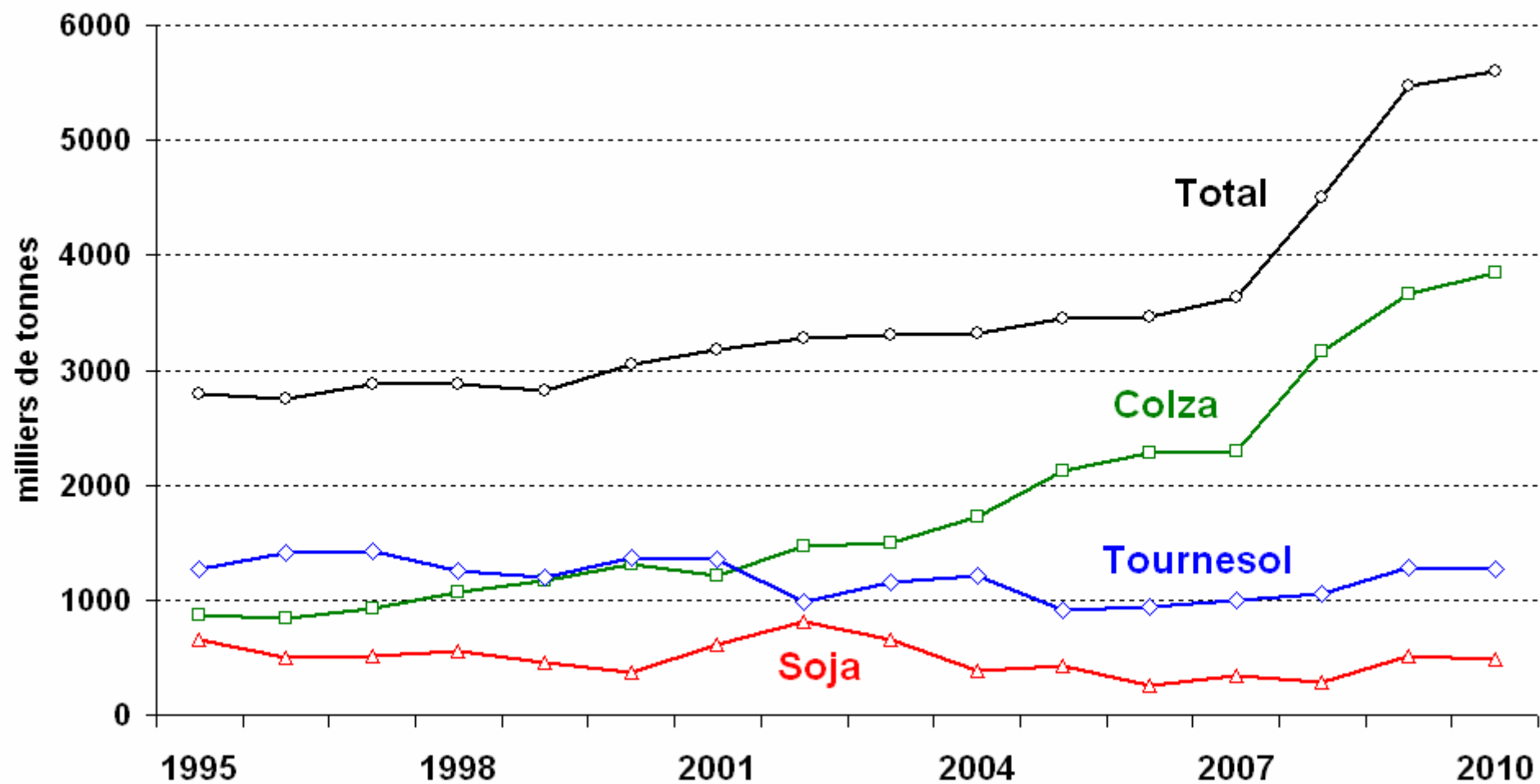


PAFO : Axes 2 – 3 - 4

La croissance importante de la trituration des graines liée à l'essor de l'utilisation industrielle des huiles pour les biocarburants a conduit la filière à rechercher de nouveaux débouchés pour :

- Les tourteaux à destination de l'alimentation animale (Axe 2)
- Les huiles à destination de la chimie verte (Axe 3)
- Les huiles pour l'alimentation humaine (Axe 4)

