

Cascade de l'azote



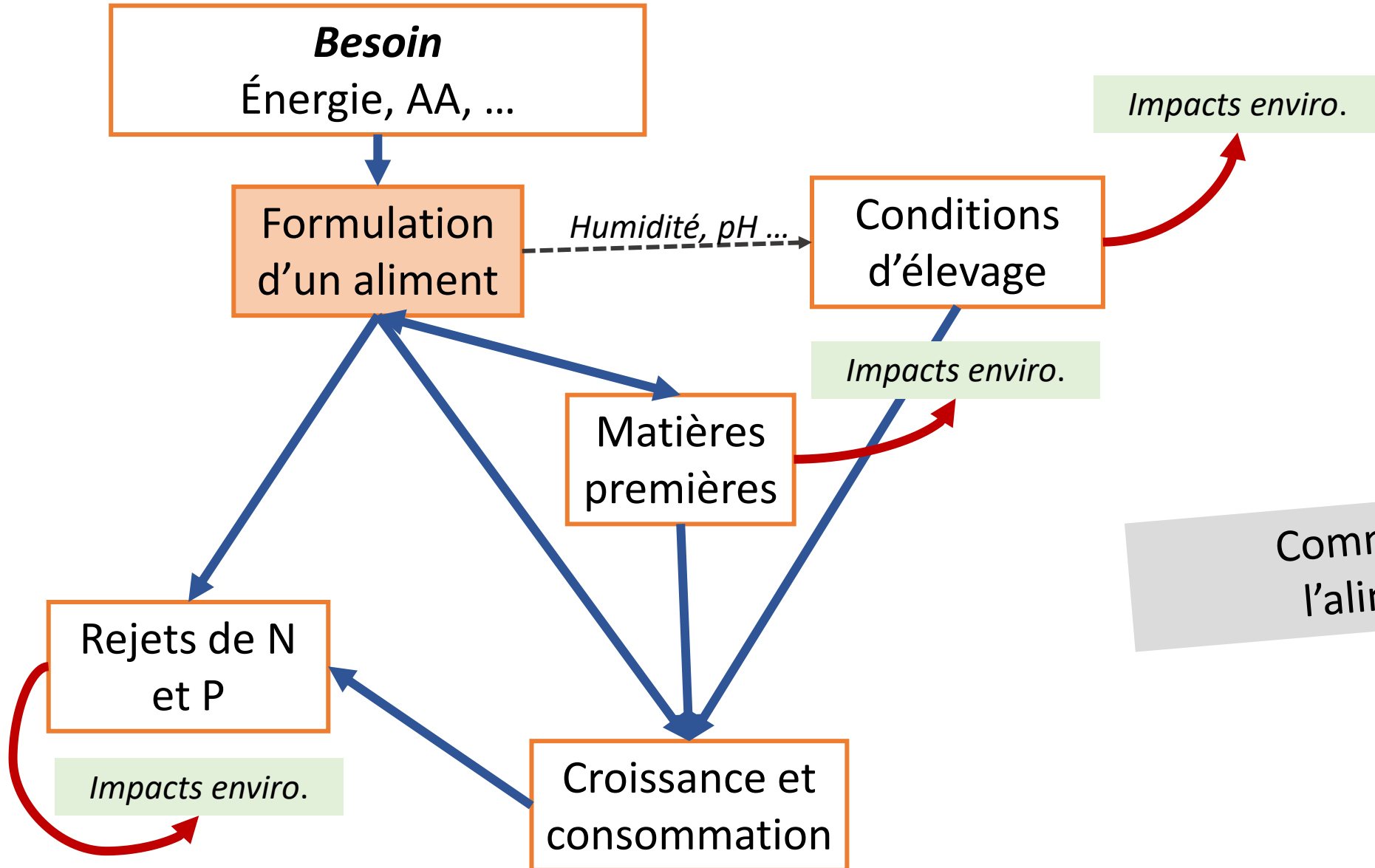
Stratégies alimentaires : quels leviers pour améliorer la durabilité ?

Théophile de Rauglaudre

Bertrand Méda Sébastien Fournel

Marie-Pierre Létourneau-Montminy

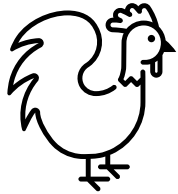
L'aliment une place centrale dans la réduction des impacts environnementaux



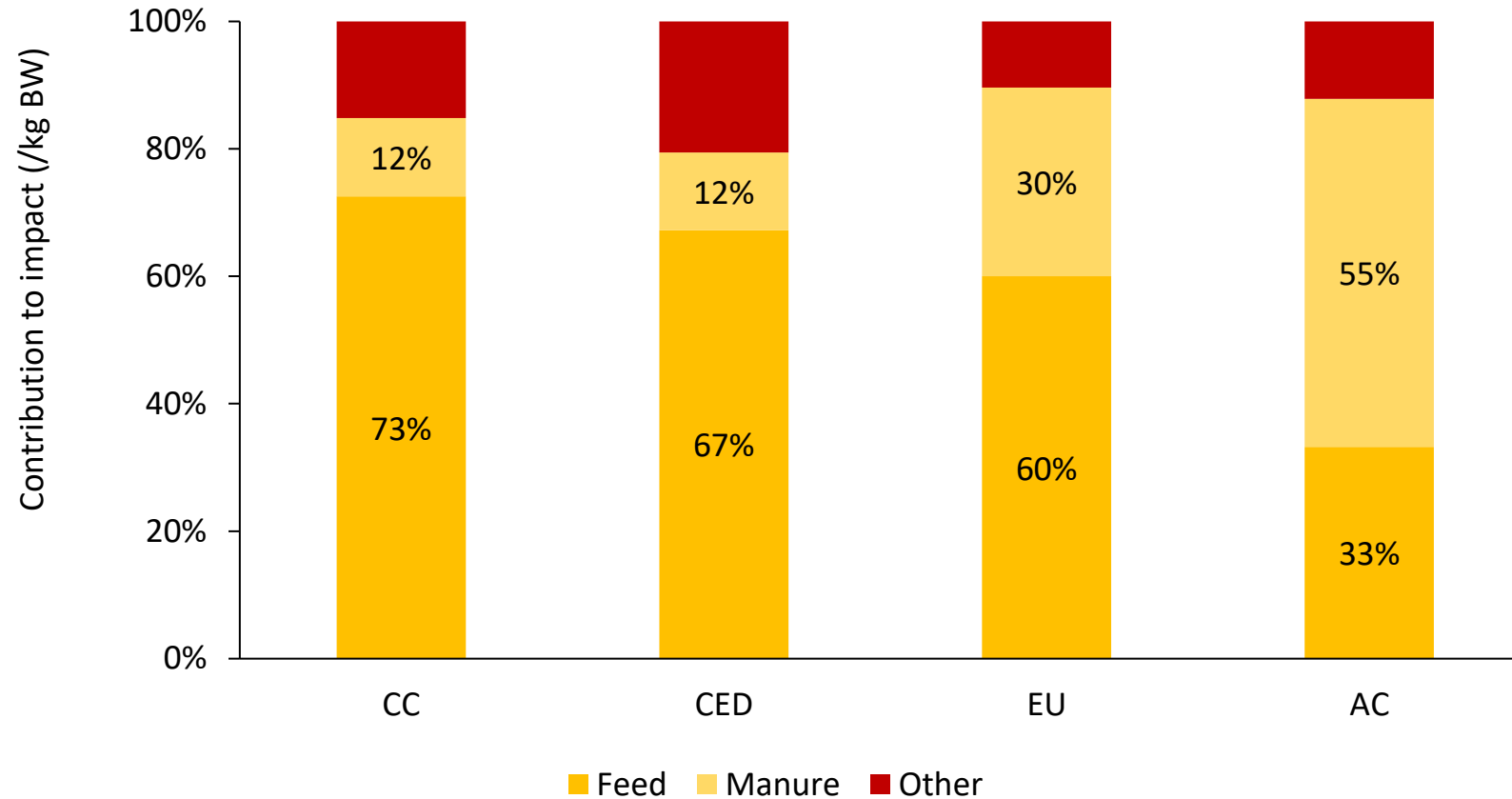
Comment utiliser l'alimentation?

Les impacts environnementaux proviennent majoritairement de l'alimentation et des pertes de nutriments

Leinonen *et al.* (2012)
Prudêncio da Silva *et al.* (2014)
Méda *et al.* (2021)



Exemple du poulet



CC = Changement climatique; CED = besoin en énergie ; EU = Eutrophisation AC = Acidification

Plan de la présentation

Importance de l'efficacité alimentaire

Choix des matières premières et nouveaux ingrédients

Enzymes & additifs

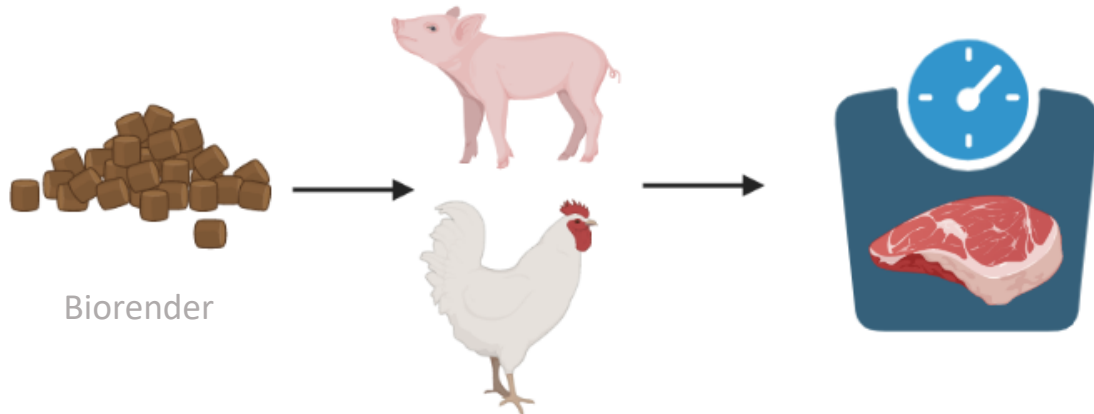
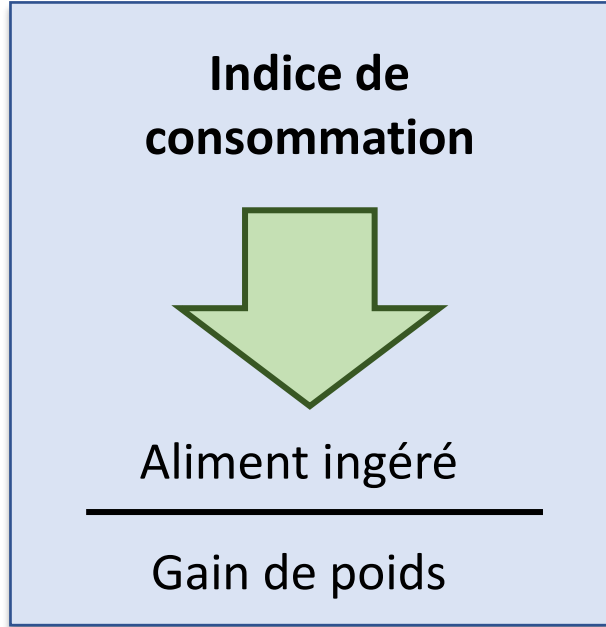
Impact de la consommation d'eau

Augmenter l'efficacité d'utilisation des nutriments

Mise en place des stratégies

Améliorer l'indice de consommation permet de diminuer les impacts lié à l'aliment

Méda et al., 2021



Impact (% du minimum)

