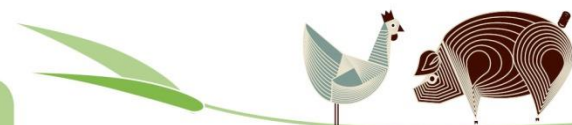


Quelles matières premières pour une alimentation 100 % bio ?



Contexte général des travaux

- Nombreux défis pour accompagner le développement de la filière Bio
 - Maîtrise des coûts alimentaires
 - Formulation adaptée au besoins des animaux
- Aspects réglementaires (cahier des charges BIO)
 - Lien au sol (production des ressources alimentaires)
 - Accès à du fourrage
 - Recours limité aux additifs alimentaires (AA de synthèse)
- Disponibilité des MPRP BIO/dépendance par rapport au soja importé
- Valeur des MPRP BIO ?

Objectifs du projet

- Evaluer la valeur nutritionnelle (protéique) des MPRPs BIO actuellement utilisées en formulation
- Evaluer la valeur nutritionnelle des légumineuses fourragères



Les étapes du projet

1. Constitution d'une BDD
 - 59 MP :
 - 1 graine de soja
 - 6 tourteaux de soja
 - 3 tourteaux de colza
 - 6 tourteaux de tournesol
 - 15 féveroles
 - 16 graines de soja
 - 6 pois fourragers
 - Autres (luzerne, ortie, etc...)
 - Données : MS, MM, N, MG, Amidon, CB, NDF, ADF, ADL, EB, AA, ANF
2. Sélection de MP pour des essais *in vivo*
3. Mise au point de la mesure *in vitro* de la digestibilité des AA



LES MATIÈRES PREMIÈRES

MP	N×6,25	CB	NDF	ADF	ADL	Amidon	MG	EB, MJ/kg
Graine de Soja Bio	43,4	8,8	20,0	10,1	1,3	0,0	17,1	23,2
T. de Soja Bio	49,8	6,9	21,7	6,6	0,1	0,0	11,1	21,5
Pois Bio "ASSAS"	26,1	6,9	15,3	7,5	0,7	49,4	0,9	18,6
Pois Bio "Ascension"	24,6	5,4	13,9	7,2	0,4	53,4	1,2	18,5
T. Colza Bio 1	34,7	12,7	20,9	14,4	6,5	0,0	20,7	23,5
T. Colza Bio 2	30,4	16,3	26,8	20,4	9,2	0,0	9,4	21,7
T. Tournesol Bio 1	28,1	29,9	44,1	26,4	8,3	0,0	12,5	21,3
T. Tournesol Bio 2	25,4	36,9	47,5	33,9	10,0	0,0	17,1	23,5
Luzerne F déshydratée	25,3	15,5	27,0	17,0	2,9	0	-	19,3
Luzerne F ensilage	35,6	18,4	26,2	14,6	2,6	-	-	22,4
Luzerne enrubannée	21,3	nd	nd	nd	nd	nd	nd	19,7
Ortie déshydratée	26,3	14,7	28,9	14,1	3,5	-	-	19,2



LES MATIÈRES PREMIÈRES

MP	N×6,25	CB	NDF	ADF	ADL	Amidon	MG	EB, MJ/kg
Graine de Soja Bio	43,4	8,8	20,0	10,1	1,3	0,0	17,1	23,2
T. de Soja Bio	49,8	6,9	21,7	6,6	0,1	0,0	11,1	21,5
Pois Bio "ASSAS"	26,1	6,9	15,3	7,5	0,7	49,4	0,9	18,6
Pois Bio "Ascension"	24,6	5,4	13,9	7,2	0,4	53,4	1,2	18,5
T. Colza Bio 1	34,7	12,7	20,9	14,4	6,5	0,0	20,7	23,5
T. Colza Bio 2	30,4	16,3	26,8	20,4	9,2	0,0	9,4	21,7
T. Tournesol Bio 1	28,1	29,9	44,1	26,4	8,3	0,0	12,5	21,3
T. Tournesol Bio 2	25,4	36,9	47,5	33,9	10,0	0,0	17,1	23,5
Luzerne F déshydratée	25,3	15,5	27,0	17,0	2,9	0	-	19,3
Luzerne F ensilage	35,6	18,4	26,2	14,6	2,6	-	-	22,4
Luzerne enrubannée	21,3	nd	nd	nd	nd	nd	nd	19,7
Ortie déshydratée	26,3	14,7	28,9	14,1	3,5	-	-	19,2



LES MATIÈRES PREMIÈRES

MP	N×6,25	CB	NDF	ADF	ADL	Amidon	MG	EB, MJ/kg
Graine de Soja Bio	43,4	8,8	20,0	10,1	1,3	0,0	17,1	23,2
T. de Soja Bio	49,8	6,9	21,7	6,6	0,1	0,0	11,1	21,5
Pois Bio "ASSAS"	26,1	6,9	15,3	7,5	0,7	49,4	0,9	18,6
Pois Bio "Ascension"	24,6	5,4	13,9	7,2	0,4	53,4	1,2	18,5
T. Colza Bio 1	34,7	12,7	20,9	14,4	6,5	0,0	20,7	23,5
T. Colza Bio 2	30,4	16,3	26,8	20,4	9,2	0,0	9,4	21,7
T. Tournesol Bio 1	28,1	29,9	44,1	26,4	8,3	0,0	12,5	21,3
T. Tournesol Bio 2	25,4	36,9	47,5	33,9	10,0	0,0	17,1	23,5
Luzerne F déshydratée	25,3	15,5	27,0	17,0	2,9	0	-	19,3
Luzerne F ensilage	35,6	18,4	26,2	14,6	2,6	-	-	22,4
Luzerne enrubannée	21,3	nd	nd	nd	nd	nd	nd	19,7
Ortie déshydratée	26,3	14,7	28,9	14,1	3,5	-	-	19,2



LES MATIÈRES PREMIÈRES

MP	N×6,25	CB	NDF	ADF	ADL	Amidon	MG	EB, MJ/kg
Graine de Soja Bio	43,4	8,8	20,0	10,1	1,3	0,0	17,1	23,2
T. de Soja Bio	49,8	6,9	21,7	6,6	0,1	0,0	11,1	21,5
Pois Bio "ASSAS"	26,1	6,9	15,3	7,5	0,7	49,4	0,9	18,6
Pois Bio "Ascension"	24,6	5,4	13,9	7,2	0,4	53,4	1,2	18,5
T. Colza Bio 1	34,7	12,7	20,9	14,4	6,5	0,0	20,7	23,5
T. Colza Bio 2	30,4	16,3	26,8	20,4	9,2	0,0	9,4	21,7
T. Tournesol Bio 1	28,1	29,9	44,1	26,4	8,3	0,0	12,5	21,3
T. Tournesol Bio 2	25,4	36,9	47,5	33,9	10,0	0,0	17,1	23,5
Luzerne F déshydratée	25,3	15,5	27,0	17,0	2,9	0	-	19,3
Luzerne F ensilage	35,6	18,4	26,2	14,6	2,6	-	-	22,4
Luzerne enrubannée	21,3	nd	nd	nd	nd	nd	nd	19,7
Ortie déshydratée	26,3	14,7	28,9	14,1	3,5	-	-	19,2



SPÉCIFICITÉS DES MPs BIO (1)

TENEURS EN MG BRUTES (% MS) DANS LES TOURTEAUX BIO

Tourteau	Conv	BIO
Soja	2,2	10,5
Colza	2,6	8,5-19,0
Tournesol	2,3	11,7-15,4



SPÉCIFICITÉS DES MPs BIO (1)

TENEURS EN MG BRUTES (% MS) DANS LES TOURTEAUX BIO

Tourteau	Conv	BIO	ΔEB	ΔED
Soja	2,2	10,5	+10%	+1,5 MJ
Colza	2,6	8,5-19,0	+12 à +18%	1,3 à 2,0 MJ
Tournesol	2,3	11,7-15,4	+10 à +18%	0,9 à 1,7 MJ

- Spécificité des procédés d'extraction de l'huile
- Conséquences sur la valeur énergétique des tourteaux



SPÉCIFICITÉS DES MPs BIO (2)

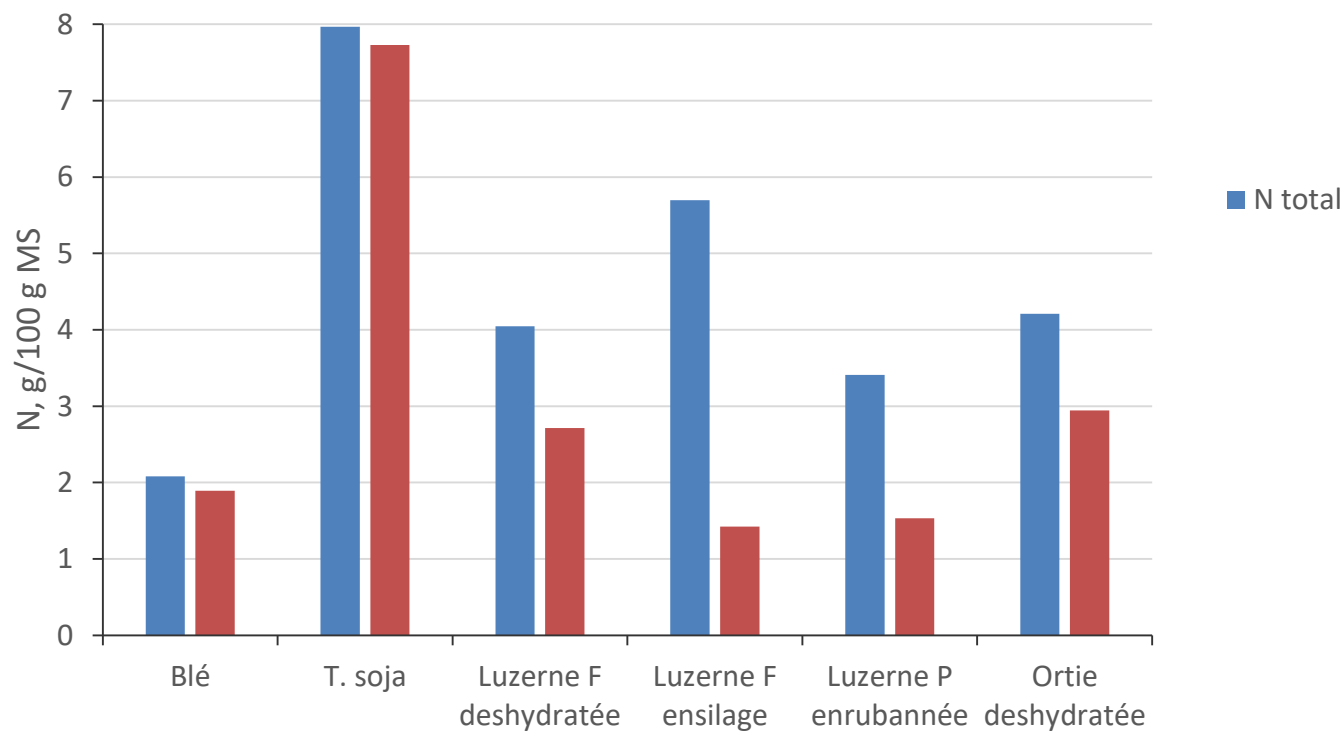
RATIO LYSINE/MAT DANS LES T. DE SOJA BIO