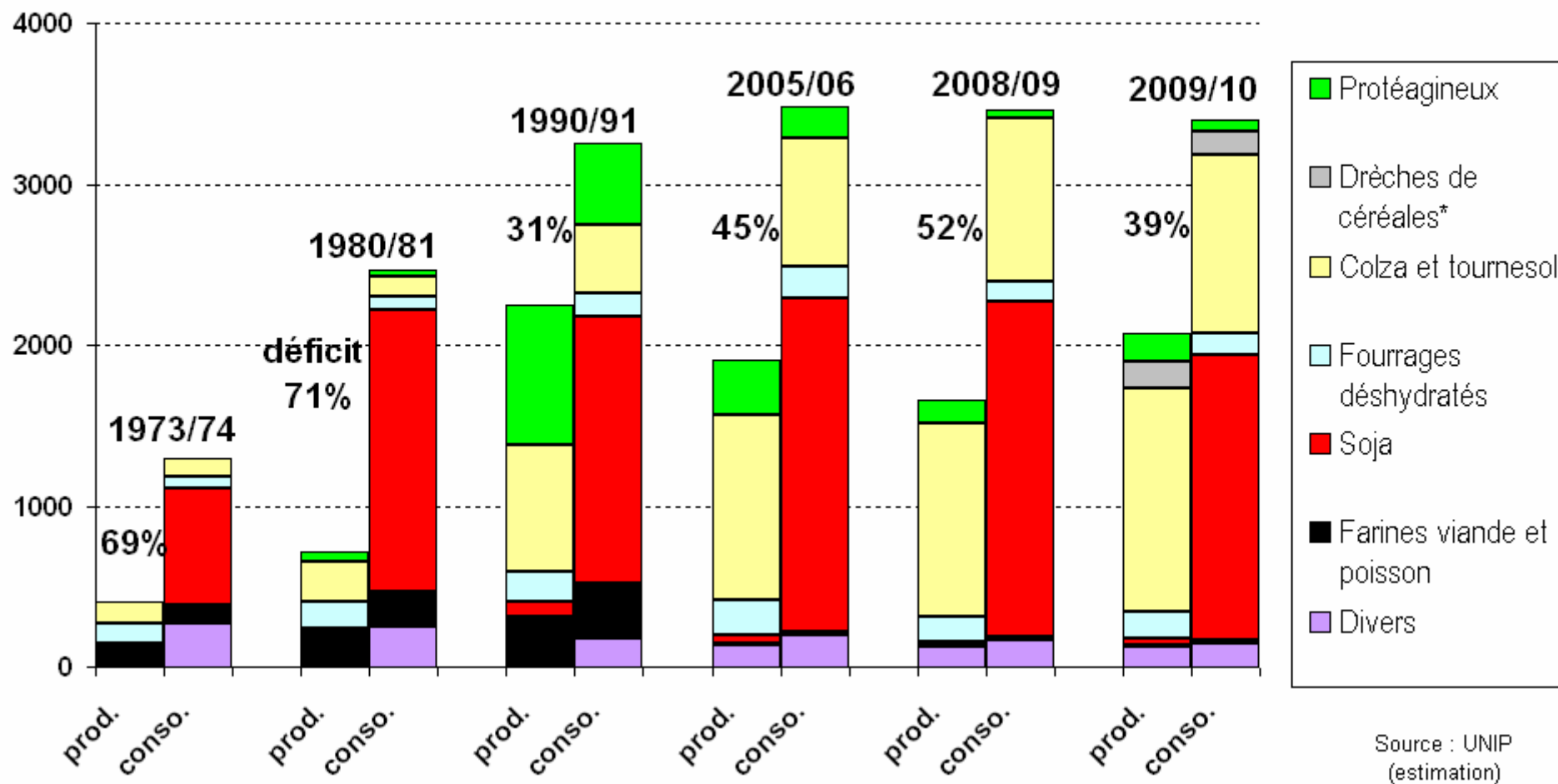
Trituration des graines en France



Source : FranceAgriMer d'après Huileries de France (hors non-adhérents à HDF)

France : Bilan des Matières Riches en Protéines

Protéines (1000 t)



* depuis 2009/10 (données non disponibles auparavant)