125%

120%

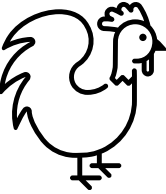
115%

110%

105%

100%

Effet de l'augmentation de l'IC avec un même aliment



Phosphore Fossile

Occupation du sol

Chang. Climatique

1,45

1,55

1,65

1,75

1,85

1,95

Indice de consommation

Bien-être animal et environnement, comment trouver l'équilibre

Si amélioration du bien être animale = augmentation de l'IC



Consommation + élevé pour une même production



Augmentation des impacts environnementaux

Identifier les mesures qui améliorent le BEA sans impacter l'IC

Communiquer/discuter avec les consommateurs de ce fait

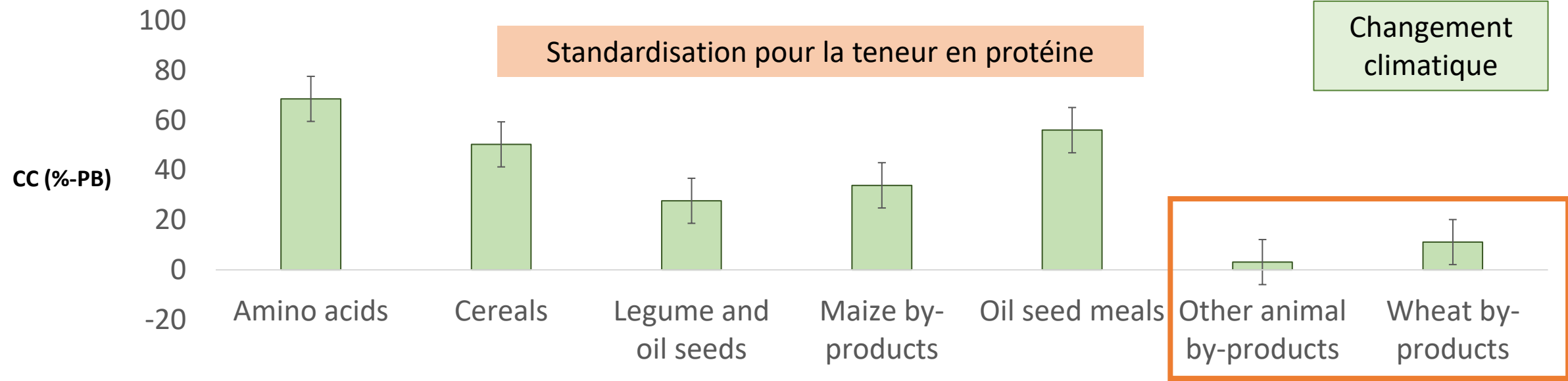
Trouver le bon compromis

Quelles matières premières pour améliorer la durabilité ?

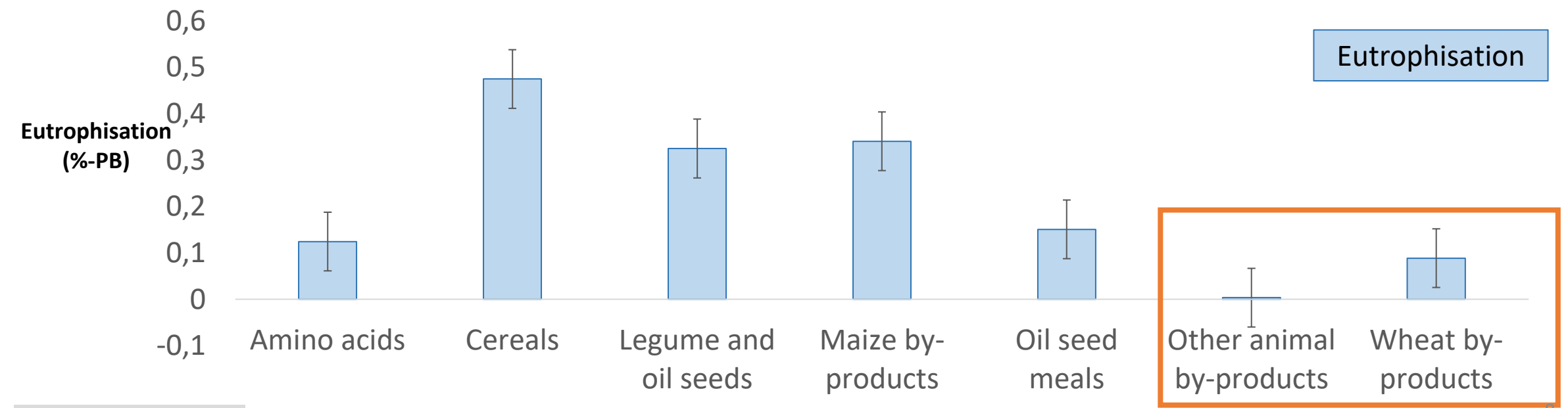
Impacts du choix des matières premières

Standardisation pour la teneur en protéine

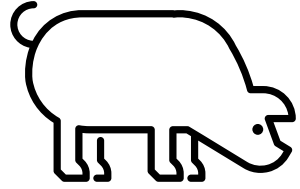
Changement climatique



Eutrophisation




Coproduits; ils ne sont pas tous égaux



Effet environnementaux de l'inclusion de 4 co-produits en porc

1. Farine animale
2. Farine biscuiterie
3. DDGS
4. Wheat short

Matériel et Méthode

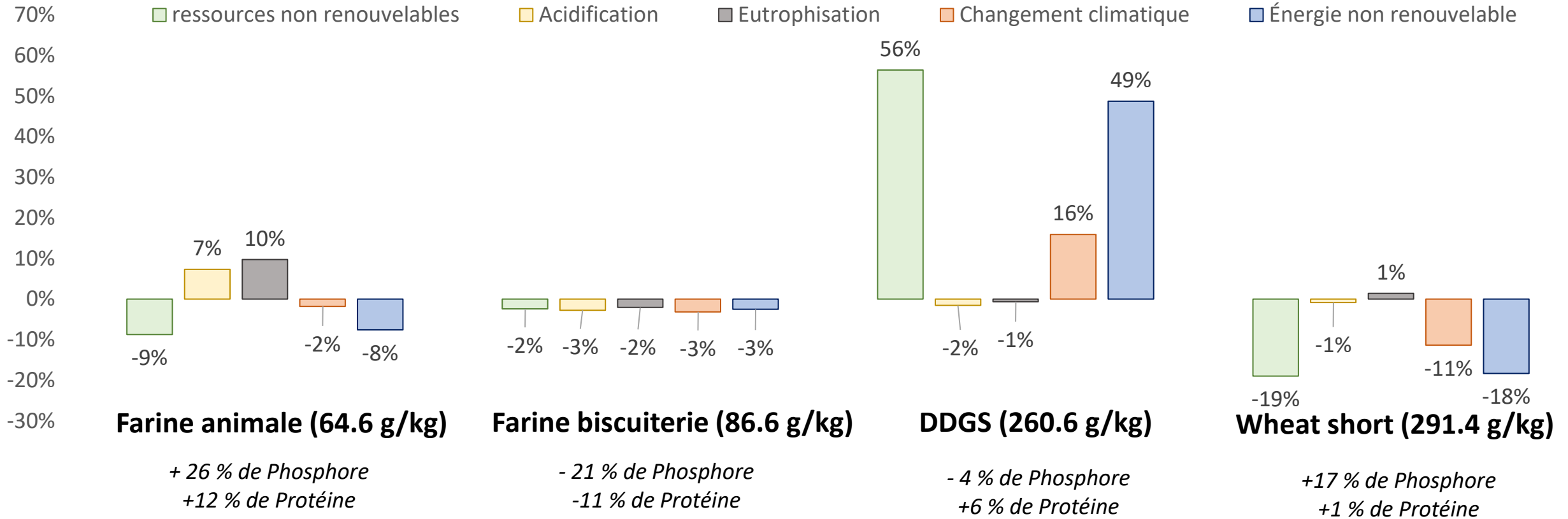
- Modélisation par ACV 
- Ontario et Québec
- Unité fonctionnelle : 1 kg de carcasse
- Niveaux d'inclusions « conservateurs »
- Hypothèses : Pas d'effet sur les performances

Coproduits; ils ne sont pas tous égaux



16.48% de Pb
Phosphore : 0.50

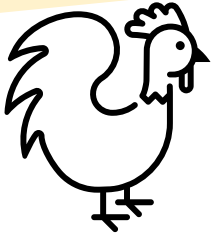
Différence avec le control



ACV – kg / carcasse

Mackenzie et al., 2016

Bonne perspectives de certains co-produits mais l'augmentation de la teneur en N et P réduit les intérêts des stratégies (à travailler en formulation)



Tallentire et al., 2018

Evaluation environnemental d'aliments alternatifs

Objectif

Remplacer le tourteau par des ingrédients alternatifs

Hypothèse

Pas d'impacts sur les performances

Choix méthodo

Allocation économique

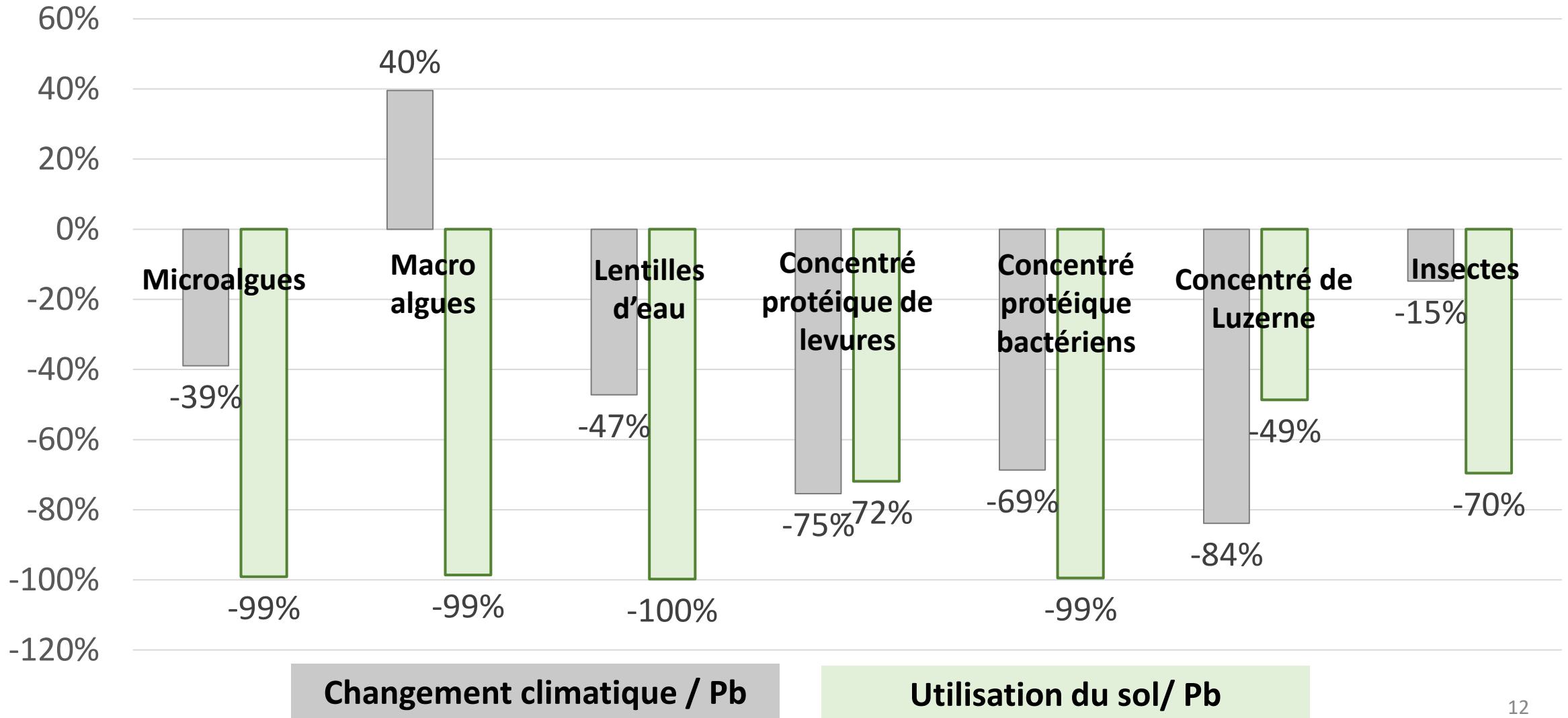
Contexte Européen

Nutriment : uniquement des minimums en formulation

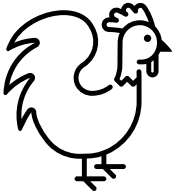
	Teneur en Protéine (%)	Inclusion aliment (%)	C.C Co2 eq	S.O m2 kg1
Microalgues	58	17.1	2.31	0.034
Macroalgues	23.1	17.1	2.1	0.021
Lentilles d'eau (<i>Lemna</i>)	30.1	17.1	1.03	0.004
Concentré protéique de levures	67.6	19	1.08	1.26
Concentré protéique bactériens	72.9	9.5	1.49	0.026
Concentré protéique de luzerne	58.0	38	0.611	1.98
Farine d'insectes	52.4	28.5	2.91	1.06
Tourteau de soja	46.8	24.6	3.05	3.11