T soja	MAT, % MS	Lys, %MS	Lys/MAT, %
1	49,9	2,85	5,71
2	50,7	2,92	5,75
3	51,4	3,17	6,16
4	51,5	2,86	5,56
5	45,3	2,52	5,57
Moyenne	49,8	2,86	5,75
Table INRA	51,6	3,17	6,14



SPÉCIFICITÉS DES MPs BIO (3)

% DE LA FRACTION NON PROTÉIQUE DANS L'N TOTAL POUR LES FOURRAGES



VALEUR DES MPs BIO (1)

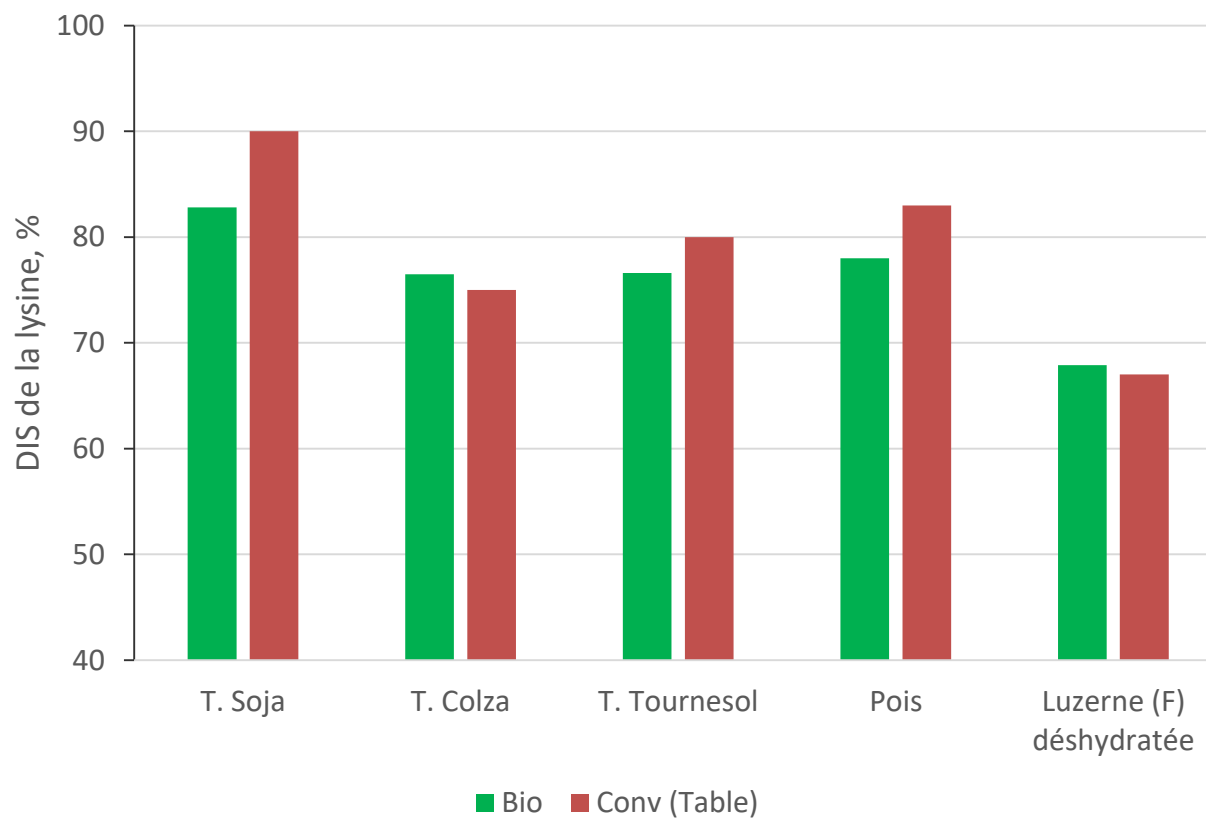
PROFIL EN ACIDES AMINÉS

	LYS, % MS	AA, % de la LYS					
		THR	MET+CYS	TRP	ILE	VAL	LEU
Graine de soja	2.5	62	49	21	76	85	85
T. Soja	2.9	68	51	21	78	84	84
T. Colza	1.9	74	84	21	64	90	90
T. Tournesol	1.0	97	117	27	103	136	136
Pois	1.6	56	38	15	58	71	71
Luzerne (F) déshydratée	1.0	94	60	46	99	128	128
Luzerne (F) ensilée	0.4	82	149	45	399	502	502
Luzerne enrubannée	1.0	73	40	39	78	104	104
Ortie	1.0	99	72	44	96	129	129



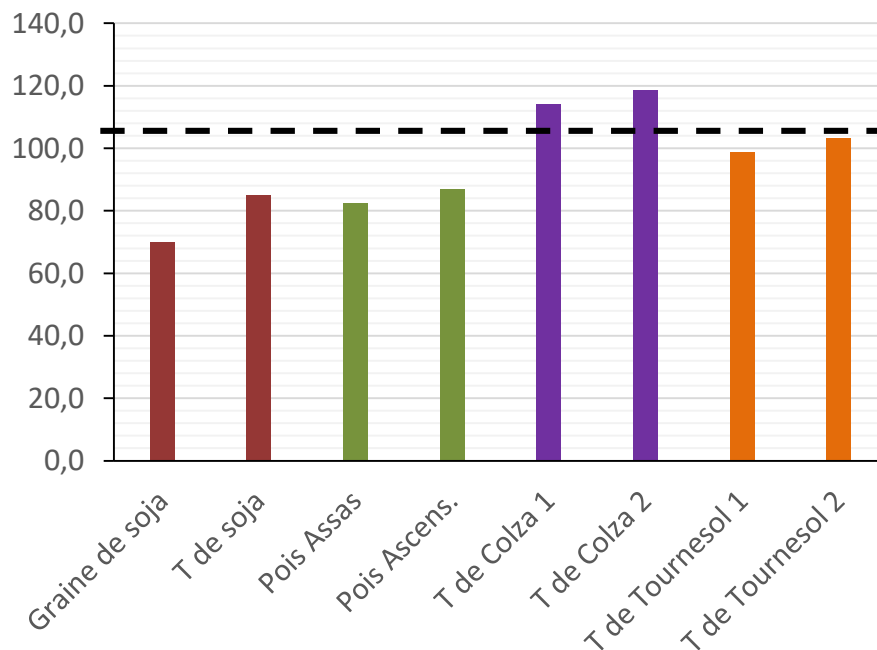
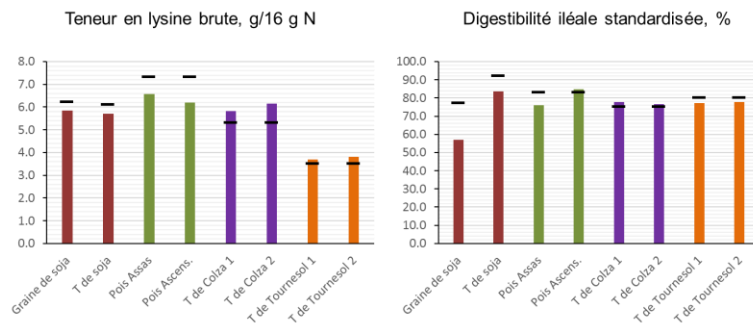
VALEUR DES MPS BIO (2)

DIGESTIBILITÉ DE LA LYSINE



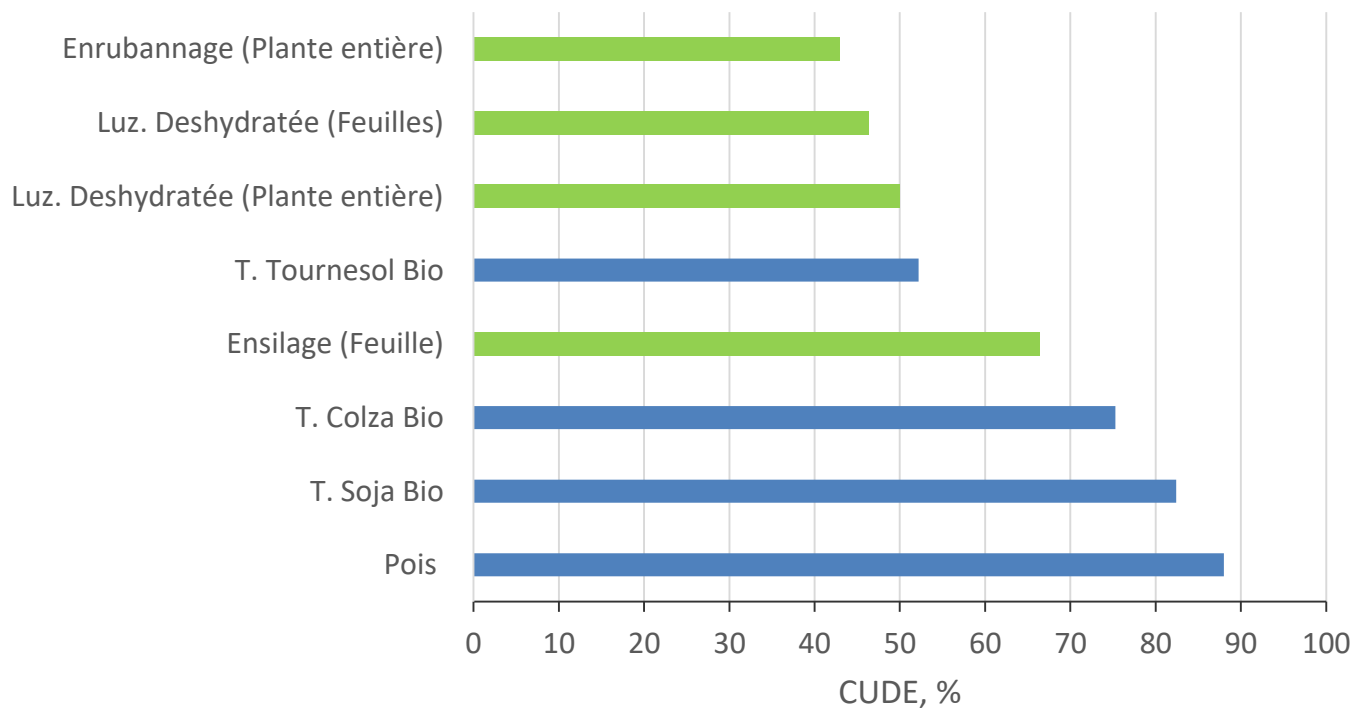
VALEUR DES MPs BIO (3)

TENEURS EN LYS DIS (% VALEURS TABLES)



VALEUR DES MPS BIO (4)

DIGESTIBILITÉ DE L'ENERGIE



CONCLUSIONS & PERSPECTIVES

- Pouvons nous utiliser les tables/équations actuelles pour évaluer la valeur des MP bio ?
 - 😊 Oui pour les T. Tournesol et T. Colza
 - ☹ Non pour le T. Soja et les Pois fourragers
 - ☹ Non pour les fourrages (pas de valeur; très variables, ect..)