Source : UNIP (estimation)

Axe 2 : Valorisation des coproduits des filières biocarburants en alimentation animale

Les objectifs :

- 2.1. Accroître l'utilisation des tourteaux
- 2.2. Caractériser les tourteaux gras
- 2.3. Utiliser le glycérol en alimentation animale

2.1. Accroître l'utilisation des tourteaux

- Suivi de la qualité des tourteaux de colza et tournesol produits en France: enquête auprès des triturateurs

Méthodologie: 9 sites de trituration (CARGILL & SAIPOL)

1 prélèvement mensuel de tourteaux (colza et tournesol)

Analyses au laboratoire du CETIOM (MS, MG, MAT, CB, solubilité de l'azote, GLS et DE1)

Résultats individuels transmis aux usines, rapport annuel

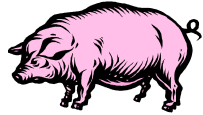
Communications scientifiques et techniques

► *Outre un suivi de la qualité des tourteaux de colza, cette enquête a permis d'identifier des thèmes de travaux :*

-Relation entre process, teneurs en GLS et digestibilité des protéines

-Sensibilité des animaux aux GLS

2.1. Accroître l'utilisation des tourteaux (suite 1)



-Valorisation du tourteau de colza par les truies:

impact de l'incorporation de 10% de tourteau de colza pendant 3 cycles de reproduction successifs (CETIOM, INRA, IFIP, Euronutrition)

► *le tourteau de colza industriel (à 15 μ mol GLS/g) peut être utilisé successivement sur truies (à 10% en gestation et lactation) puis sur porcs (à 15%) sans effet négatif sur les performances et la qualité des carcasses.*



- Valorisation du tourteau de colza par les volailles:

étude de la variabilité de la valeur énergétique et azotée des tourteaux industriels sur poulets, coqs et dindonneaux (CETIOM, INRA, Euronutrition)

► *la digestibilité des protéines et de la lysine est liée à la teneur en GLS et à la solubilité des protéines.*

► **Nombreuses communications scientifiques et techniques**

2.1. Accroître l'utilisation des tourteaux (suite 2)

- Intérêt du modèle colza à graines jaunes:

test de tourteaux issus de graines entières ou dépelliculées jaunes à teneurs réduites en fibres et en tannins comparées à des graines noires classiques sur volailles et porcs (CETIOM, CREOL, INRA, Arvalis)

► *les améliorations de digestibilités des protéines et de valeurs énergétiques sont significatives pour les graines jaunes mais moindres que celles liées au dépelliculage des graines noires.*

- Etudes économiques sur la valorisation des tourteaux:

partenariat avec 2 structures complémentaires:

- CEREOPA: modèle Prospective aliment à l'échelle de la France entière

- FEEDSIM Avenir: travail sur l'approvisionnement en matières premières du Grand Ouest

2.2. Caractériser les tourteaux gras

-Enquête sur la composition des tourteaux gras (IE, IFIP) auprès de 21 éleveurs de porcs et 81 de bovins.

-Mesure de la valeur nutritionnelle des tourteaux gras sur volailles et porcs (CETIOM, INRA, Arvalis, ITAVI)

-Test de l'aptitude à la conservation des tourteaux gras (CREOL, CETIOM)

-Estimation de la valeur nutritionnelle de tourteaux gras destinés aux ruminants (ENVT, CETIOM)

► forte variabilité des produits

2.3. Utiliser le glycérol en alimentation animale

- Essais d'utilisation pour truies, pondeuses, vaches laitières et veaux (appétence et performances) (Euronutrition et Cybélia)
- Programme technologique : mesures des aptitudes technologiques du glycérol dans différents types d'aliments composés (Tecaliman)
- Précision des valeurs énergétiques pour porcs puis essai d'incorporation du glycérol dans des aliments pour porcs en croissance (INRA, IFIP)
 - ▶ faibles quantités journalières ingérées (3g/kg de PV chez le porc)

**Axe 3 : Valorisation des coproduits
de la transestérification (glycérol) et poursuite
des efforts de recherche dans le secteur
de la lipochimie (bioproduits)**