Comparaison des impacts des matières premières standardisées par leurs niveaux en protéines

Différence avec le control (%)

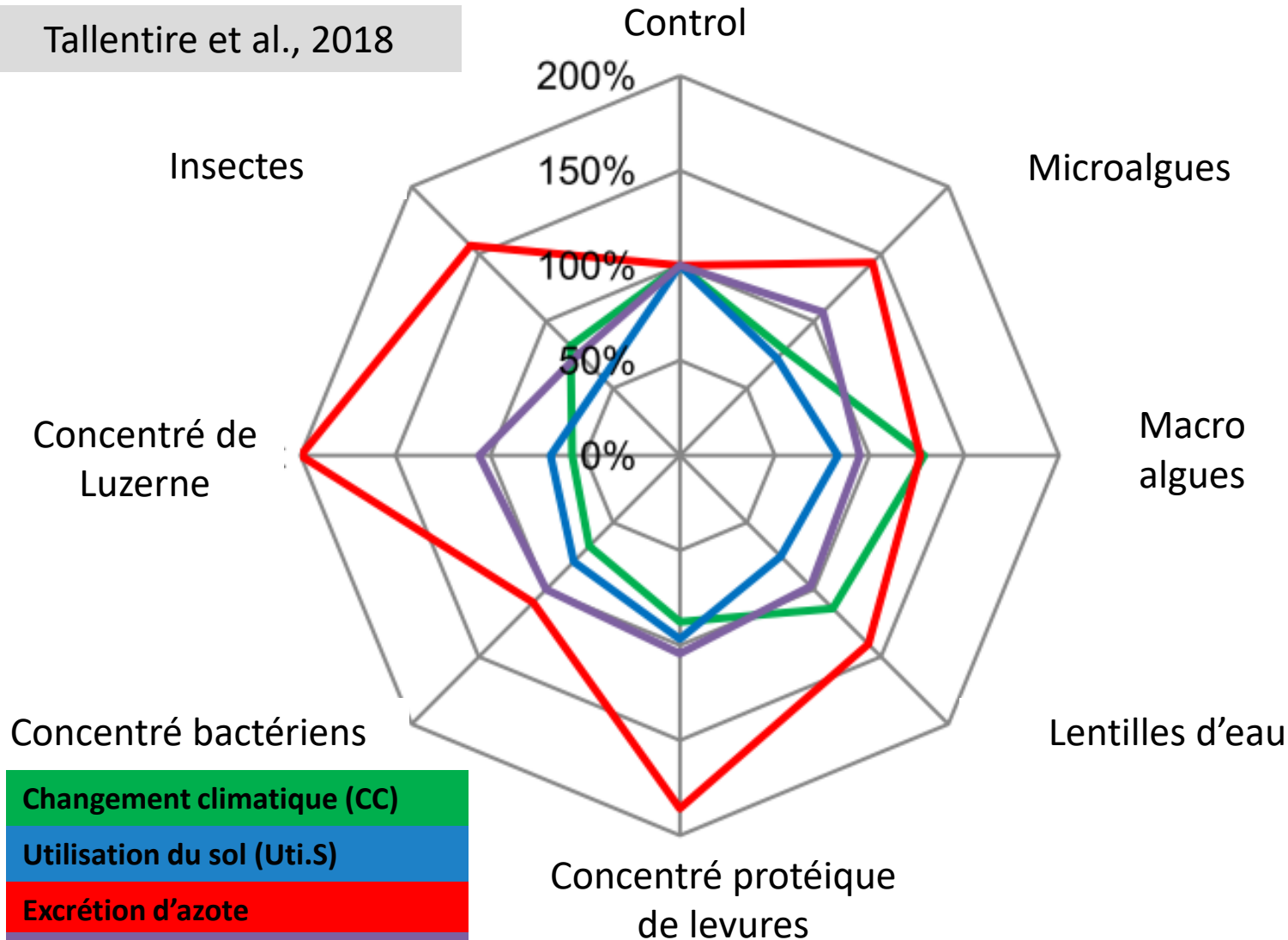


Aliments alternatifs, des intérêts et des questions



Tallentire et al., 2018

Attention contexte européens
Valeurs du tourteau de soja



Réduction CC (sauf Macro-algues) ✓
Réduction Uti.S pour toutes les stratégies

Augmentation de l'excrétion d'azoté et de phosphore ✗

➡ **Problème niveaux de protéine et de P**

- Changement climatique (CC)
- Utilisation du sol (Uti.S)
- Excrétion d'azote
- Excrétion de phosphore

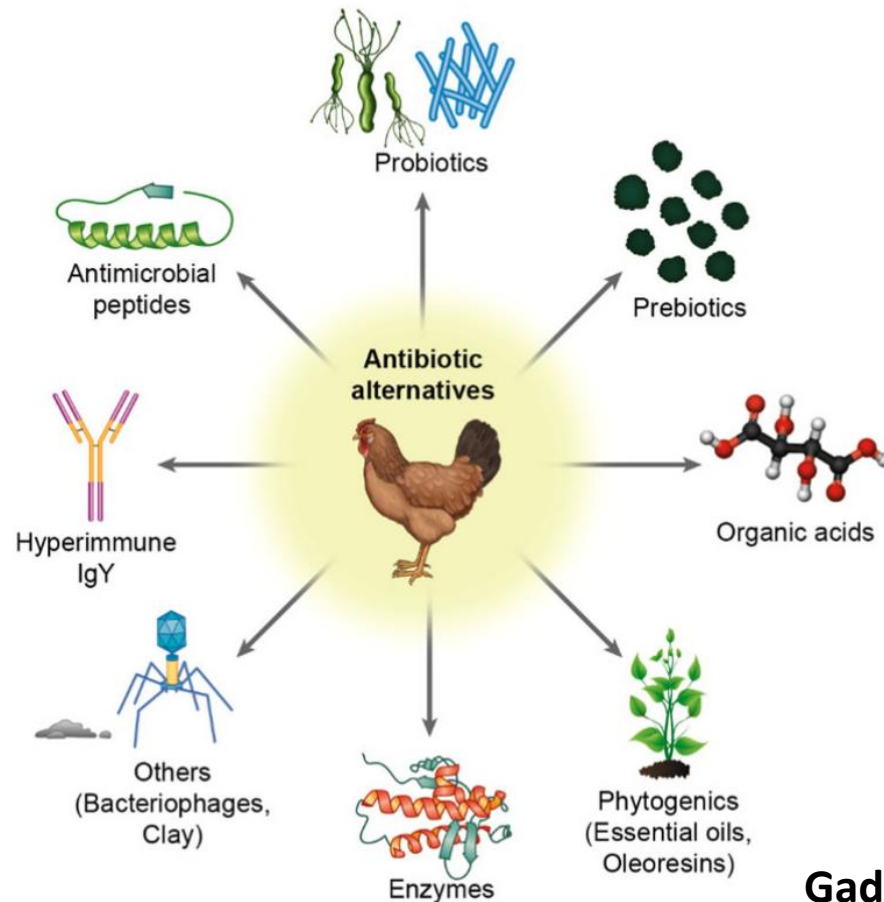
Utilisation des co-produits et nouveaux ingrédients

Les questions à se poser :



- Réglementation
- Disponibilité
- Prix
- Variabilité de la composition
- Fibres**
- Facteurs antinutritionnels
- Taux d'inclusion
- Effet santé, qualité de la viande, ...
- Variation possible des impacts en fonction du fournisseur / process

Des suppléments alimentaires pour augmenter la durabilité



Gadde et al., 2017

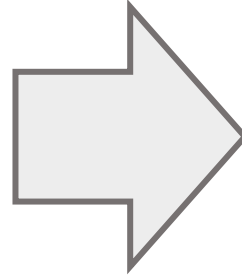
Utilisation d'enzymes, améliorer l'efficacité d'utilisation des nutriments

Concept

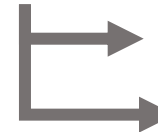
Phytase

Dégrade le P-Phytique

Diminue les pertes endogènes AA



Diminue



Besoin en phosphate minérale (ressource fossile)

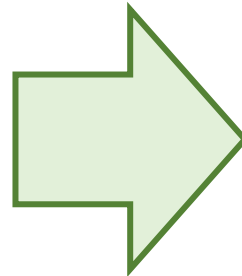
Excrétion N et P

Production sans P minérale possible ✓

Protéase

Dégrade les protéines

Diminue les pertes endogènes AA



Diminue

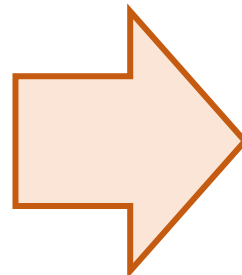


Besoin en protéine

Mannanase, Amylase, Xylanase, Carbohydrase,

Dégrade fibres / amidon

Diminue les pertes endogènes AA



Diminue



Besoin en énergie

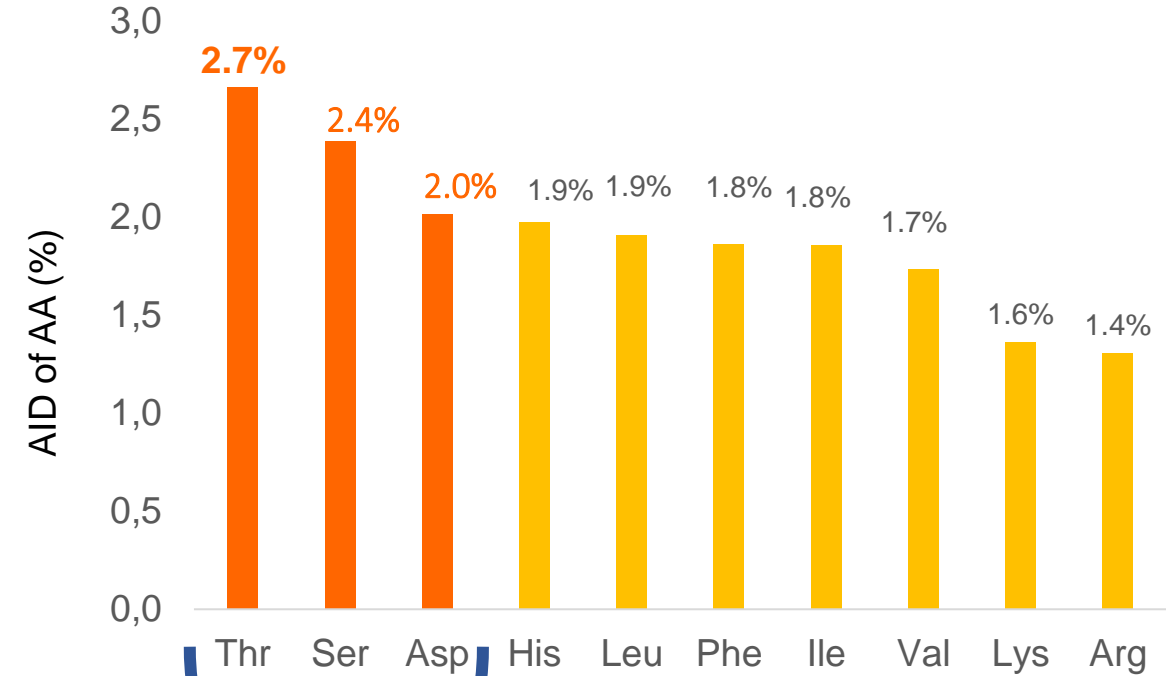
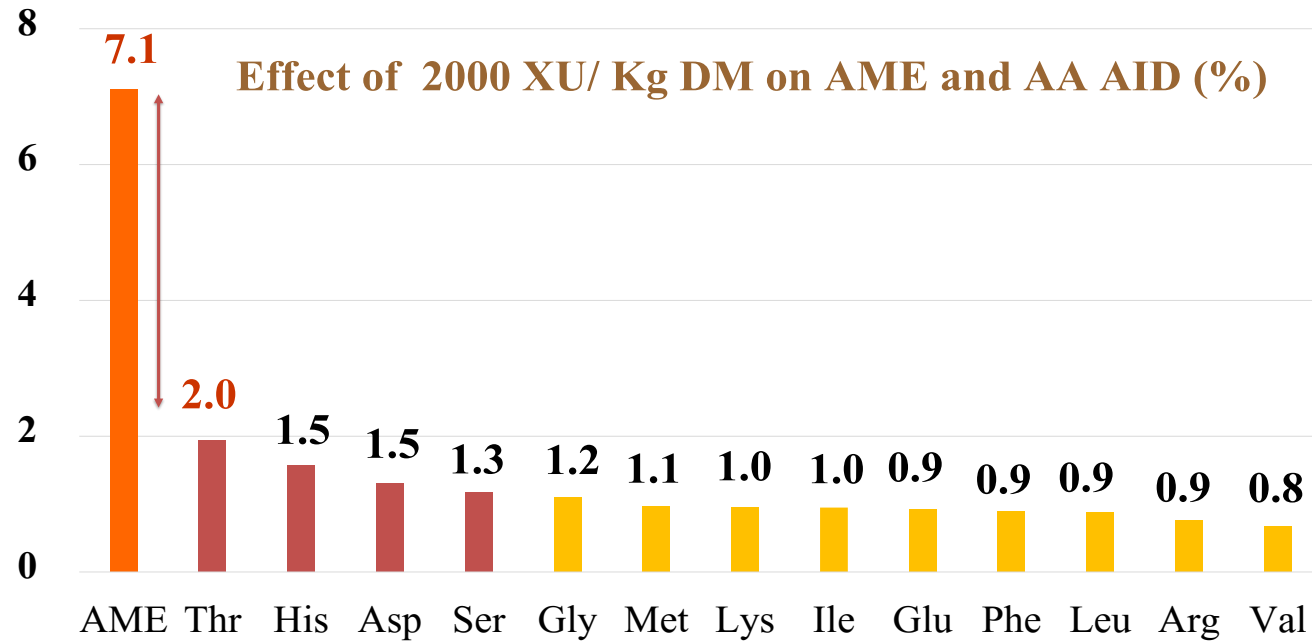
Augmentation de la possibilité d'utiliser des ingrédients alternatifs