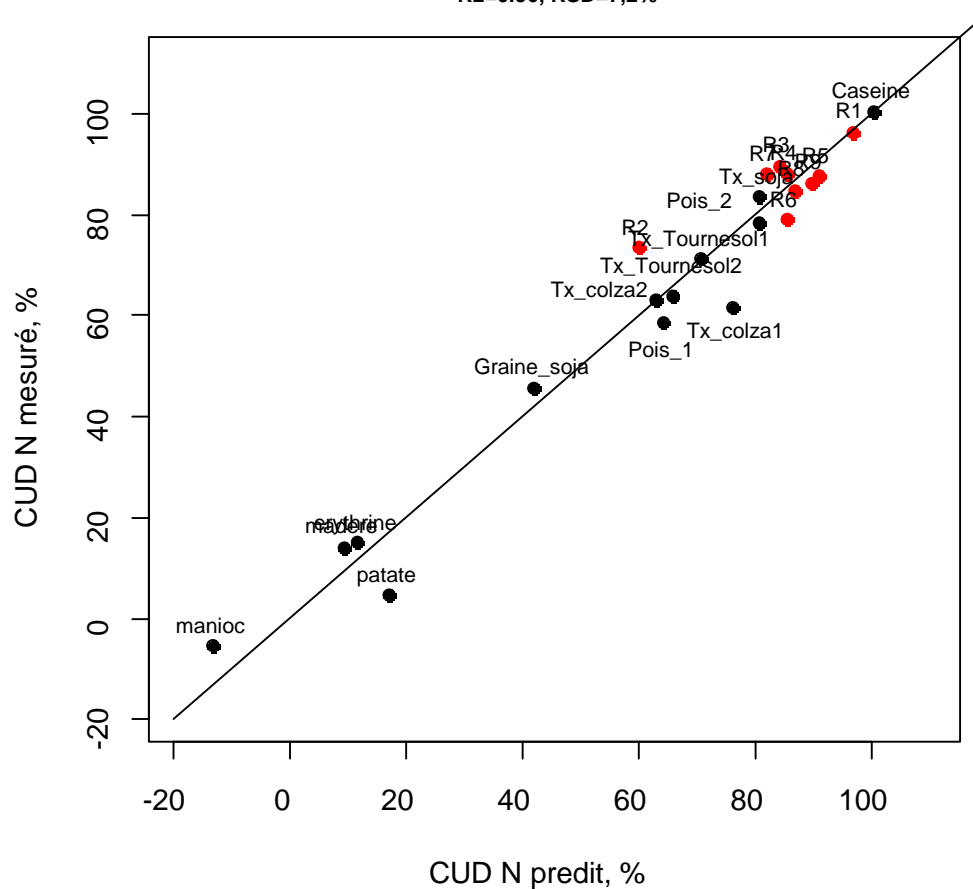
- Comment prendre en compte la variabilité de la valeur nutritionnelle en formulation ?
 - Marge de sécurité
 - Production d'équations de prédiction
 - Développement de méthodes *In vitro*



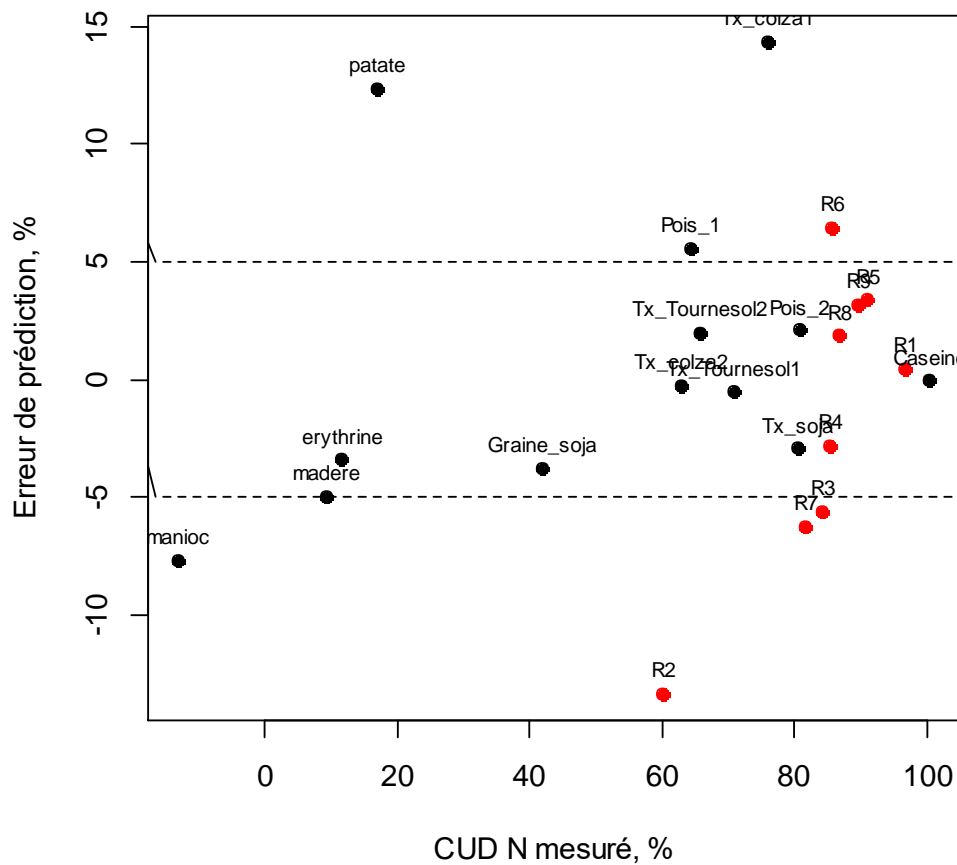
CONCLUSIONS & PERSPECTIVES

$$\text{CUD_N_invivo} = -198 + 2,99 \cdot \text{CUD_N_invitro} - 2,69 \cdot \text{CB} - 0,67 \cdot \text{MM} + 4,70 \cdot \text{ADL} + 0,85 \cdot \text{NDF}$$

R²=0.96, RSD=7,2%



CONCLUSIONS & PERSPECTIVES



REMERCIEMENTS

Financements



Partenaires



Collaborations

UMR PEGASE: E. Labussière, A. Constantin, V. Maheux, C. Mustière, C. Perrier, G. Robin

UEPR: V. Piedvache, F. Guérin, MH Lohat, A. Chauvin, F. Le Gouevic, M. Génissel, J. Georges, G. Guillemois et JF. Rouaud

UE GENESI: S. Ferchaud

AUTRES : Trustin'g



UTILISATION DES GRAINES DE SOJA EN ALIMENTATION PORCINE



Caractéristiques nutritionnelles de différentes graines

	Soja extrudé	Colza	Tournesol
EN MJ / kg	12.0	16.4	16.4
MG g / kg	202	455	460
CB g / kg	50	64	150
MAT g / kg	362	200	170
Lysine Dig. g / kg	18.6	8.6	(6.2 totale)
A.A. Dig. g / kg	42.6	24.5	(22.5 totaux)
A. linoléique g / kg	105	100	300 *

**Tournesol oléique : 30 à 50 g /kg*



Contrôles des graines d'oléagineux

- prioritaires :
 - humidité
 - matières grasses
 - cellulose

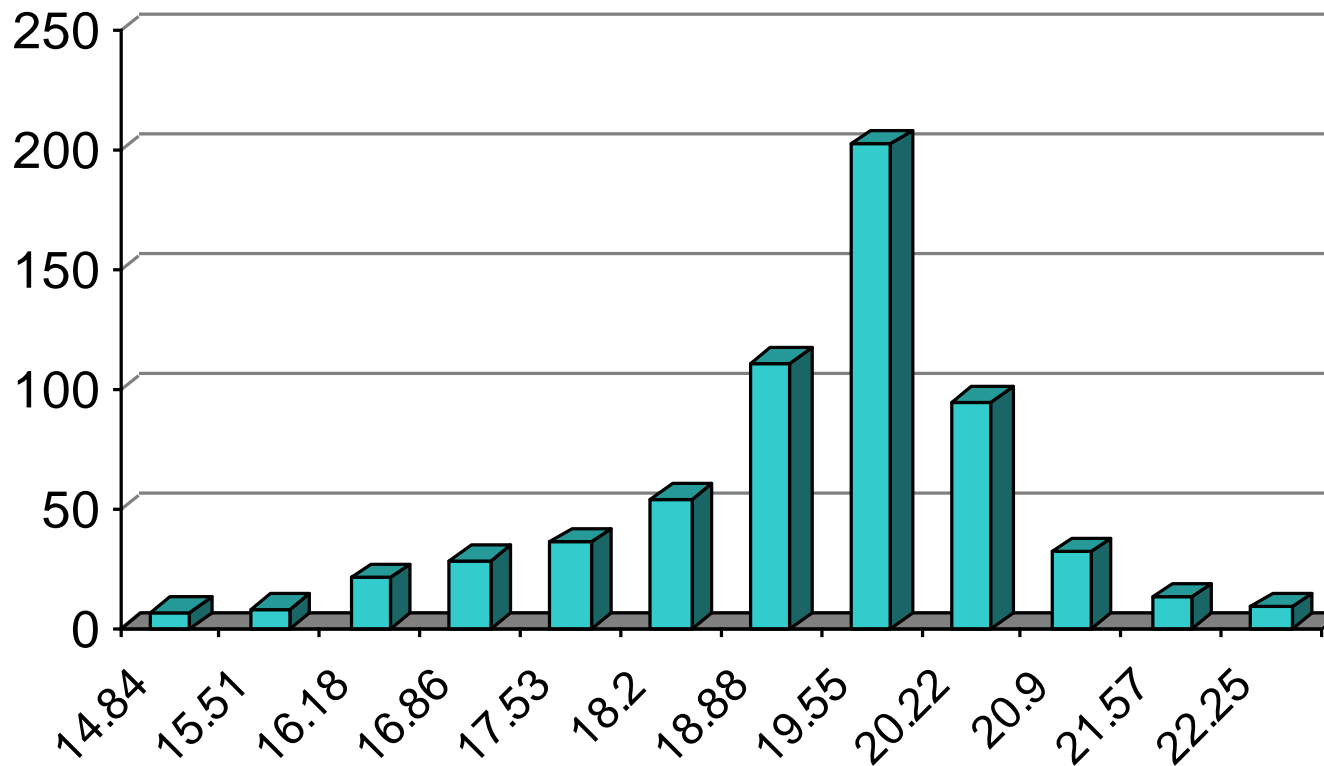
- dosages complémentaires :
 - acidité oléique (qualité conservation)



Variabilité de la graine de soja

Graine de soja Matières grasses brutes

Nombre d'échantillons



Io-7, banque de données de l'alimentation animale - AFZ



Les facteurs anti-trypsique

- **Nature**

- Polypeptides avec effets **antiprotéases**, en raison d'affinité spécifiques aux sites d'actions . En particulier les protéases pancréatiques: **Trypsine** et **Chymotrypsine**

- **Localisation végétale**

- Constituant cytoplasmique régulateur des actions protéolytiques

- **Mode d'actions**

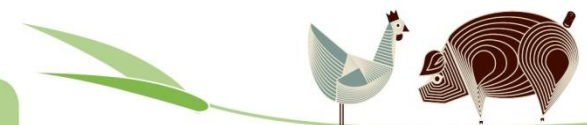
Liaisons irréversibles à la trypsine et la chymotrypsine



