

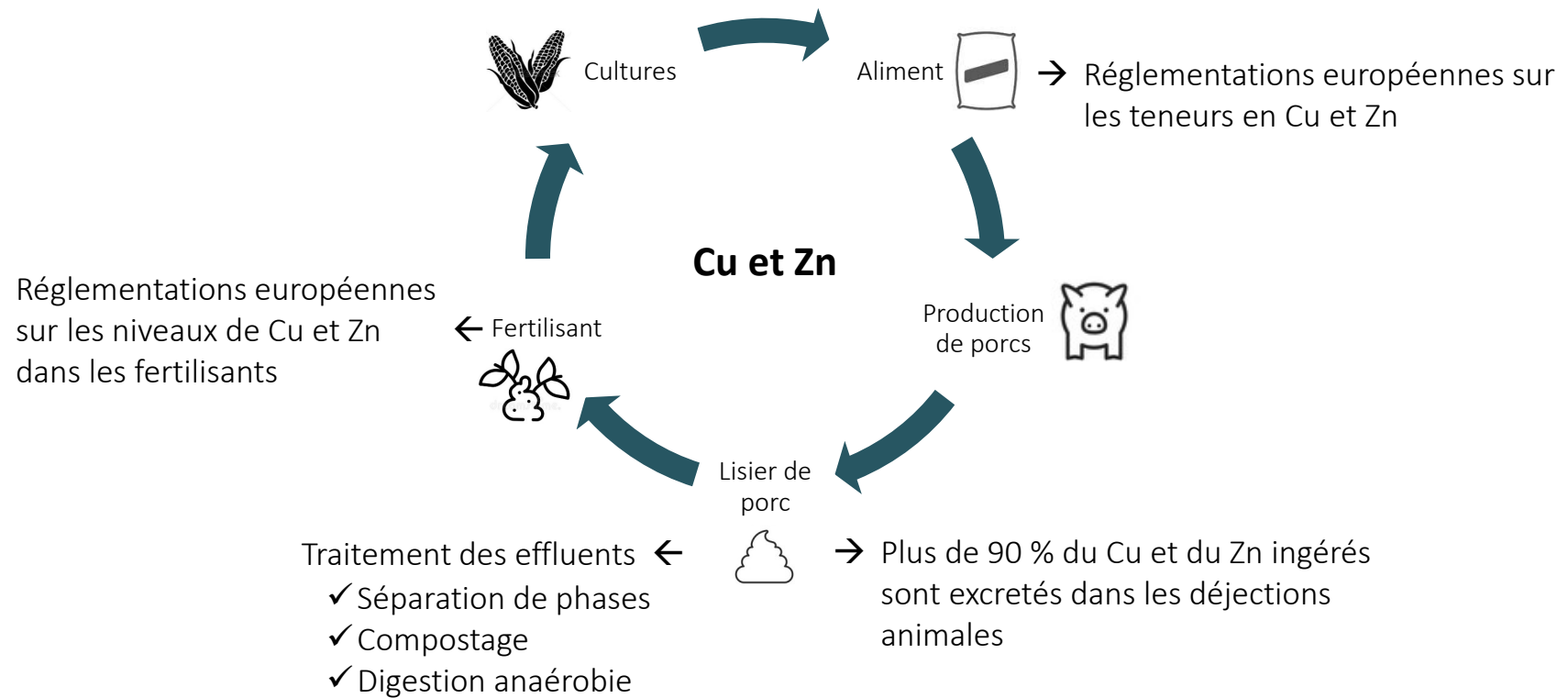


Projet RECUIZ : Optimisation du recyclage du cuivre et du zinc, depuis leur apport en alimentation animale jusqu'à leur retour au sol

E. Gourlez, J.Y. Dourmad, F. Beline, A. Monteiro, F. de Quelen



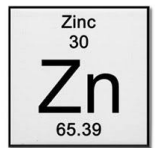
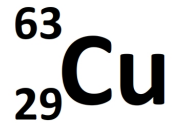
➤ Bio-économie circulaire dans la production porcine



➤ Cu et Zn dans le système de production porcin

Cuivre (Cu) & Zinc (Zn) :