Exemple de l'effet d'enzymes sur la digestibilité



Xylanase
2000 U / kg

Phytase
500 FTU / kg



Améliore ++ la dig de l'énergie
Améliore la dig des AA

Mucine

Diminution des pertes endogènes

Utilisation d'additif, gagner des performances et permettre le passage au sans-antibiotiques



DB prebiotics:

MOS

FCR - 9%

ADG + 8%

DB probiotics:

Bacillus subtilis

FCR - 8%

ADG + 9%

DB organic acids:

Butyrate

FCR - 3%

ADG + 7%

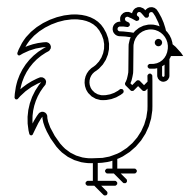
DB essential oils:

Carvacrol

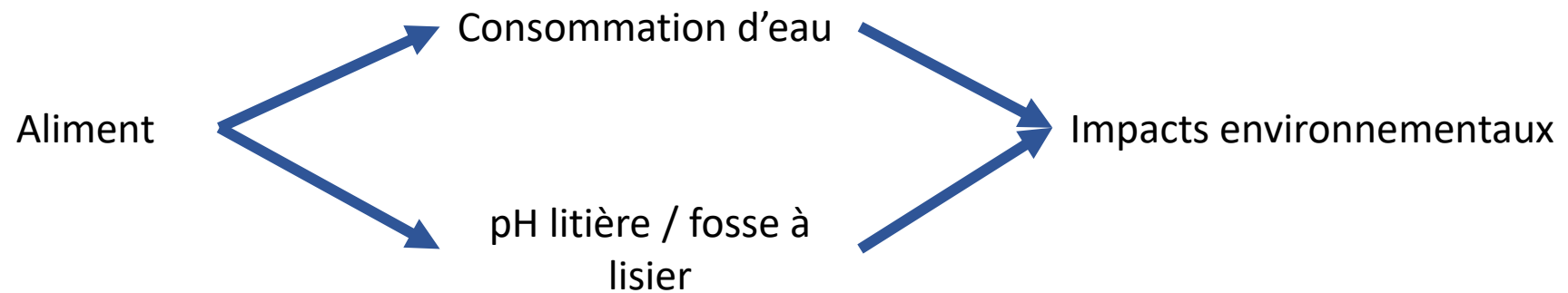
FCR - 4%

ADG + 7%

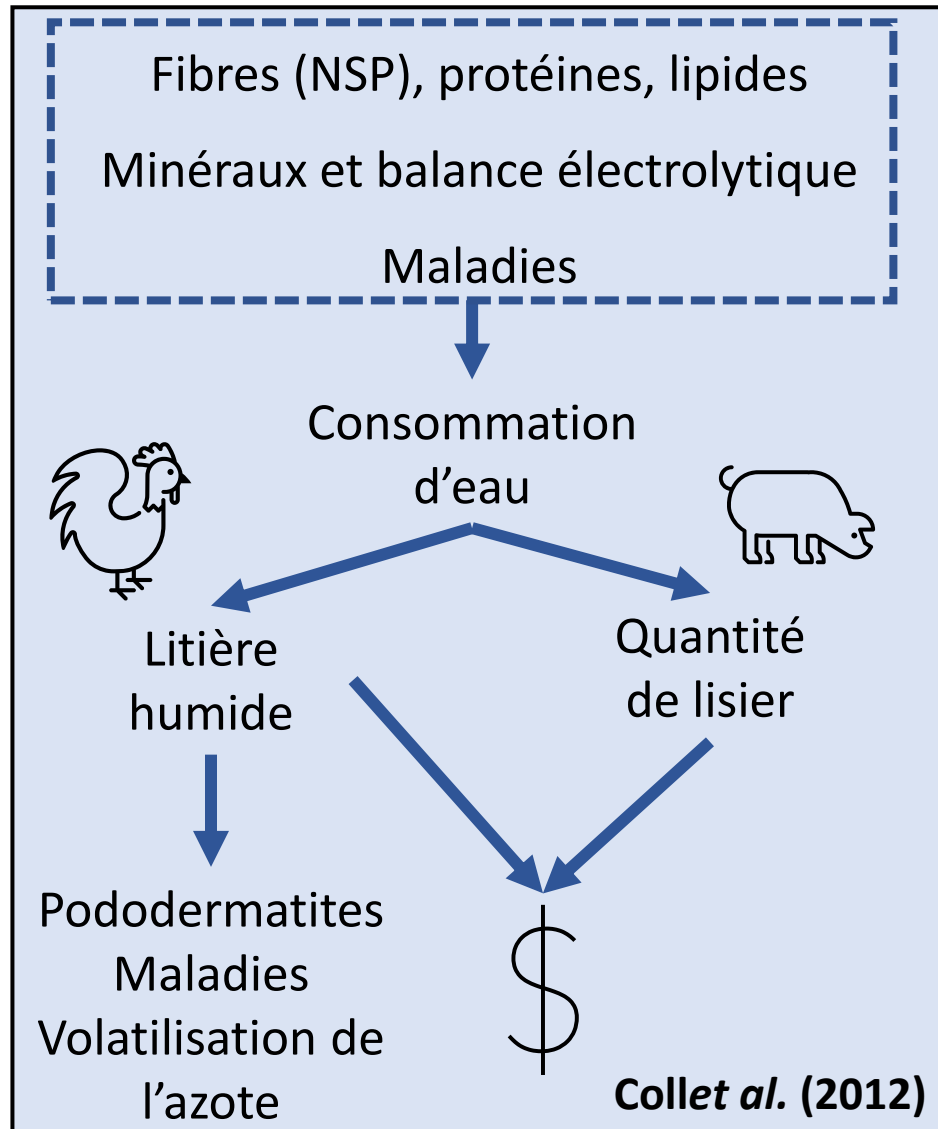
En contexte sans antibiotiques
amélioration des performances



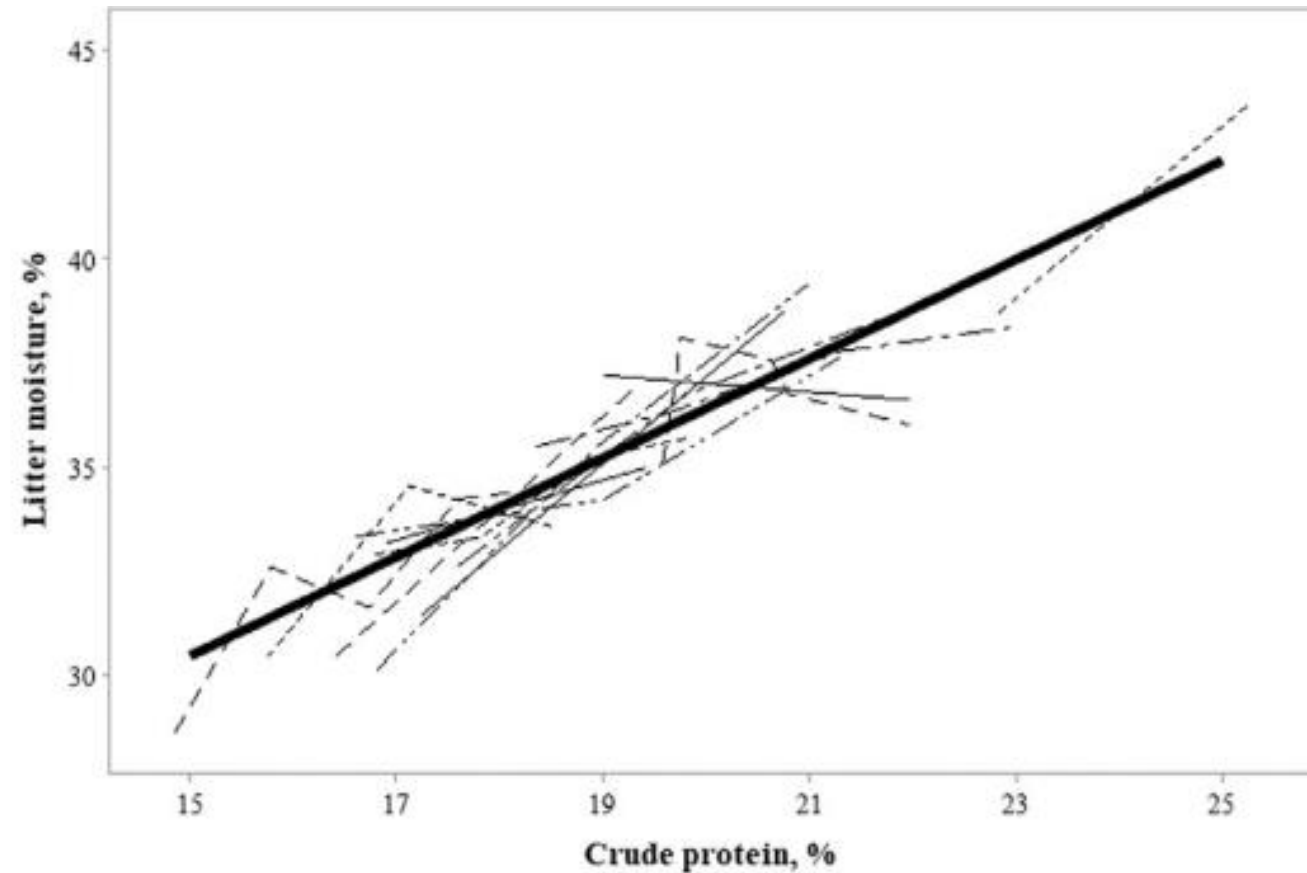
Effet de l'aliment sur les conditions d'élevages