Masque les sites d'actions des enzymes



L'activité protéolytique des protéases est inhibée



Les facteurs anti-trypsique

L'activité antitrypsique : Valeurs Usuelles

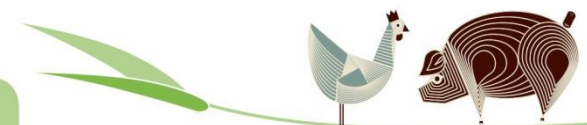
	Teneur en antitrypsique (mg/g)
Graine de soja crue	50 – 85
Tourteau de soja	16 – 60
Graine de soja toastée	6 – 8
Concentré protéiques de soja	2 - 6

D'après Lalles, 1993



Effets de la graine crue de soja en alimentation porcine

Eric Royer Ifip-institut du porc



But de l'étude : produire une alimentation sans tourteau de soja importé

- En utilisant des matières produites dans la région,
 - Avec une possibilité d'utilisation directe par l'éleveur,
 - Au moindre coût et donc économiquement rentable,
- Une alimentation garantie sans OGM,
- Et répondant aux exigences de la PAC (tête d'assolement pour monoculture de maïs)
- L'apport protéinique sera réalisé par :
 - Les protéagineux
 - Les tourteaux de colza et tournesol
 - La graine de soja crue



Déroulement de l'étude

- Étape 1 : à Moissac en 2012
 - culture des sojas : 2 variétés BAYA et ISIDOR
- Étape 2 : à Figeac en 2012 / 2013 / 2014
 - Essais sur truies gestantes et allaitantes
 - Essais sur porcelets 2ème âge
- Étape 3 : à Villefranche-de-Rouergue en 2013 et 2014
 - Essais sur porcs charcutiers



Caractéristiques des graines utilisées

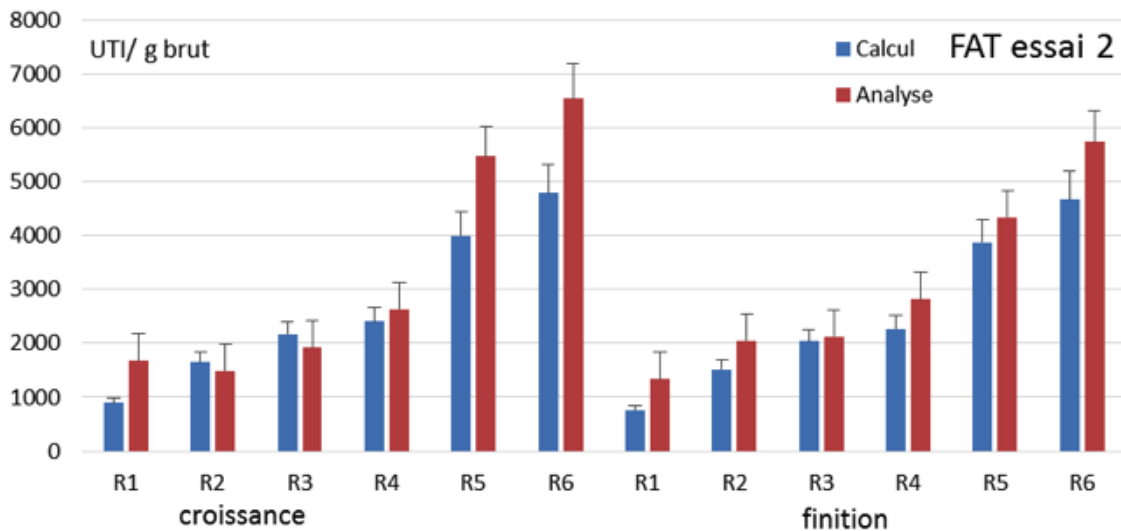
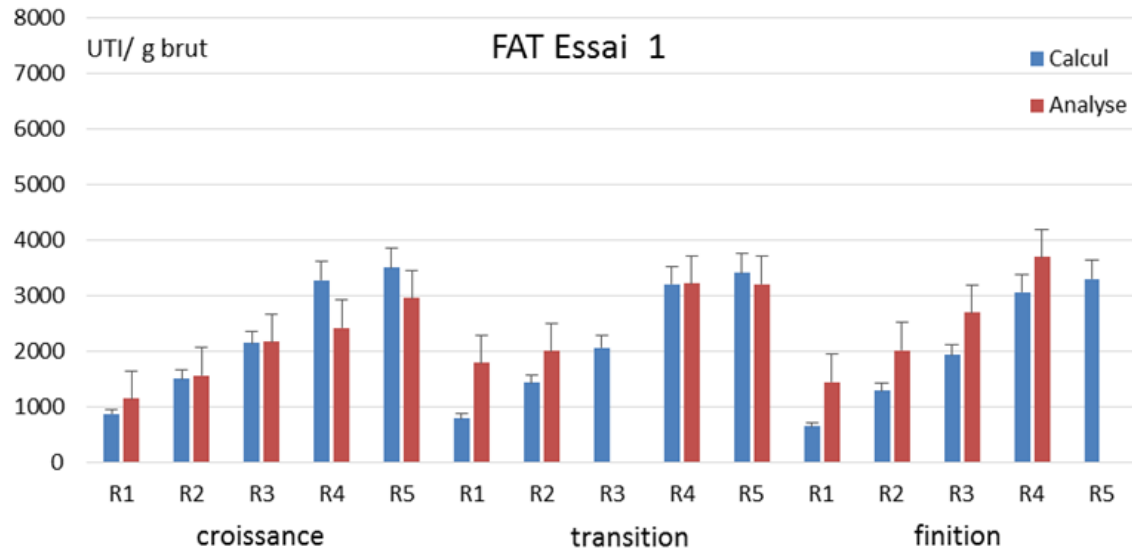
- Composition chimique des graines de soja

Type	Graines crues			Graines extrudées	
g /1000 g	Bahia	Isidor	Ecudor*	Lot Ifip	Tables**
Matière sèche	902	892	865	892	881
Matières azotées totales	343	381	369	375	348
Cellulose brute	59	43	46	59	52
Matières grasses	220	206	190	194	179
Matières minérales totales	56	58	59	51	52
Lysine totale	21.2	23.0	22.4	23.1	21.6
Azote soluble dans la soude, g/100 g prot.	78.1	83.8	81.5	73.6	
Digestib. enzymatique 1 H, g/100 g prot.	61.5	71.7	82.9	24.3	
Activité uréasique, mg/g par min	4.15	4.68	4.19	< 0.01	
Facteurs antitrypsiques, UTI/g					
analyse 1	48 073	69 523	39 893	6 454	
analyse 2	30 687	65 095	26 515		
valeur retenue	39 380	67 309	35 434	6 454	



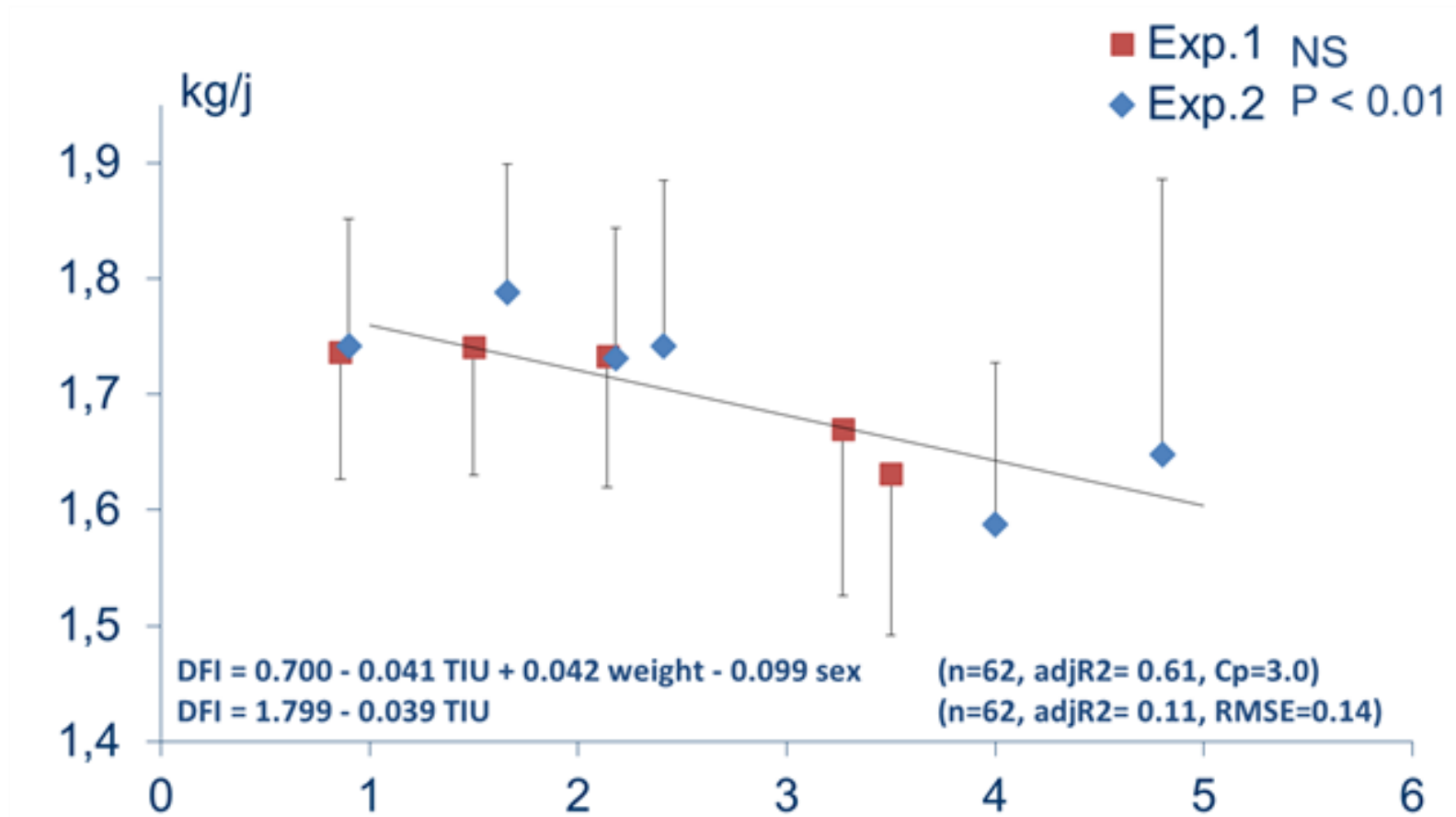
Caractéristiques des aliments des essais