Les objectifs

3.1. Valoriser le glycérol

3.2. Créer des bioproduits

3.2.1. Valoriser les dérivés ASA

3.2.2. Produire des biopolymères

3.1 - Valorisation du glycérol

3.1.1. Remplacement des éthers de glycol par les éthers de glycérol (12 mois)

L'objectif de cette action a été d'une part de **proposer un procédé moins énergétivore et économiquement compétitif de synthèse des éthers de glycérol** et d'autre part de **développer une alternative biosourcée** et moins toxique aux éthers de glycol d'origine pétrochimique en partant de matières premières renouvelables

Un procédé vert et efficace a été développé et comparé aux méthodologies existantes pour la synthèse de 1-O-alkyl éthers de glycérol et de diglycérol à chaînes linéaires et ramifiées.

Publication : Lemaire, M. et al., **Tetrahedron Letters**, **2009**, 50(49), 6891-6893)

3.1 - Valorisation du glycérol (suite 1)

3.1.2. Synthèse chimique du carbonate de glycérol (32 mois)

Il s'agissait d'étudier les voies de synthèse du carbonate de glycérol (produit recherché pour ses applications possibles : en tant qu'intermédiaire de synthèse d'additifs pour lubrifiants ou pour des matériaux polymères et aussi comme solvant ou adjuvant) à partir de glycérol par un procédé facile à mettre en œuvre.

La réaction du glycérol avec l'urée conduit au carbonate de glycérol, mais pose un challenge au niveau du développement en raison du dégagement important d'ammoniac produit lors de la réaction.

Plusieurs voies ont été étudiées pour tenter d'y remédier :

- emploi d'urées substituées moins volatiles : s'avère difficile
- captage de l'ammoniac généré en sortie du réacteur

→ Une solution de traitement de l'ammoniac originale a été proposée. Celle-ci consiste à produire l'uréthane de glycérol, intermédiaire réactionnel de la synthèse, en utilisant l'ammoniac sec sortant du réacteur.

Publication : Soumise 07/2011 à Tetrahedron

3.1 - Valorisation du glycérol (suite 2)

3.1.3 Obtention de polyols à partir de DHA dérivée du glycérol (18 mois)

L'objectif de cette action a été de mettre au point les étapes chimiques qui peuvent transformer la DHA dérivée du glycérol en un dérivé « polyol » présentant de l'intérêt pour le secteur des esters complexes, c'est-à-dire **les plastifiants, les tensioactifs et les peintures.**

Les produits majoritairement obtenus par transformation de la DHA sont des produits typiques de déshydratation (cycles insaturés, oxydes), plutôt que les produits de condensation attendus (polyols) et ne conviennent donc pas aux applications visées, mais peuvent éventuellement présenter un intérêt en tant qu'intermédiaire chimique dans la préparation d'actifs pour des applications diverses.

3.2 - Bioproduits

3.2.1. Valorisation des dérivés ASA (alkényl-succinil anhydrides)

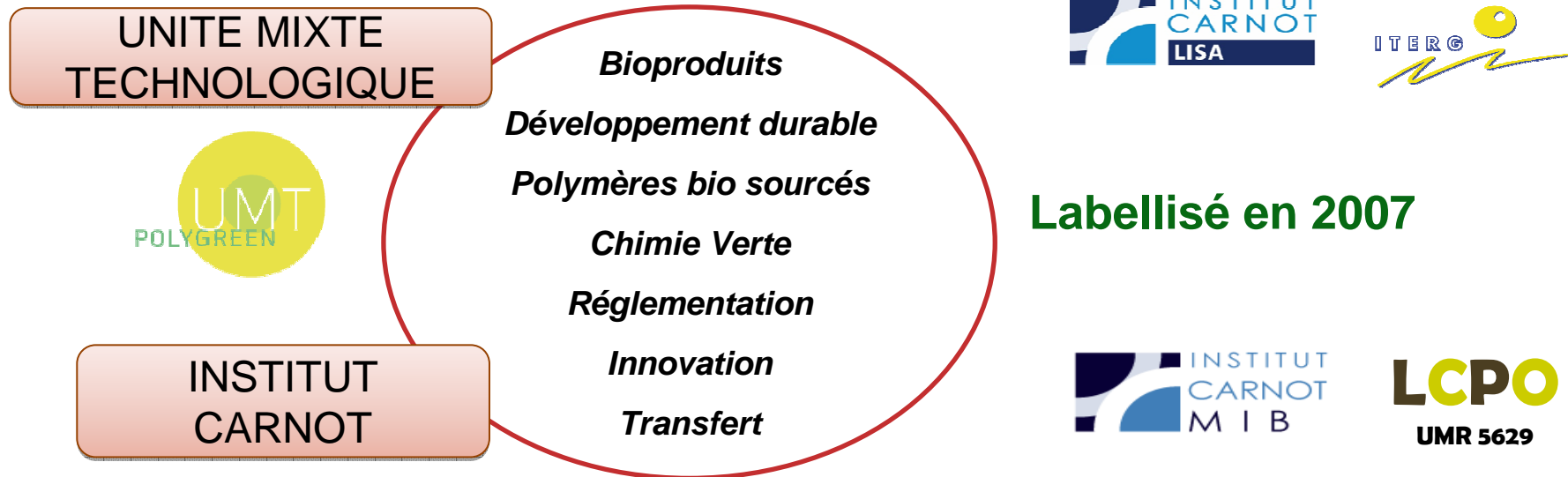
L'objectif de cette action a été de développer la synthèse d'ASA à partir de matières premières végétales. Les domaines d'application des ASA sont la protection du bois, le collage du papier et les additifs lubrifiants.