Effet indirect de l'aliment : *consommation d'eau*

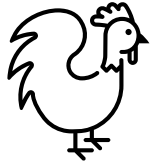


Effet de la protéine sur l'humidité de la litière



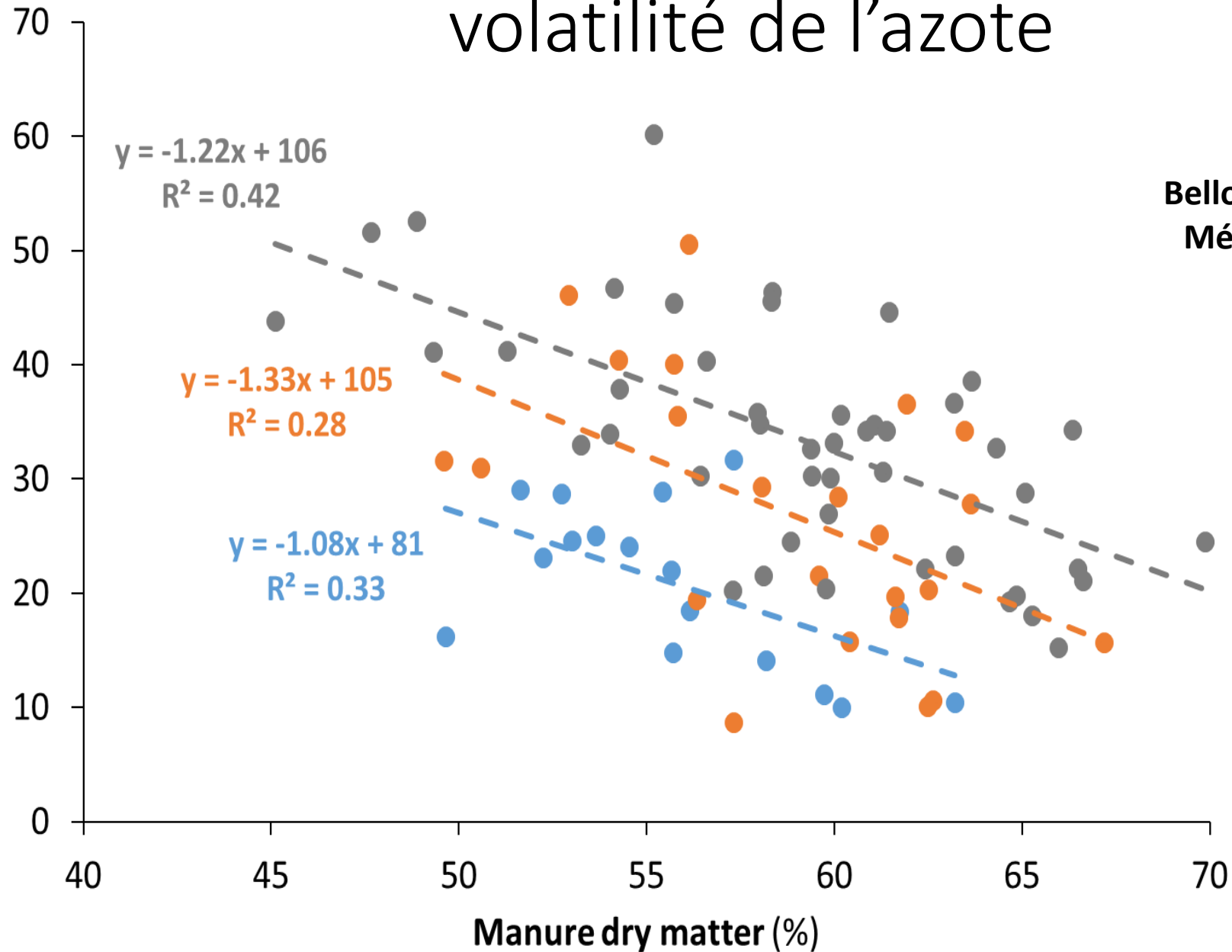
Alfonso-Avila et al., 2022

La diminution de l'humidité de la litière réduit la volatilité de l'azote



Belloir *et al.* (2017);
Méda *et al.* (2019)

Volatilité de l'azote excrété (%)



Améliorer l'efficacité d'utilisation des nutriments



Stratégies pour réduire les rejets de phosphore

Apporter le Phosphore

Au bon niveau

Au bon moment

Prendre en compte les interactions :
Nature du P apporté, Phytases,
pH, teneur en Ca, Zn, Cu, Fe

Mieux connaître le besoin en P
et en Ca

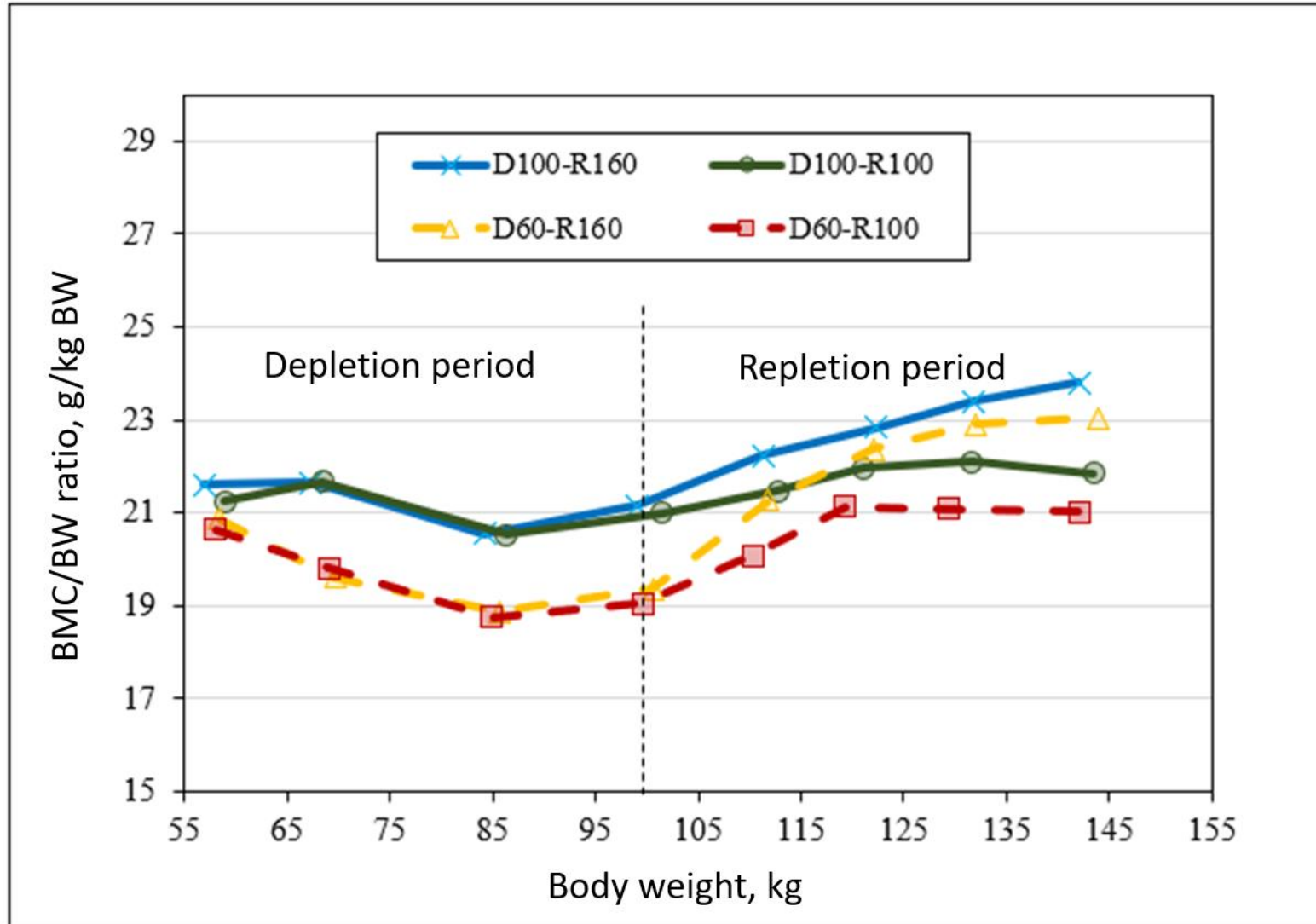
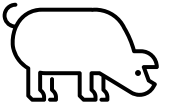
Utiliser la réserve osseuse
quand le besoin en phosphore
est élevé

Définir la digestibilité du P

Modélisation précise du besoin

Stratégie déplétion-réplétion

Déplétion-réplétion; *exemple de la cochette*



Matériel et méthode

Phase 1 (55 - 95 kg)

déplétion 60% du besoin

Phase 2 (95 - 140 kg)

réplétion 100 % du besoin

Résultats

Croissance = pas d'effet

Contenu osseux = restauration

Baisse de l'excrétion de P

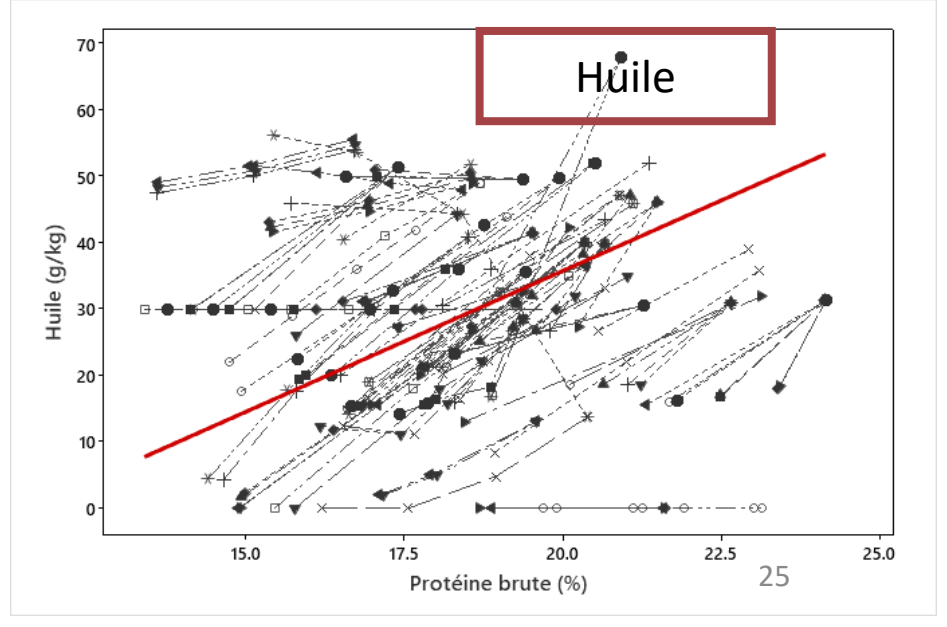
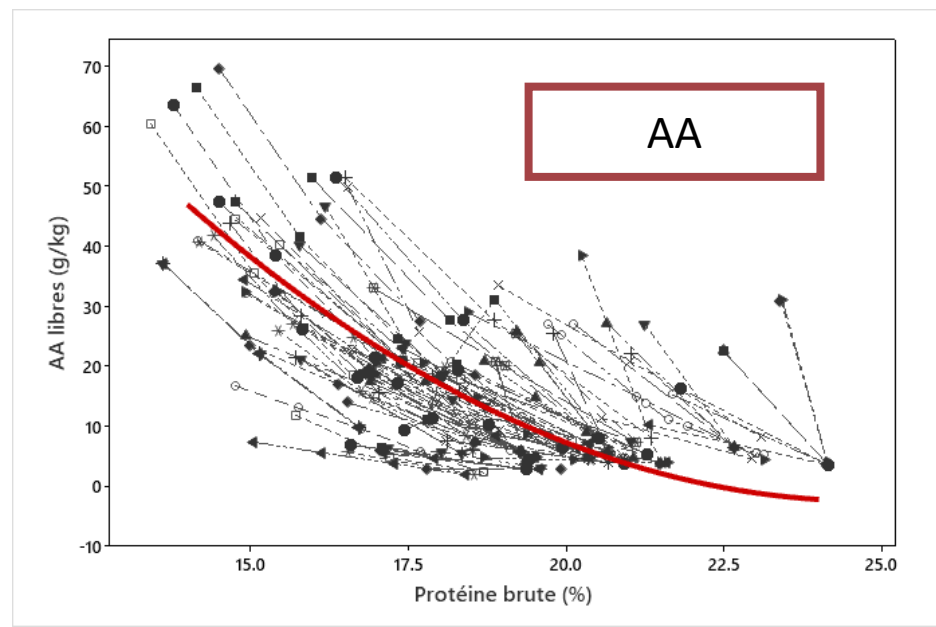
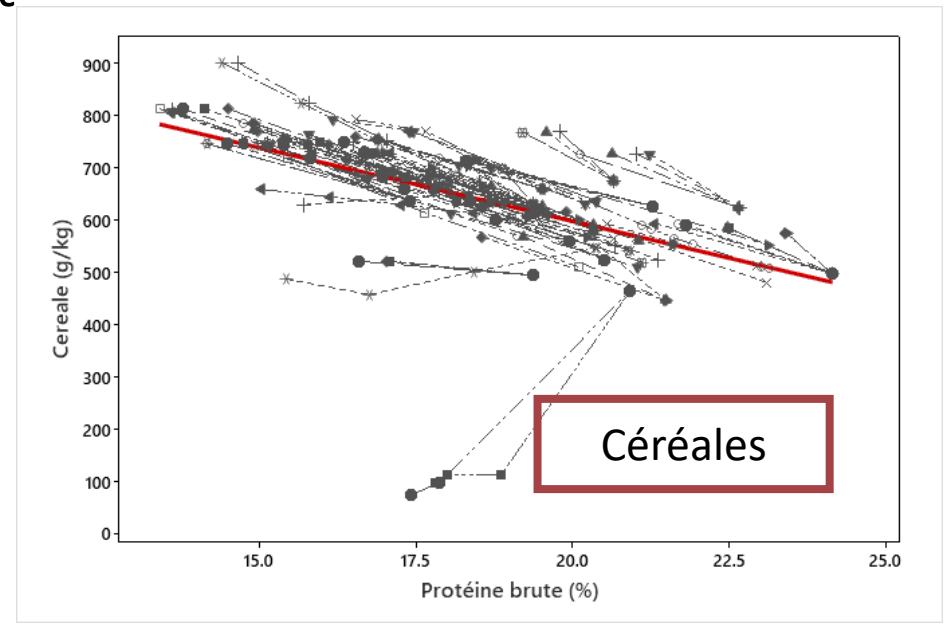
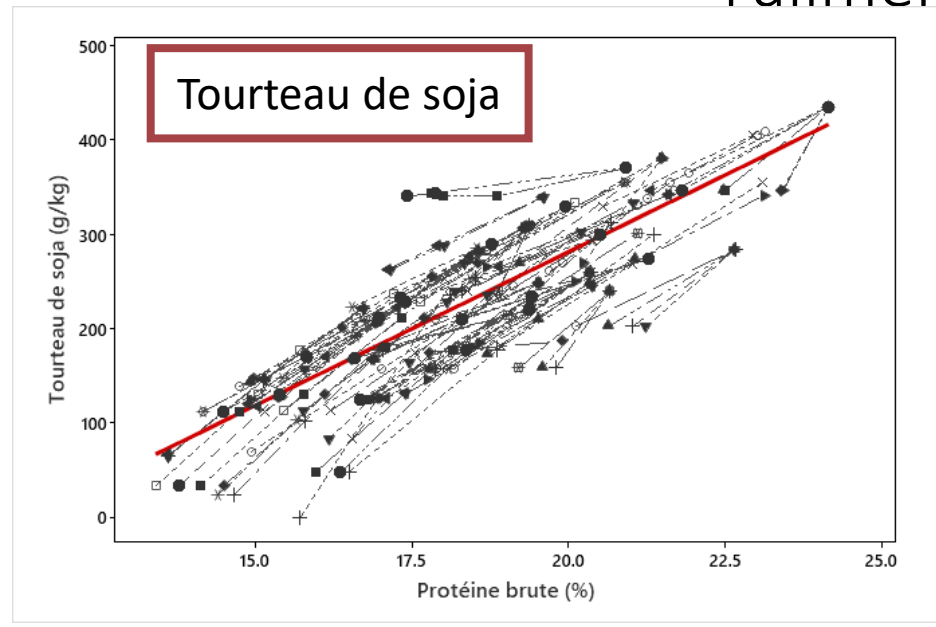
Effici-
ence
nutriments