- Concentrations calculées et mesurées en FAT des aliments



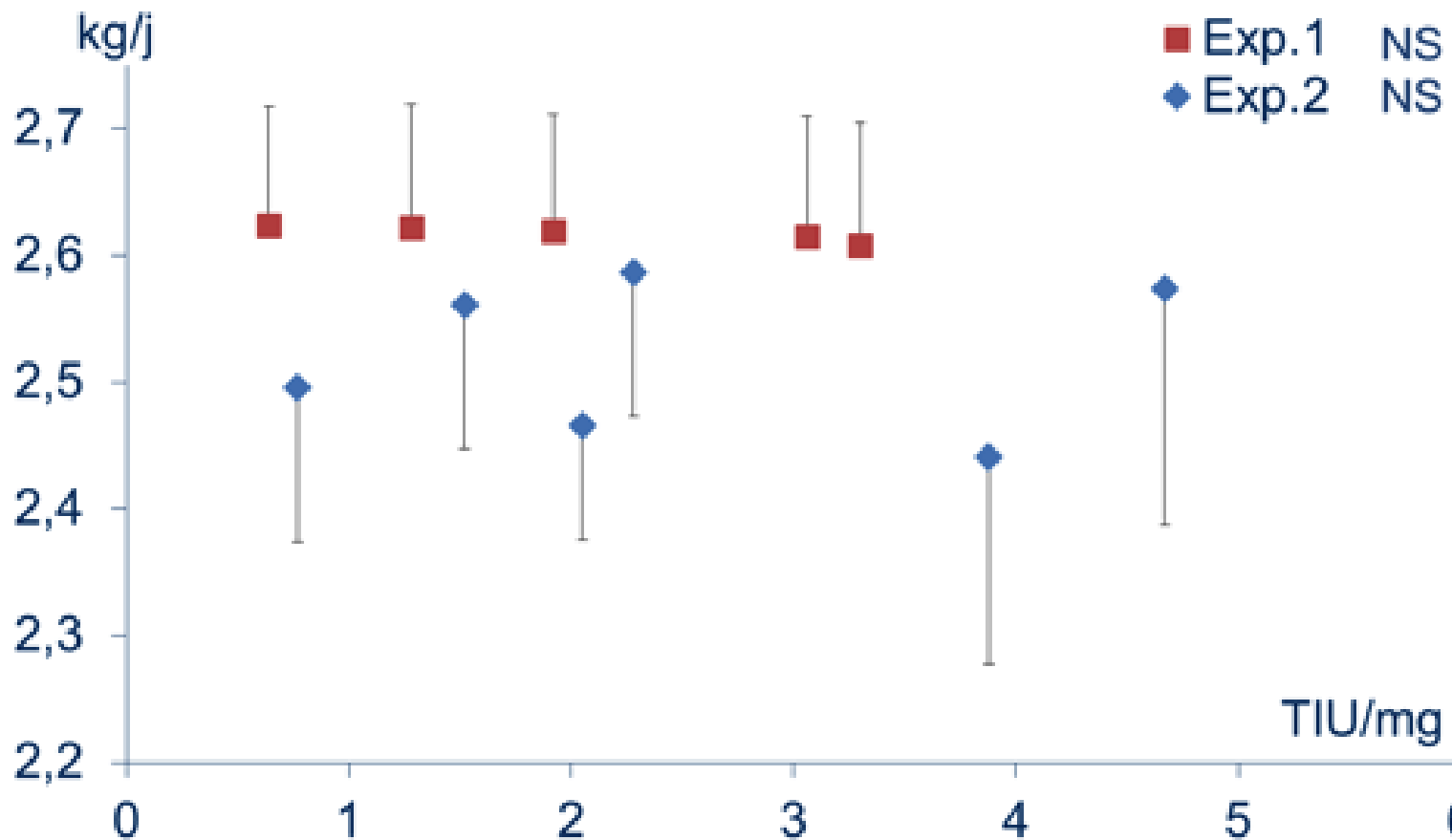
Performances zootechniques

- Effet de la teneur en FAT sur la consommation en phase croissance



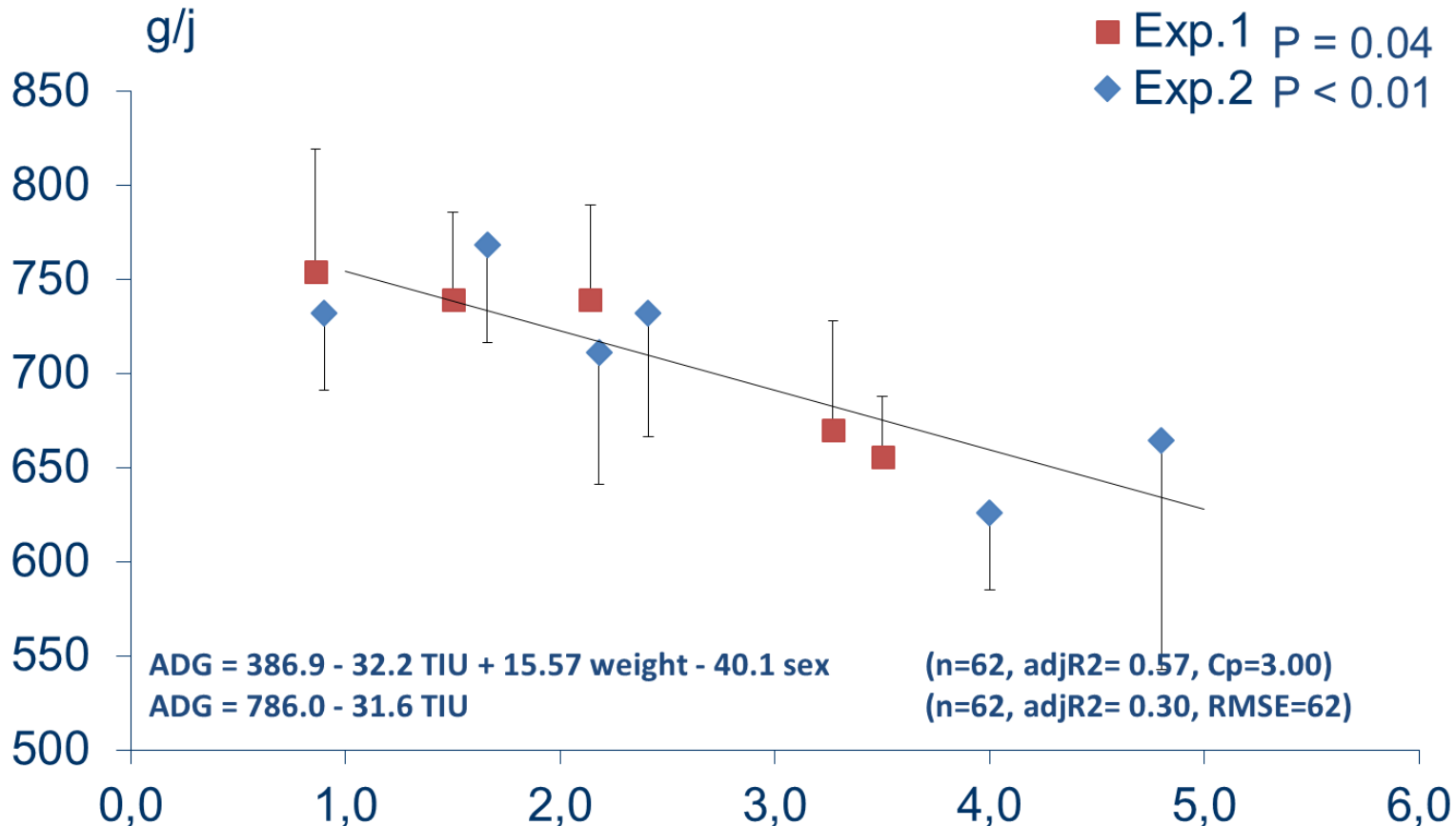
Performances zootechniques

- Effet de la teneur en FAT sur la consommation en phase finition



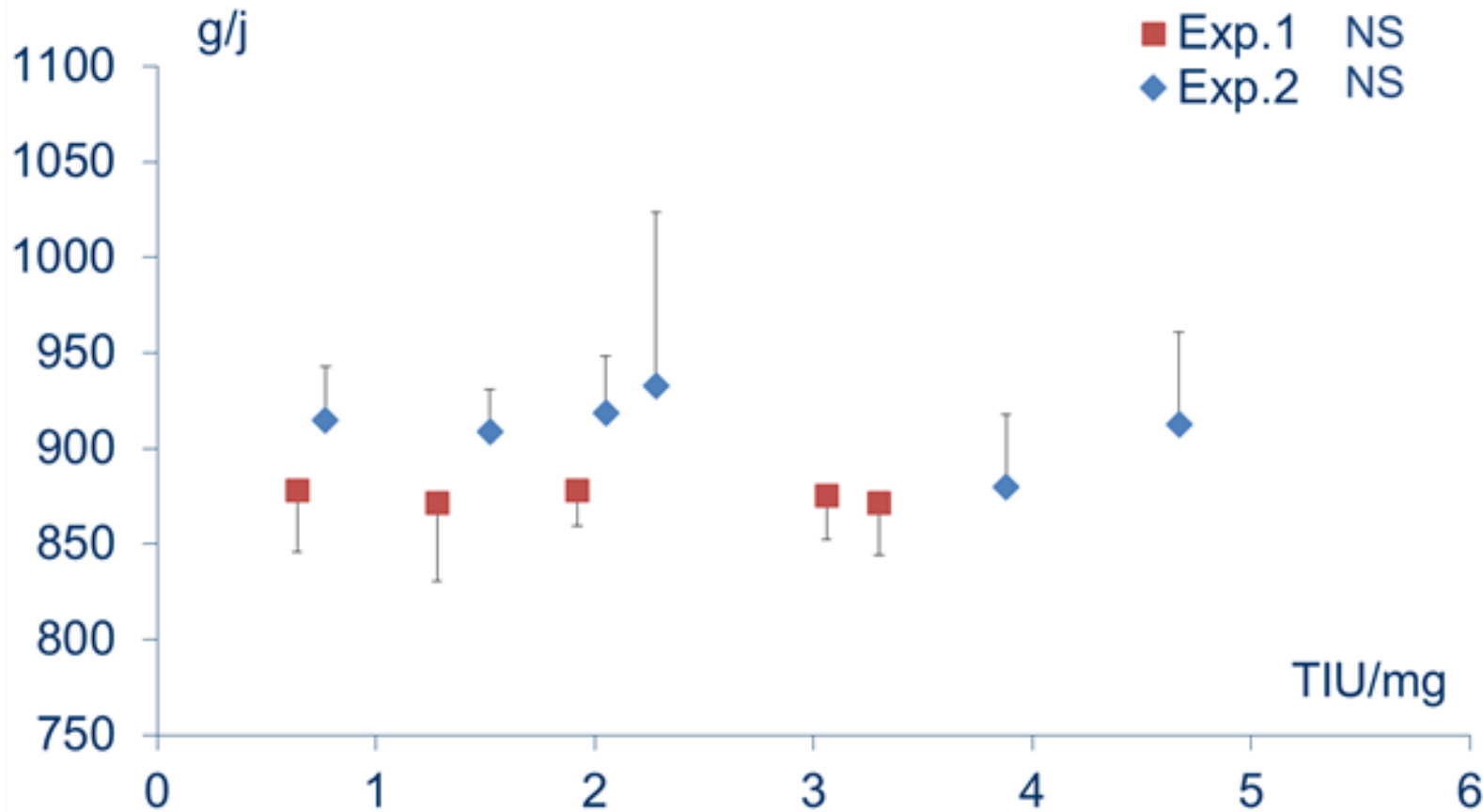
Performances zootechniques

- Effet de la teneur en FAT sur le gain quotidien en phase croissance