★ Dans une première partie les procédés de synthèse et de purification des ASA ont été développés à partir d'oléate de méthyle issue d'huile de tournesol oléique en accord avec les cahiers des charges pour les applications concernées (traitement du bois et hydrophobation du papier). Les travaux ont ensuite permis d'optimiser le procédé et le recyclage des réactifs utilisés pour maximiser la compétitivité de la solution proposée sur la plan économique.

★ Dans une seconde partie, la synthèse de nouveaux ASA via la réaction de Diels-Alder, à partir du linoléate de méthyle a été étudiée en vue **d'améliorer les propriétés des ASA dans les applications concernées.**

OBJECTIF : ces travaux visent au **développement de nouveaux biopolymères** obtenus à partir de monomères issus de la **transformation oléochimique des huiles végétales** et utilisant des **procédés de fabrication éco-compatibles**.
Les objectifs visés : concevoir de nouveaux « synthons verts », développer leurs procédés de fabrication et exploiter leur réactivité pour la fabrication de biopolymères originaux.

L'ITERG et le LCPO ont présenté un dossier de labellisation (**UMT Polygreen.**)



AXE I

- Synthèse de nouveaux matériaux polyuréthanes et polyesters -pour une large gamme d'applications- à partir de précurseurs fonctionnels obtenus à partir de sources végétales européennes (tournesol, colza).

AXE II

- Utilisation d'alcaloïdes naturels comme catalyseurs organiques (en substitution des catalyseurs organo-métalliques) pour la synthèse des polyuréthanes et des polyesters.

AXE III

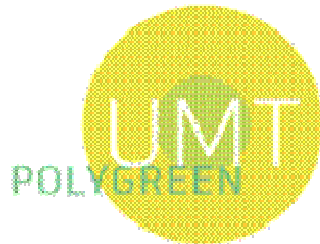
- Développement de procédés verts et plus respectueux de l'environnement : dans l'eau (mini-émulsion) et dans le CO₂ supercritique.

BILAN DU PARTENARIAT

1 thèse cofinancée sur l'axe 1

(Aurélié Boyer – bourse CNRS)

deux articles publiés



- **A. Boyer, E. Cloutet, T. Tassaing, B. Gadenne, C. Alfos, H. Cramail, Solubility in CO₂ and Carbonation Studies of Epoxidized Fatty Acid Diesters : towards novel precursors for polyurethane synthesis, *Green Chem.*, 12 (2010) 2205-2213**
- **A. Boyer, D. V. Palaskar,, E. Cloutet, C. Alfos, H. Cramail, Synthesis of Bio-based Polyurethane from Oleic and Ricinoleic Acids as the Renewable Resources via the AB-Type Self-Condensation Approach, *Biomacromolecules*, 11 (2010) 1202–1211 Nouveaux dérivés d'huile de ricin et leur procédé de préparation**