Effet de la baisse de la teneur en protéine sur la composition de l'aliment

Réduire la
protéine pour
diminuer les AA
excédentaires



Réduire les pertes
d'azotes

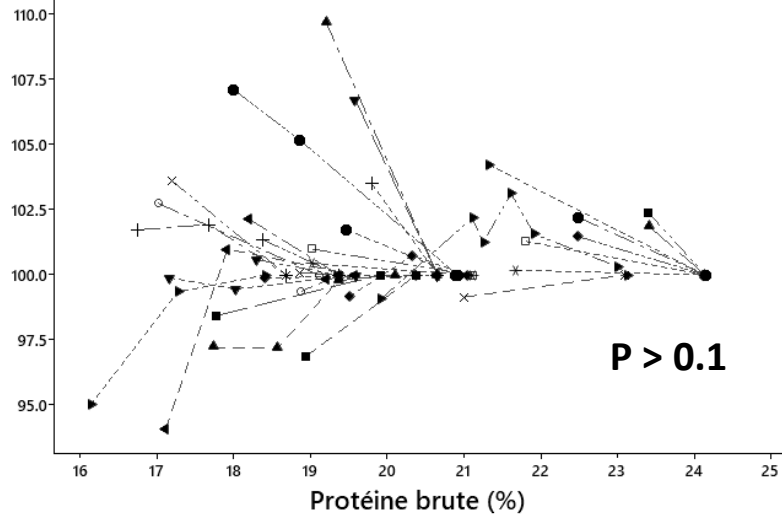


La baisse de la teneur en protéine ne dégrade pas la croissance

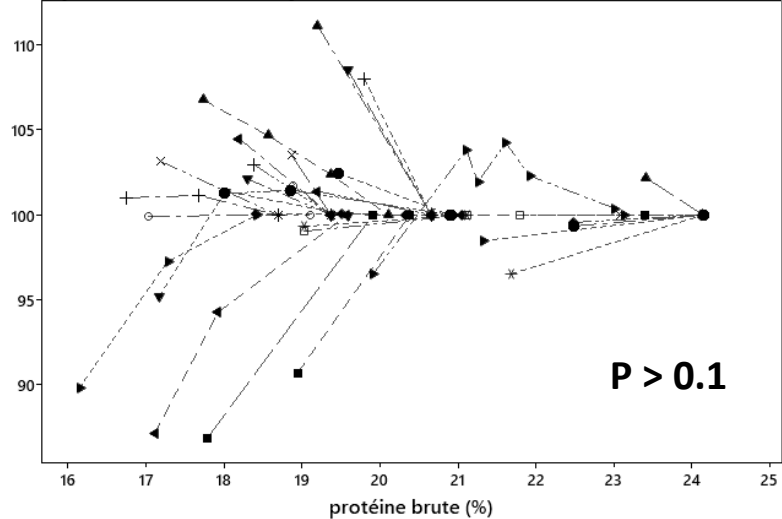
Méta-poulets

de Rauglaudre et al., 2022

Ingéré quotidien (relatif au control)



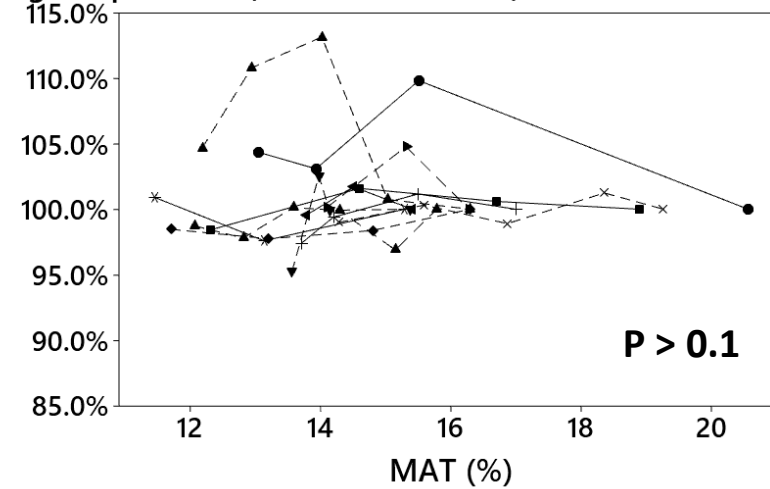
GMQ (relatif au témoin)



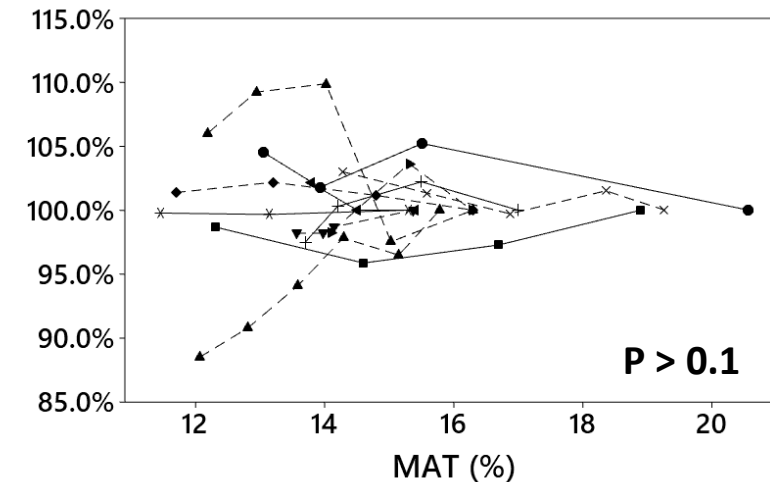
Méta-porcs

Cappelaere et al., 2022

ingéré quotidien (relatif au contrôle)



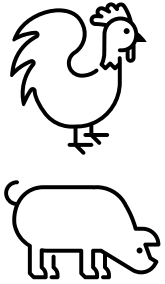
GMQ (relatif au témoin)



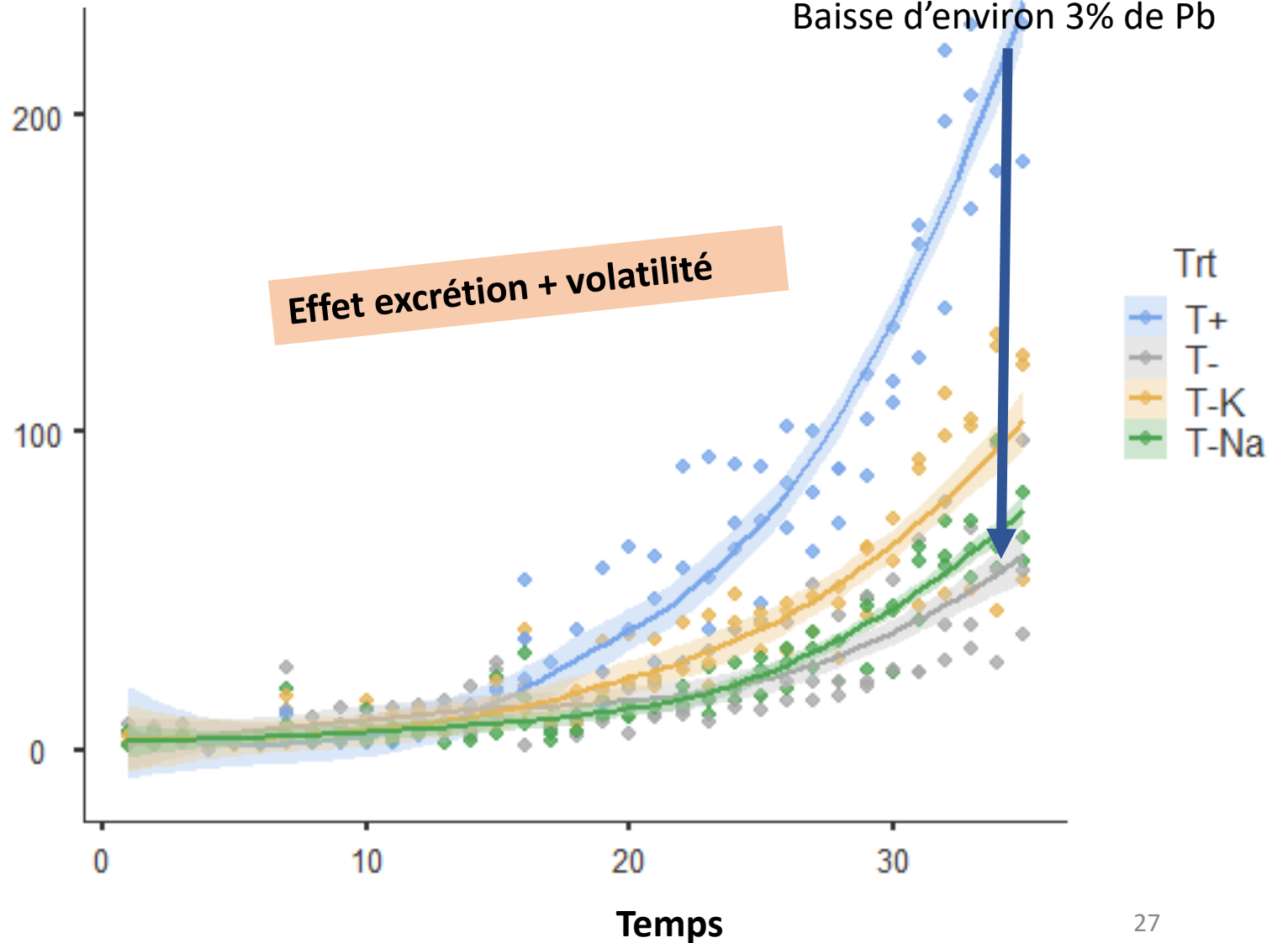
Les bénéfices de la réduction de la teneur en protéine