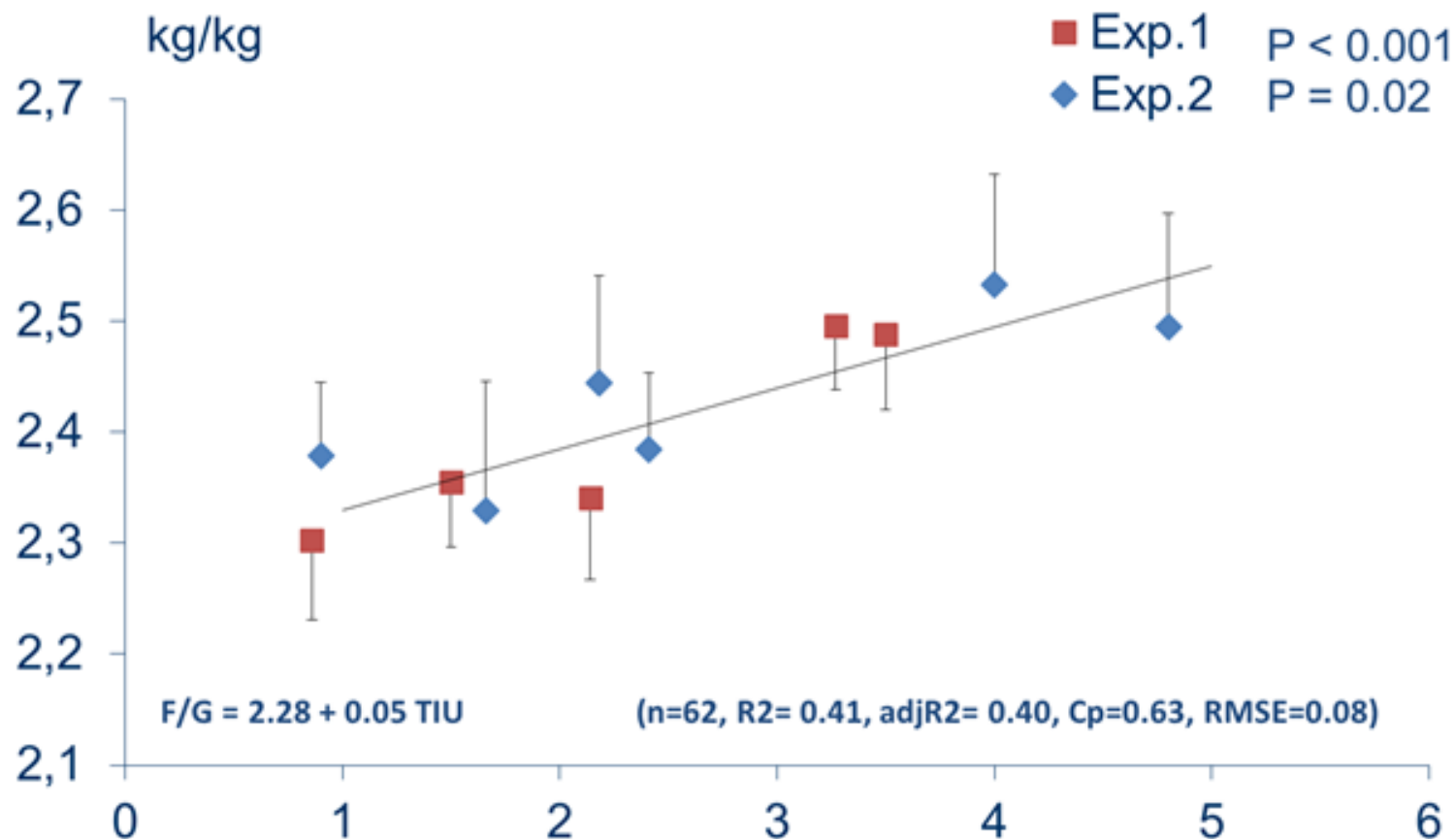
Performances zootechniques

- Effet de la teneur en FAT sur le gain quotidien en phase finition



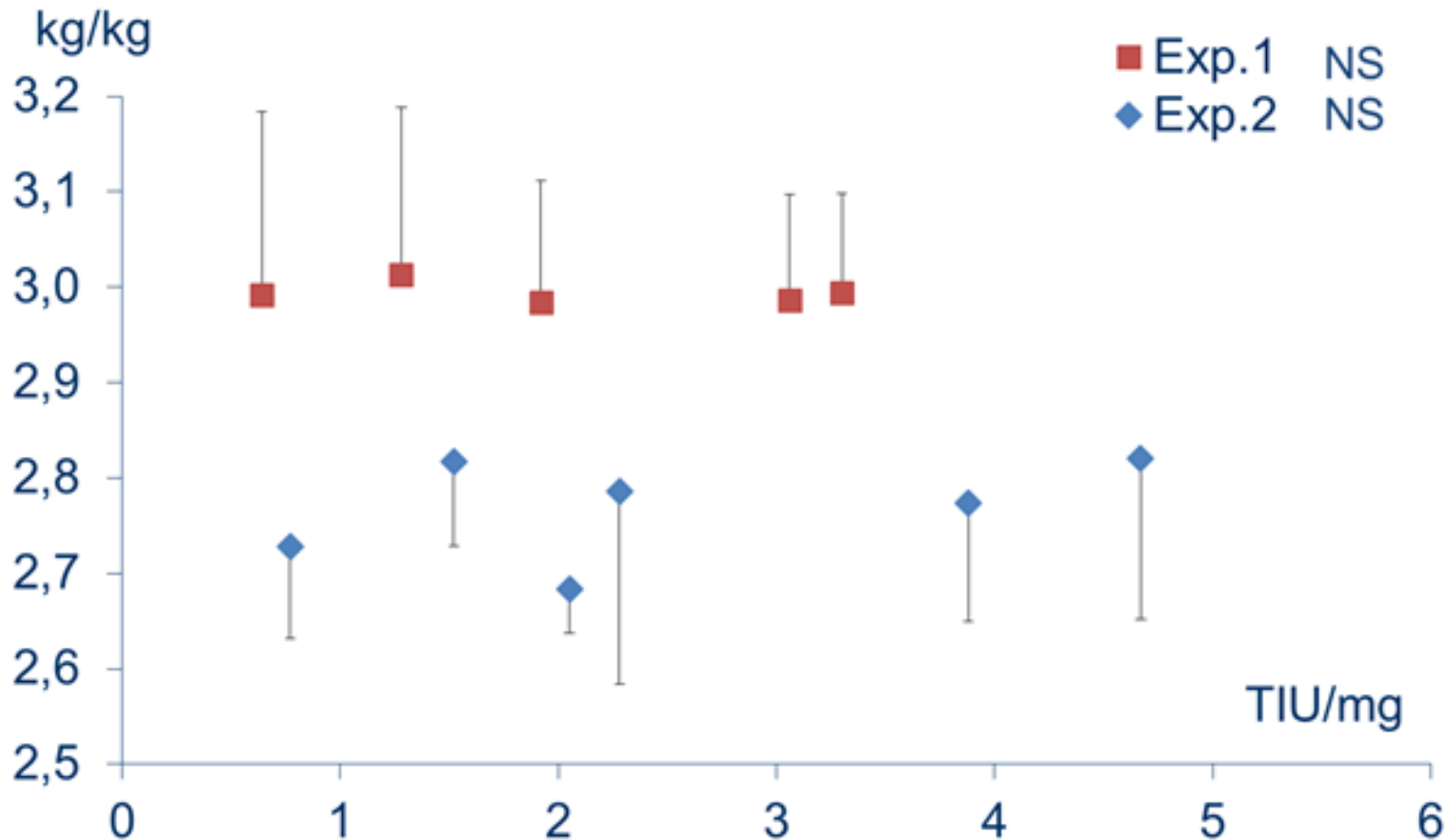
Performances zootechniques

- Effet de la teneur en FAT sur l'indice de consommation en phase croissance



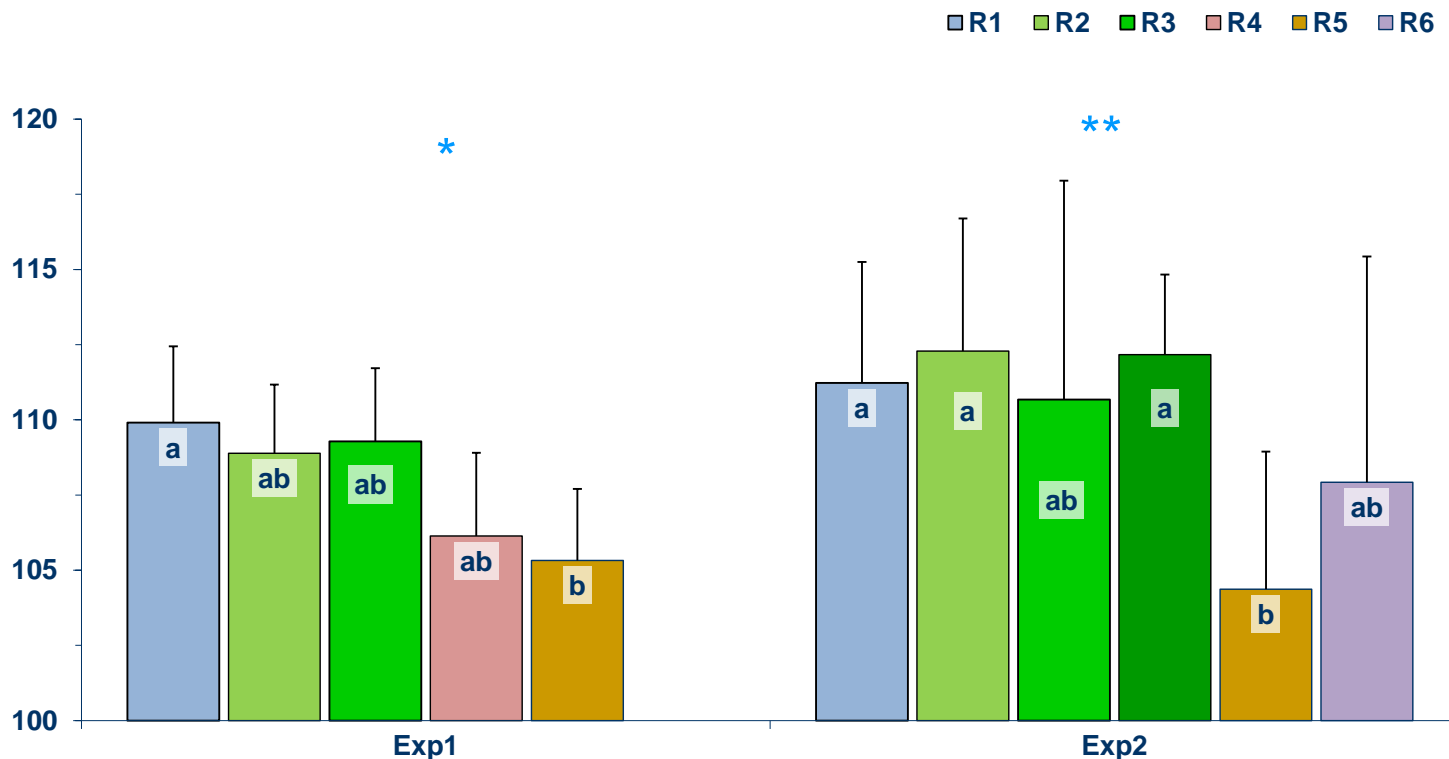
Performances zootechniques

■ Effet de la teneur en FAT sur l'indice de consommation en phase finition