Axe 4 : Engager ou poursuivre les études pour l'alimentation humaine

Les objectifs

- 4.1. Prévention nutritionnelle chez les personnes âgées
- 4.2. Acides gras & cerveau
- 4.3. Acides gras & obésité
- 4.4. Acides gras & cancer

4.1. Prévention nutritionnelle des affections cardiovasculaires et inflammatoires chroniques chez les personnes âgées (Étude Alphasolénage)

- **Objectif** : Mesurer l'impact d'un régime supplémenté en acides gras essentiels, chez le sujet âgé ayant un antécédent de maladie cardiovasculaire et/ou un trouble cognitif modéré
 - Étude préliminaire (2007/2008)** : État des lieux avant intervention nutritionnelle (=J0) sur 57 patients
 - Étude d'intervention (2009/2010)** : Modification du régime alimentaire rééquilibré en ALA via l'huile de colza et margarine pendant 6 semaines et observation
- **Protocole** : 6 semaines de modification du régime alimentaire et observation des paramètres artériels, biochimiques et biologiques en 2 points (J0 et J42)
- **Partenaires** : Hôpital E. Roux, Hôpital Bichat, Saint-Hubert, ITERG, CETIOM, ONIDOL

Etude alphalinolénage (suite)

Résultats

Finalisation des inclusions en janvier 2011

- 211 patients inclus dont 123 patients ayant achevé le protocole (100% exploitables)

➔ **ITERG** : Analyses biologiques (finalisation automne 2011)

ONIDOL : Coordination du projet, collecte des données

Perspectives :

- ⇒ Analyse statistique des données – Automne 2011
- ⇒ Publications scientifiques – Printemps 2012

4.2 : acides gras & cerveau

Objectif général

Étudier selon 2 approches (modèle animal et Homme), le mode d'action des AGPI n-3 sur les fonctions cognitives (apprentissage, mémorisation) et apprécier les potentialités préventives des w3 vis-à-vis du vieillissement cérébral.

Principaux résultats :

1. Etude sur un modèle animal :

Un régime alimentaire déficient en ALA entraîne :

- *Diminution du contenu en DHA des membranes cérébrales*
- *Effet délétère sur l'expression des gènes de la plasticité synaptique*
- *Diminution de la capacité d'apprentissage & de la flexibilité comportementale*
- *Augmentation de l'état d'anxiété*

→ Supplémentation en oméga-3 (ALA ou DHA) : rétablit le contenu en DHA des membranes cérébrales mais ne corrige pas les altérations neurophysiologiques ou comportementales

2. Etude épidémiologique chez l'Homme :

Evaluation chez 300 sujets âgés de l'impact du statut nutritionnel en AGPI n-3 sur l'expression des gènes impliqués dans la plasticité cérébrale, en lien avec le statut cognitif des sujets.

Objectif général :

Etudier l'impact de la nature et de la quantité des acides gras consommées dans le développement de l'obésité sarcopénique liée au vieillissement.

Principaux résultats :

– Etude expérimentale :

Evaluation sur le métabolisme du muscle squelettique, en relation avec le statut inflammatoire et l'âge (**Etude chez des rats jeunes ou âgés** (n=56 rats) **et Etude chez des souris invalidées pour le gène du TNFa** (n=200 souris)).

– Etude d'observation :

Evaluation des apports alimentaires actuels en w6 et w3 des femmes françaises (n=145), (lait maternel = marqueur de la consommation alimentaire des acides gras essentiels) :

Evolution des consommations en acides linoléique et α -linoléique entre 1993 et 2007 :

Diminution des apports en 18:2 n-6 (LA)

Augmentation des apports en 18:3 n-3 (ALA)

Rapport LA/ALA est passé de 24 à 15 (dans le lait maternel)

Objectif général :

Evaluer, chez l'Homme (étude épidémiologique cas-témoin ; n=500) l'incidence des acides gras polyinsaturés (AGPI) n-6 et n-3 dans le risque de cancer colorectal, en utilisant deux biomarqueurs fiables et complémentaires de leur consommation (tissu adipeux et érythrocytes).

Principaux résultats :

Détermination du profil en acides gras, notamment en AGPI n-6 et n-3 des phospholipides érythrocytaires (n=149) et des lipides du tissu adipeux des sujets recrutés (n=142).