-10 g/kg de protéine

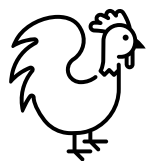
Efficiency de la rétention	Excrétion de l'azote
+3.6%	-10.4%
+2.3%	-8%



NH₃ emission
(mg/days/broilers)

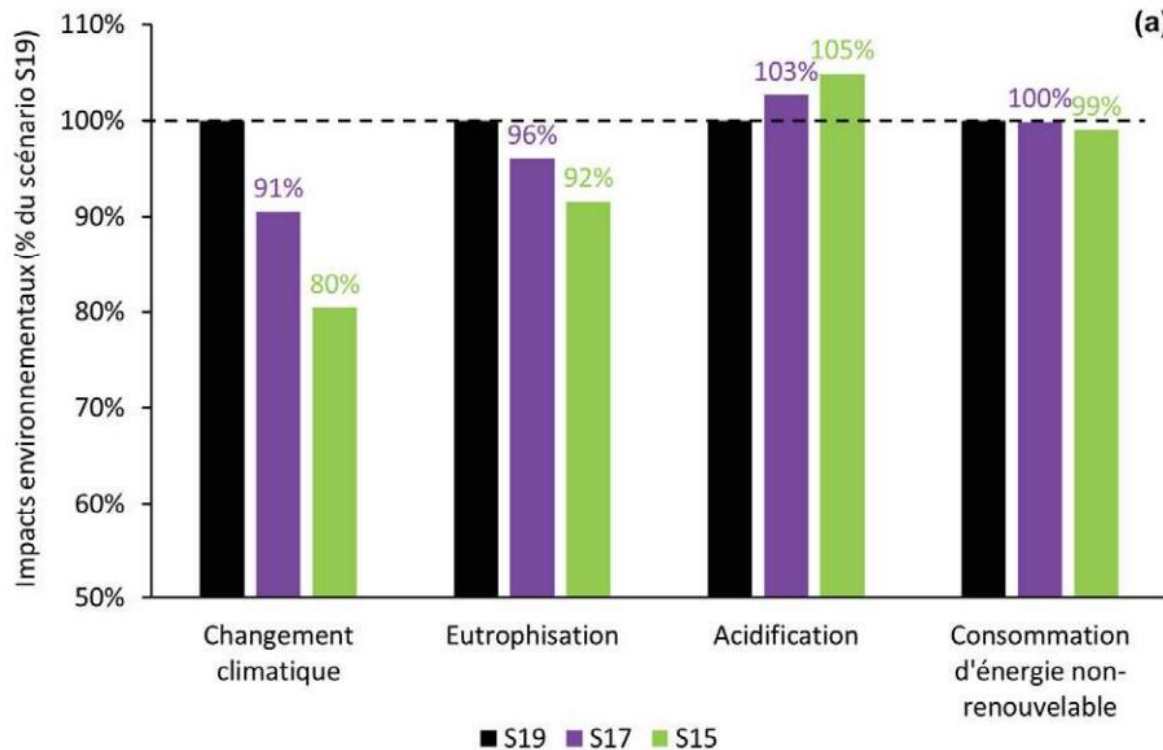


Cappelaere et al., 2022
de Rauglaudre et al., 2022

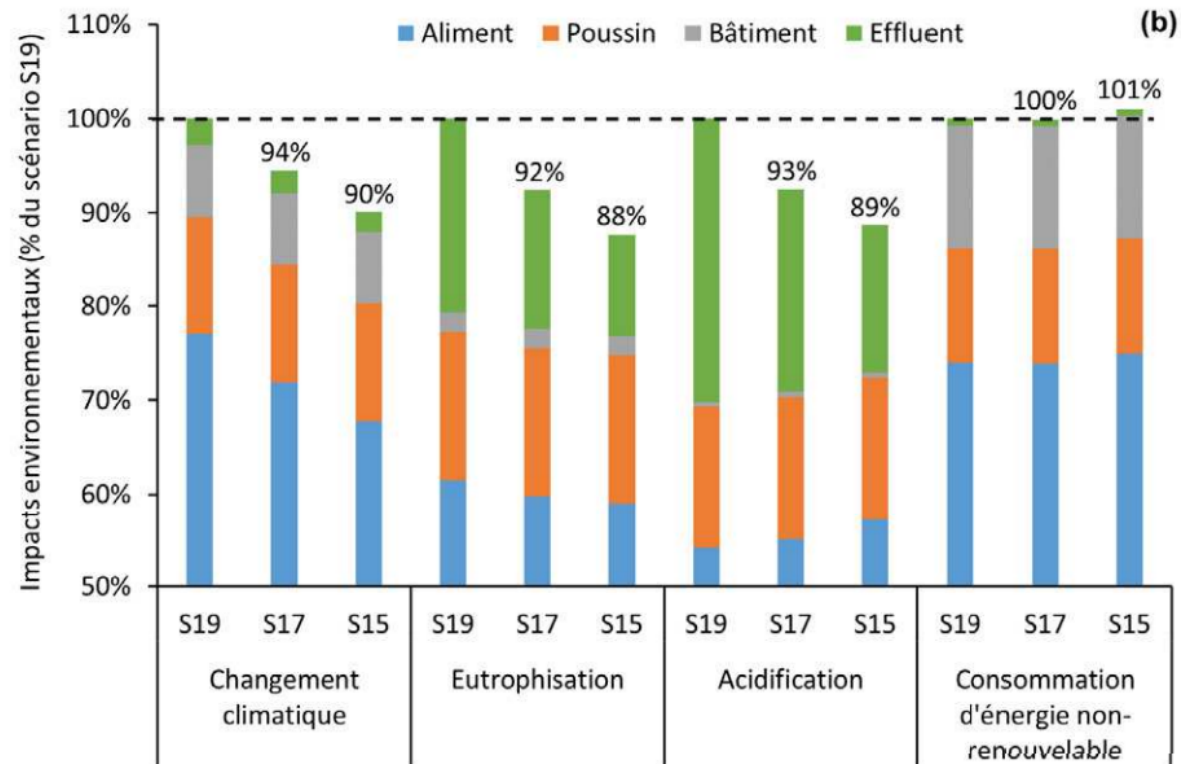


Evaluation de la baisse de la teneur en protéine

Impact aliment



Impact sortie de ferme

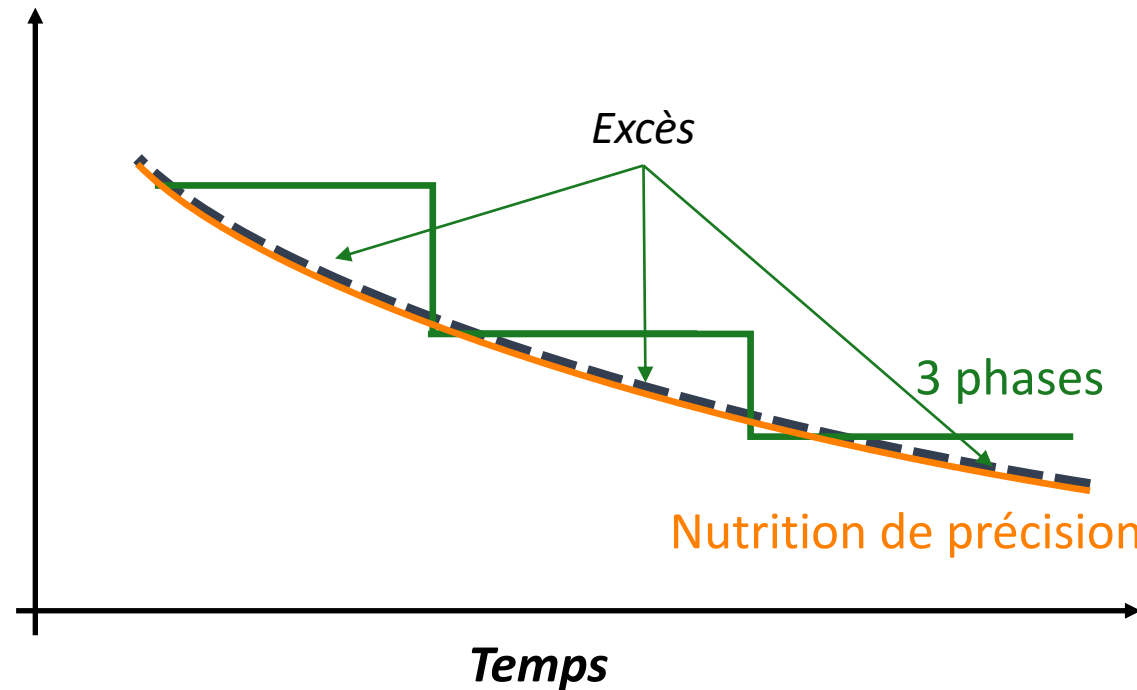


Diminution des impacts



Nutrition de précision pour diminuer les excès

Nutriments



Nutrition de précision

- Diminution du couts de l'aliment
- Diminution P et N excrétion
- Diminution des impacts environnementaux

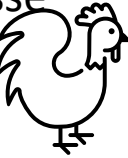
Méda et al., 2021
Monteiro et al., 2016
Pomar et al., 2009-2015

Mise en place des stratégies

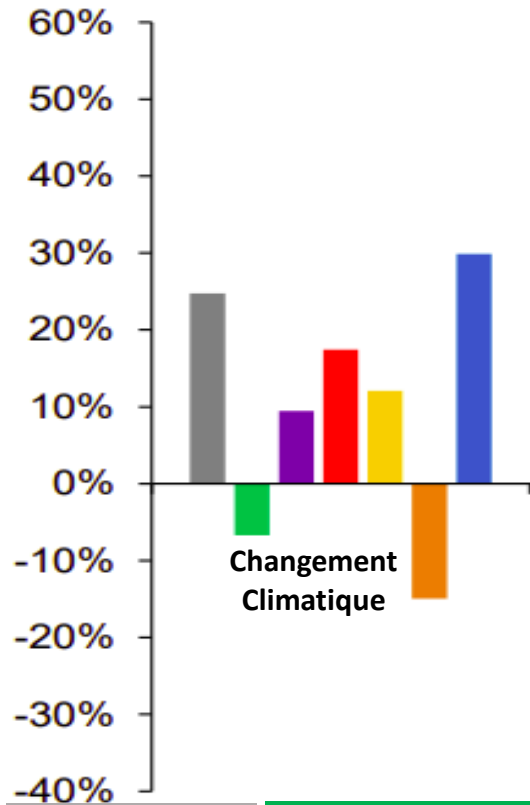
Formuler pour diminuer un seul impact, attention au prix, et aux autres impacts

ACV – kg / carcasse

Tallentire 2018



Différence avec le control
(*least-cost formulation*)



Formulation pour minimiser un impact

Changement climatique diminue bien ✓

Les autres impacts augmentent ✗



Prix

Changement Climatique

Eutro. eau douce

Eutro. Eau salé

Acidification

Energie Non Renouvelable

Occupation du sol

Contexte USA



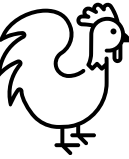
Lien entre les impacts différents selon le contexte