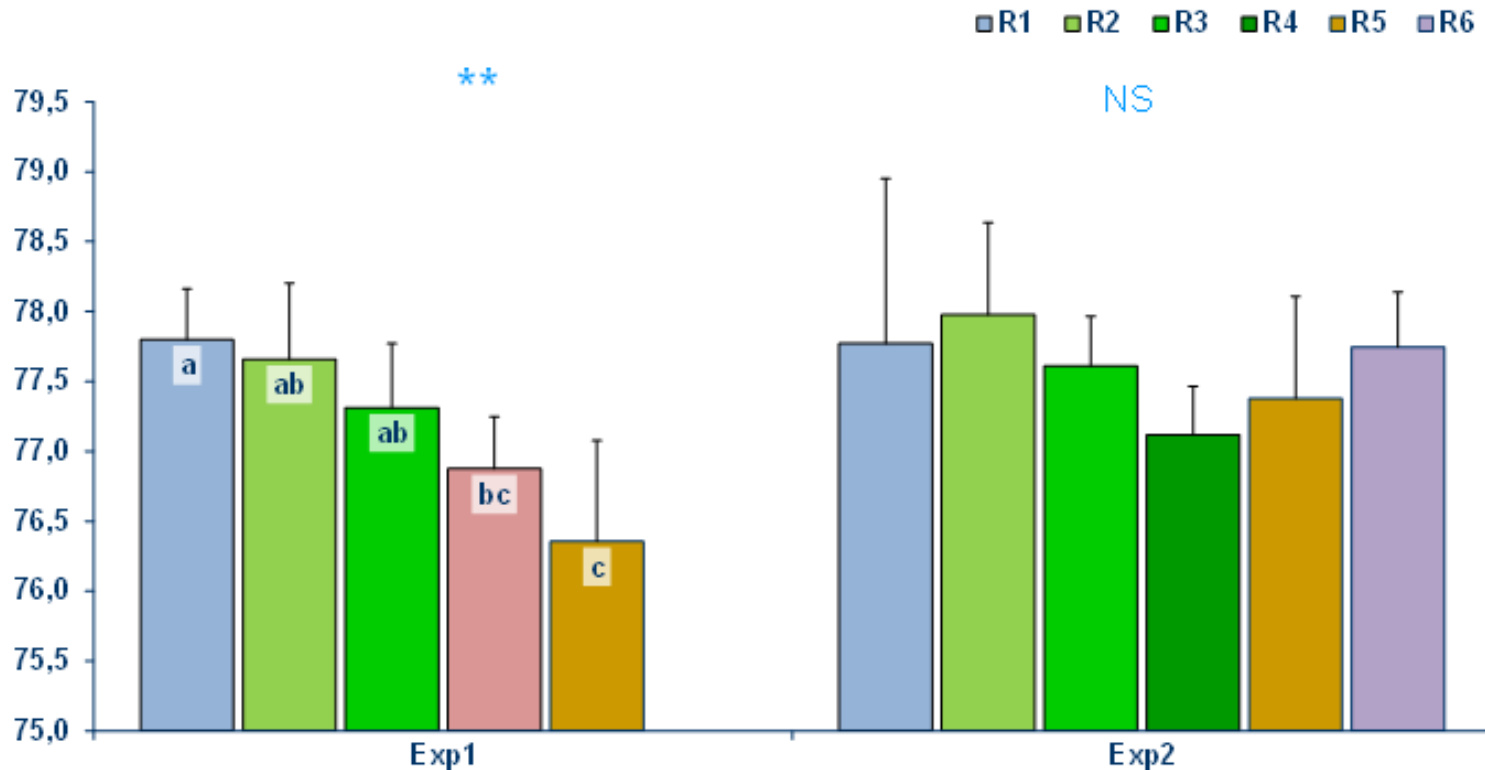
Performances zootechniques

- Influence de la teneur en FAT sur le poids vif à la date du 1^{er} départ à l'abattoir lors des essais 1 et 2



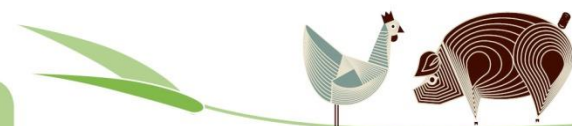
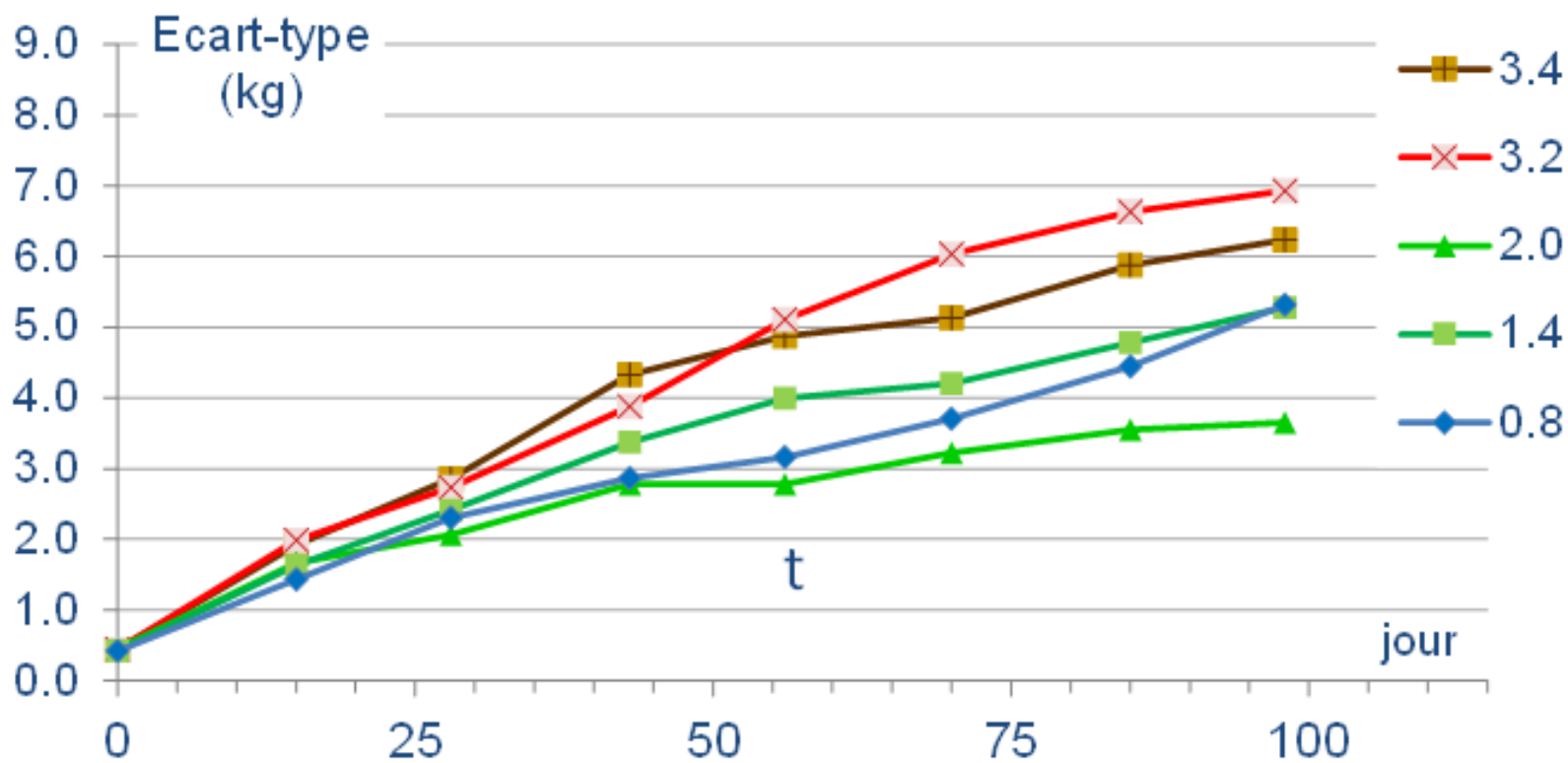
Performances zootechniques

- Influence de la teneur en FAT sur le rendement carcasse lors des essais 1 et 2



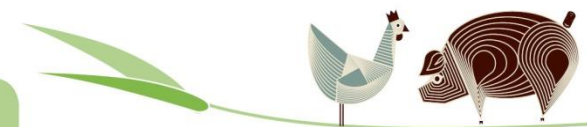
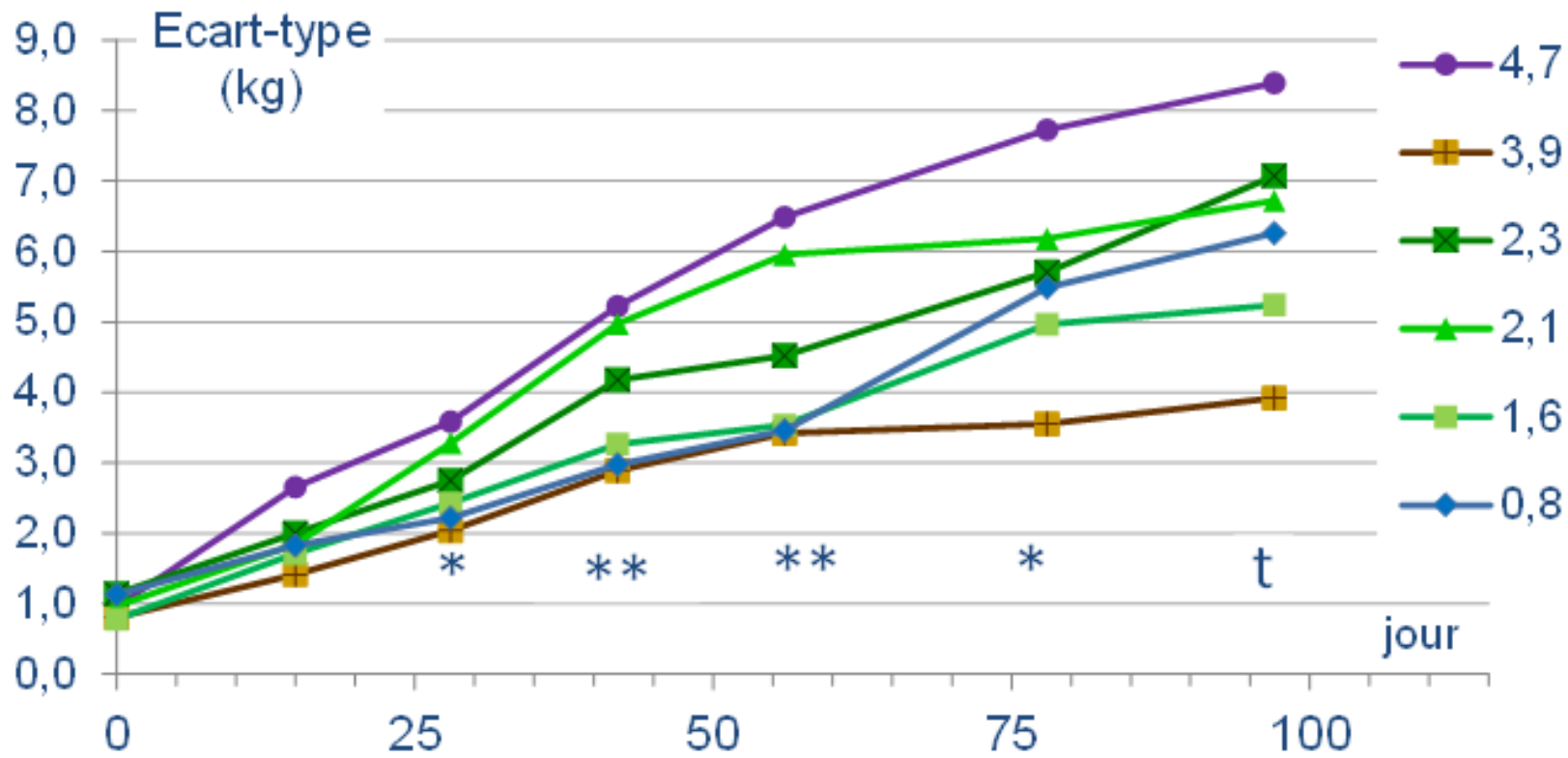
Performances zootechniques

