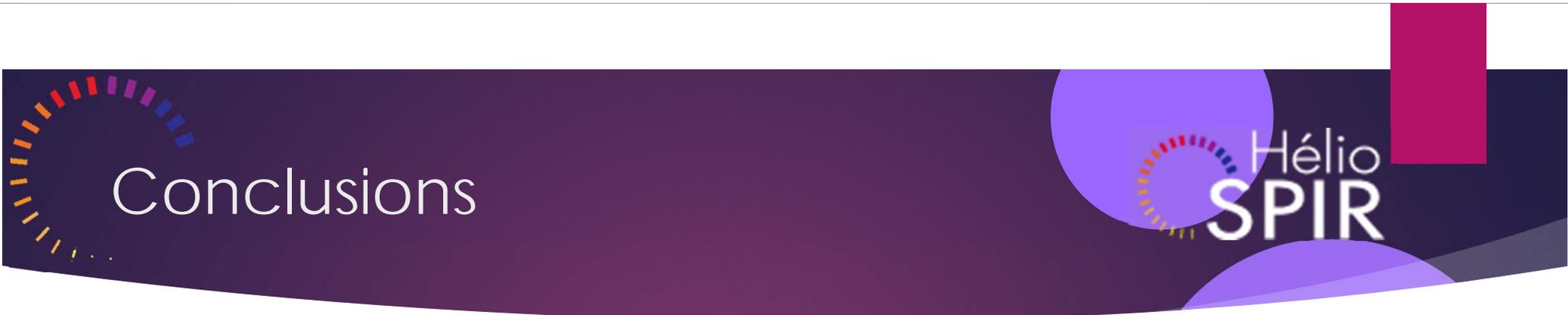
Hélio
SPIR

- ▶ Analyse des effluents
 - ▶ Cf Améliorer la prévision de la composition des principaux effluents d'élevage en France par l'utilisation de la SPIR (Thuriès et al.)
- ▶ Cycles de nutriments
 - ▶ Animal / digestion / effluents / sol / plante
 - ▶ Cf mesures C/N dans le sol



Utilisations in vivo / physio

- ▶ Cf nombreuses recherches médicales
 - ▶ Quelles applications chez l'animal ?
 - ▶ Mesures de paramètres physiologiques, santé, état nutritionnel ?
 - ▶ Cf Prédiction de l'état d'acidose des vaches à partir des spectres dans le proche infrarouge des échantillons de plasma ou de lait sous forme liquide ou déshydratée (Andueza et al. 17R)



Conclusions

- ▶ Au temps des 20èmes rencontres ...
 - ▶ Technologie mature pour des applications dans l'élevage
 - ▶ Intégré au process chez la fabricants d'aliments / matières premières
 - ▶ Diffusion à la ferme (fourrages) en cours
 - ▶ Des applications recherche intéressantes
- ▶ Dans 20 ans ?
 - ▶ Des matériels de terrain / pilotage des exploitations
 - ▶ (les fèces comme carrefour d'information valeur des ressources x physio x environnement)
 - ▶ Gestion de l'hétérogénéité par images
 - ▶ De grosses bases de données (publiques ? privées ?)