Formuler pour diminuer un seul impact, attention au prix, et aux autres impacts

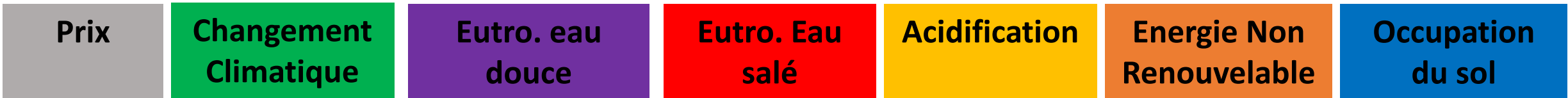
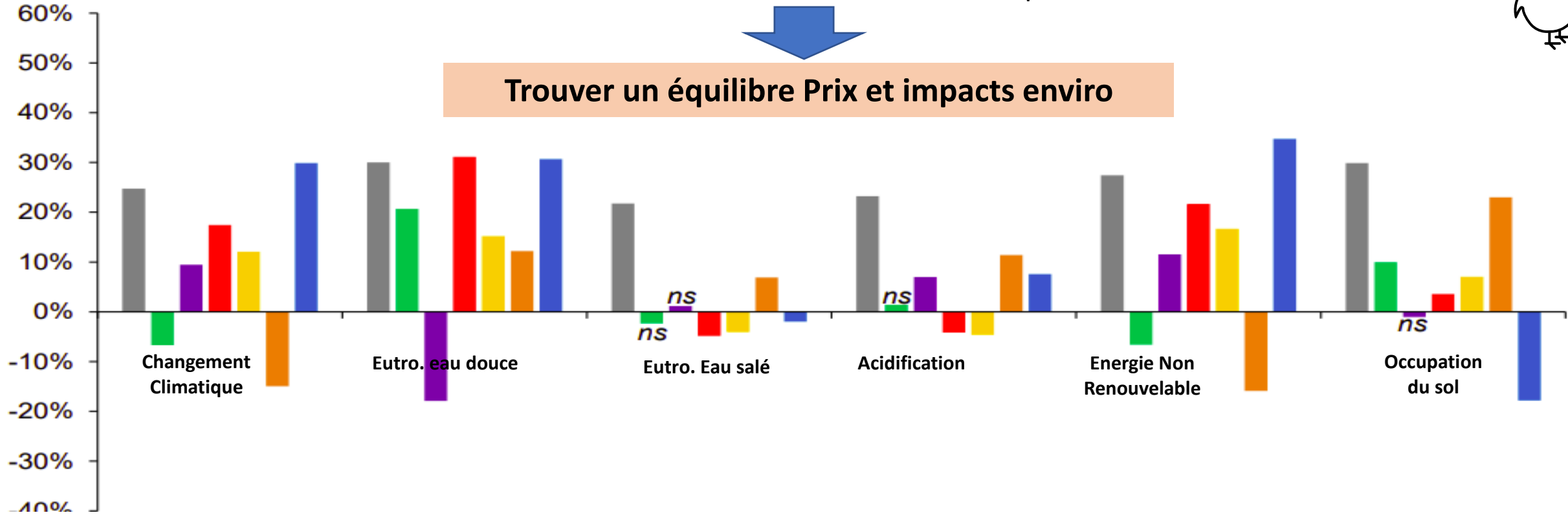
ACV – kg / carcasse

Différence avec le control
(*least-cost formulation*)

Augmentation ++ du prix
Pas nécessairement de lien entre les impacts

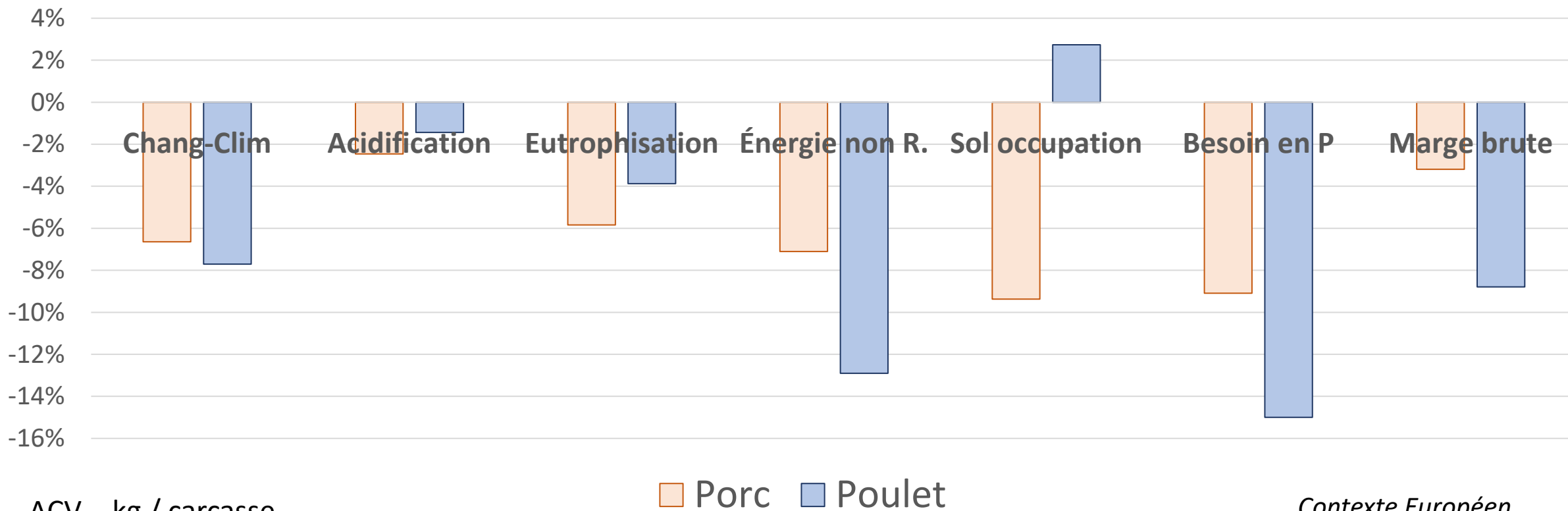


Trouver un équilibre Prix et impacts enviro



Formulation multi-objective, pour prendre en compte l'environnement dans la formulation

Différence avec le control
(*least-cost formulation*)



ACV – kg / carcasse

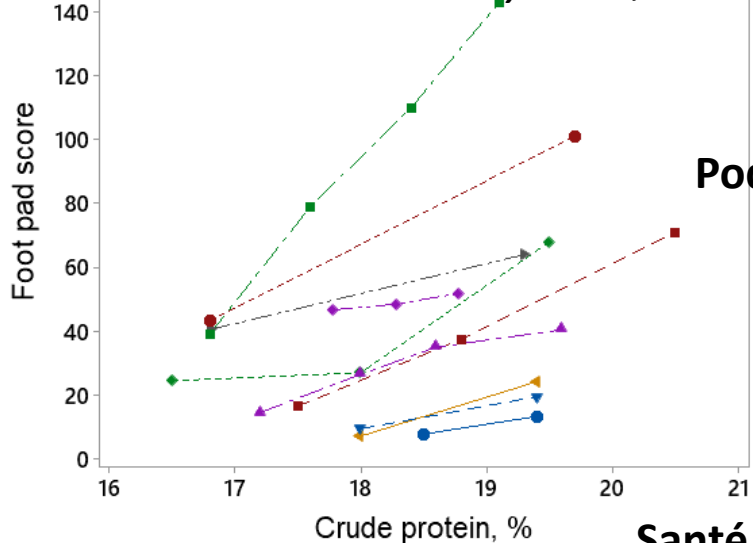
Porc Poulet

Contexte Européen
Attention aux valeurs du soja

Conclusion et perspectives

Pour aller plus loin- limiter les excès peut améliorer la santé

Létourneau-Montminy et al., 2022



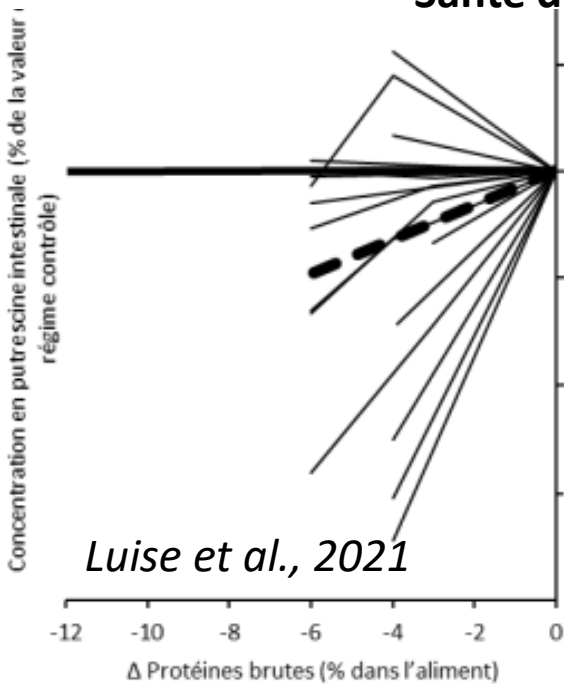
Pododermatites

Santé digestive

Apporter une réponse au demande sociale + amortir le surcoût des stratégies

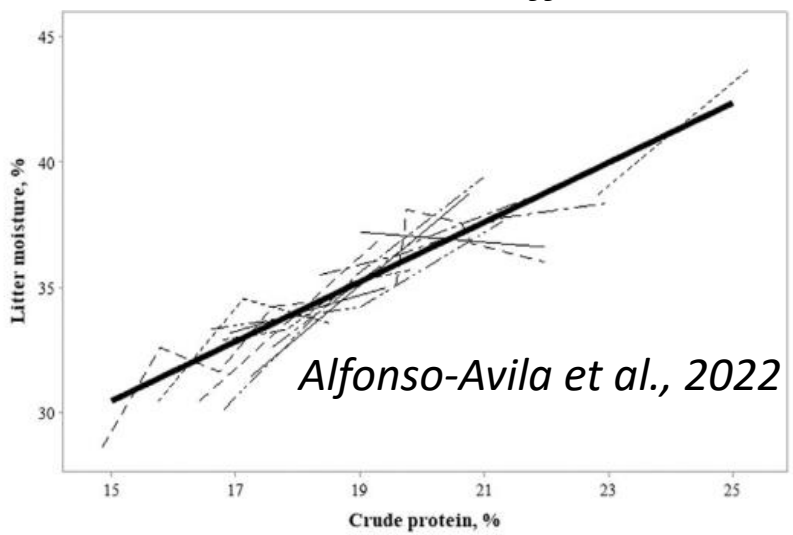
Effet sur le microbiote

Baisse du NH3 dans le bâtiment, effet santé



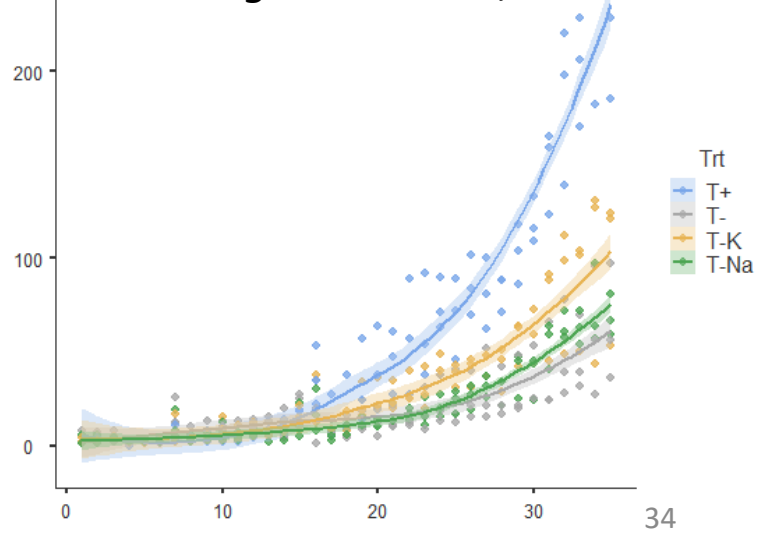
Luise et al., 2021

Litières + sèches : effet santé



Alfonso-Avila et al., 2022

de Rauglaudre et al., 2022



Utiliser l'alimentation pour diminuer les impacts environnementaux

Les 3 piliers



Maintenir l'efficacité alimentaire

*Conditions d'élevage
Génétique, Alimentation*

Réduire les pertes de nutriments (P et N)

*Connaissance du besoin
Réduire les excès*

Choix des matières premières

*Choix des matières premières
les moins impactante*

Combiner les stratégies

Co-produits + enzymes + diminuer les pertes de N et de P + nutrition de précision ...

Étudier l'effet sur tout le cycle

Ne pas rester à une seule étape du cycle de production et sur un seul impact

Effet aliment, effet performances, effet pertes (N et P) au bâtiments, pertes au stockage; pertes au champs;

Faire + de lien avec les productions végétales → besoin en fertilisation



Des questions ?

theophane.de-rauglaudre.1@ulaval.ca

Théophane de Rauglaudre
Bertrand Méda Sébastien Fournel
Marie-Pierre Létourneau-Montminy