■ Evolution de l'hétérogénéité des cases de l'essai 1



Performances zootechniques

■ Evolution de l'hétérogénéité des cases de l'essai 2



Conclusions

- Détermination teneurs en FAT peu aisée
 - Homogénéité graines
 - Incertitude analyse
- Baisse CMJ et GMQ en début d'engraissement
 - - 40 g CMJ, -32 g GMQ, +0,05 pt IC / j par 1000 UIT FAT/ g
 - Peu de différence jusqu'à 2300 UTI
- Effet limité en finition
 - IC dégradé à 4700 UTI/g
 - Hétérogénéité entre individus
- Peu d'effet sur la santé
- Limite commune 2ème âge et engraissement
 - 3000 UIT/ g
 - 4000 UIT/ g si baisse performance acceptée
 - Incorporation de $\pm 5 \%$ (2300-3300 essais 1 et 2)

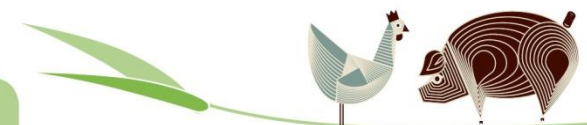


Graines de soja traitées – traitements technologiques



Traitements thermiques possibles

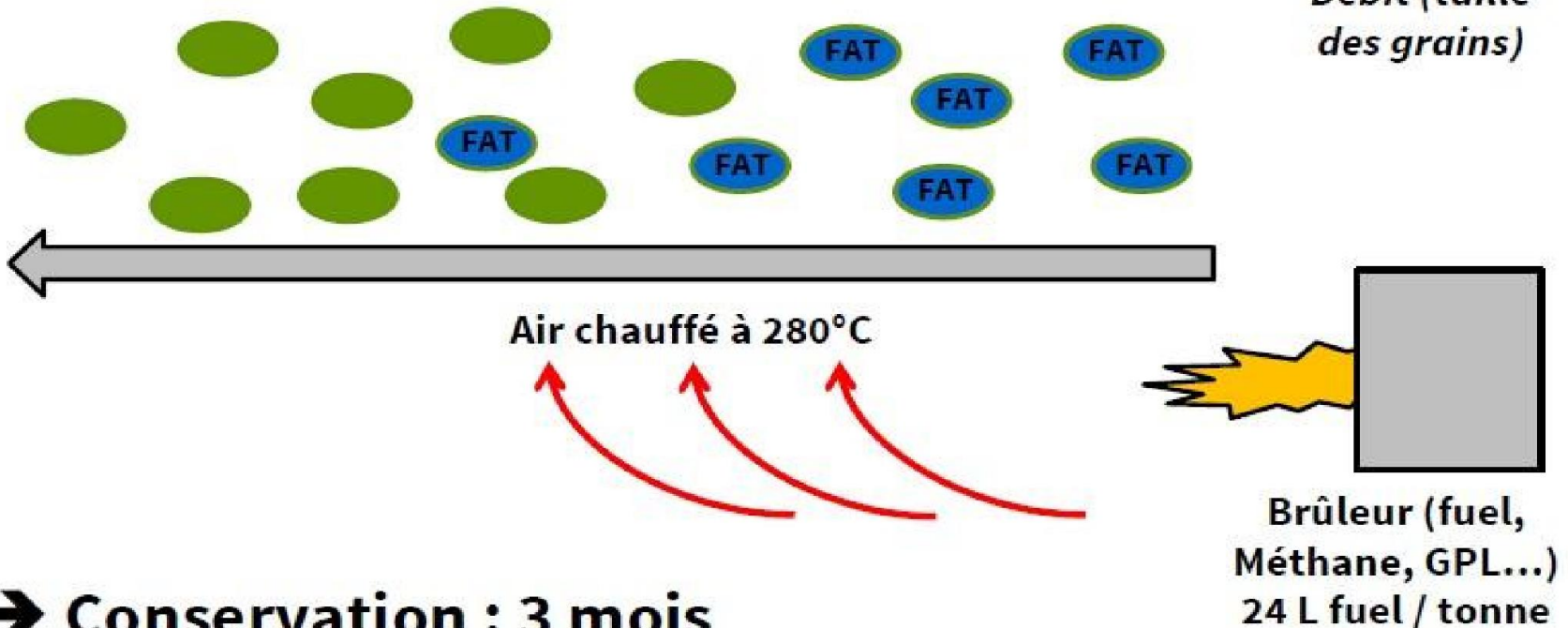
- Deux méthodes :
 - Extrusion
 - Etapes :
 - Broyage
 - Mise sous pression : augmentation T°
 - Refroidissement
 - Energivore : 300 cv pour 300 kg / heure
 - Mobilité impossible
 - Délicat à mettre en œuvre sur de petites unités
 - Technique, rentabilité, etc...
 - Viable sur de grosses unités
 - Toastage
 - Etapes :
 - Toastage
 - Refroidissement à l'air
 - Peu énergivore
 - Mobilité
 - Viable sur de petites unités



toaster en CUMA - Fonctionnement

Fonctionnement du toaster

Cuisson quelques dizaines de secondes = 1,5 à 1,8 t/h

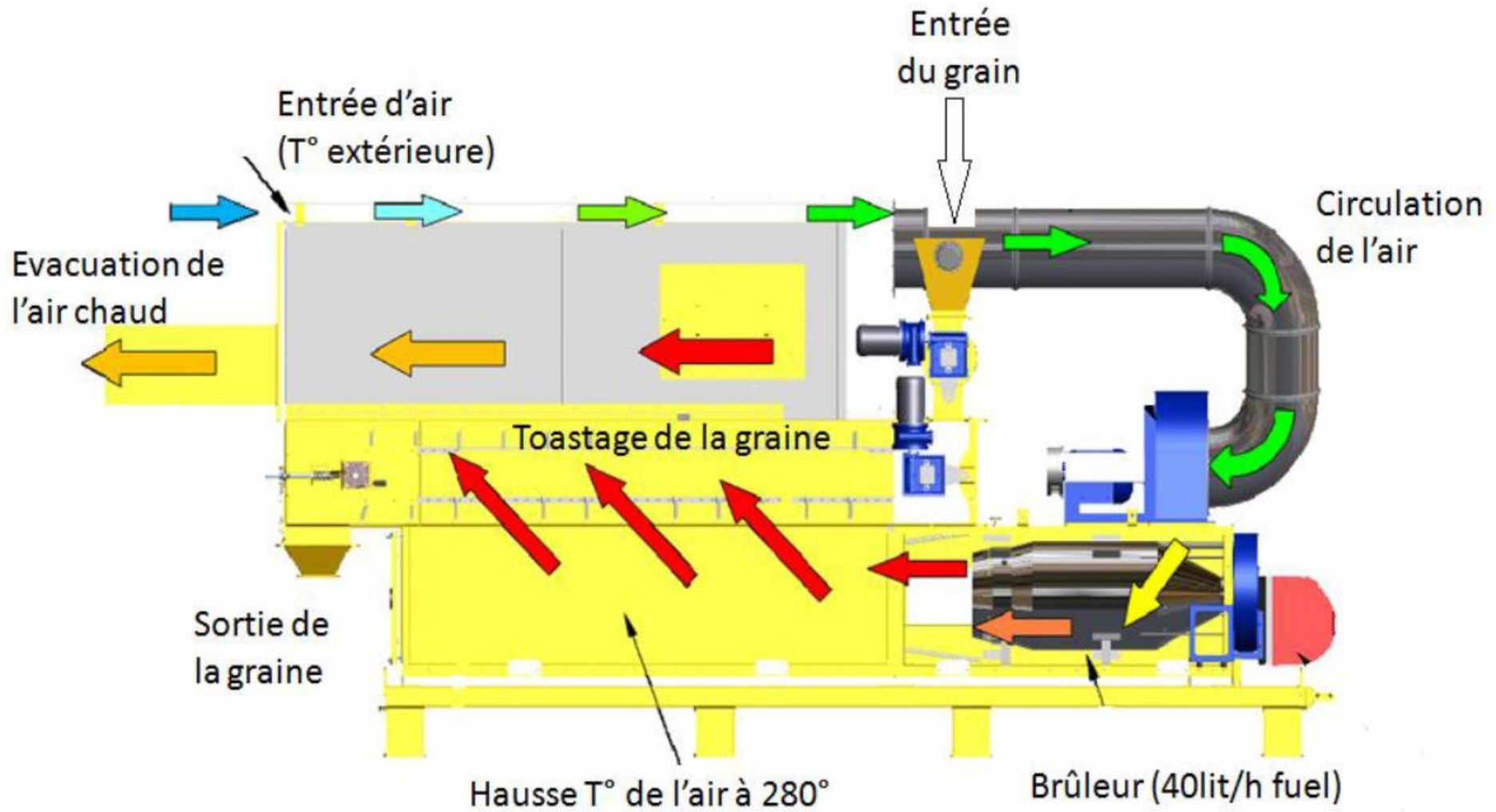


→ Conservation : 3 mois

FAT : facteurs antinutritionnels (tanins, facteurs antitrypsiques, lectines, vincine, ect)

→ *Tout les FAT ne sont pas thermosensibles*

Toaster en CUMA - Fonctionnement



Toaster en CUMA – Quelques chiffres



- Débit de chantier : 1.5 t à 2 t / heure
 - Soit par jour : 10 à 15 tonnes
 - 150 jours d'utilisation
 - 1 500 tonnes de potentiel annuel
- Investissements : 80 000 € (environ) tout compris
- Prix de revient (estimé): 10 € / t + 40 L / he de gazoil
- Soit : $10 + 27 * 0.8 = 31$ € / t de produit
- Prix facturé par la CUMA : 33 €/heure hors gazoil



Toaster en CUMA



Exemple de trituration à la ferme