- Ressources limitées
- Eléments traces métalliques à haut risque environnemental :
possiblement toxiques pour les plantes et microorganismes du sol
- Risque d'accumulation dans les sols après épandage
- Minéraux essentiels pour la croissance et la santé des porcs
- Faible taux d'absorption par le porc : plus de 90 %
du Cu et du Zn ingérés se retrouvent dans les déjections porcines

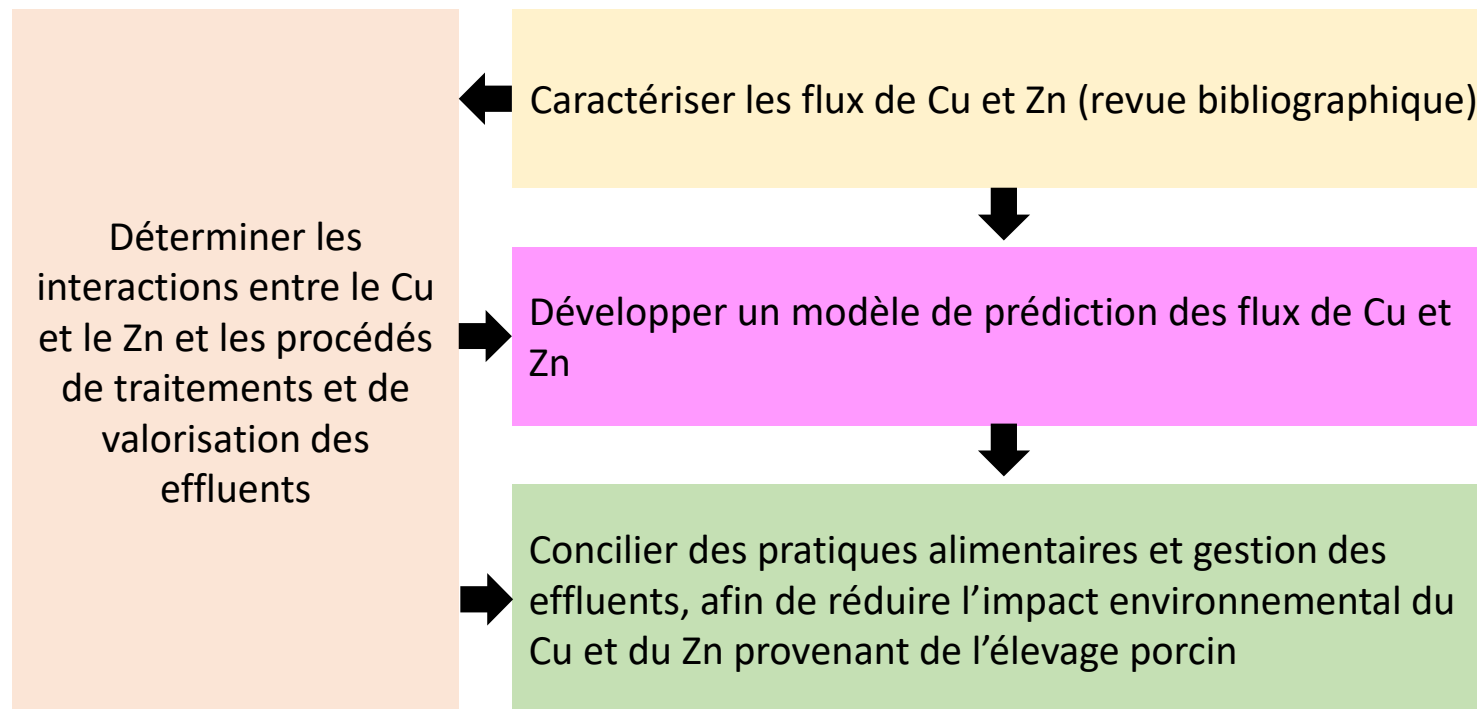


Deux leviers d'actions pour limiter leur rejet

- **Alimentation** → réduction et optimisation de leur utilisation
- **Traitement des effluents** → valorisation des effluents porcins et concentration du Cu et du Zn dans des fractions plus facilement exportable dans des régions avec des sols carencés

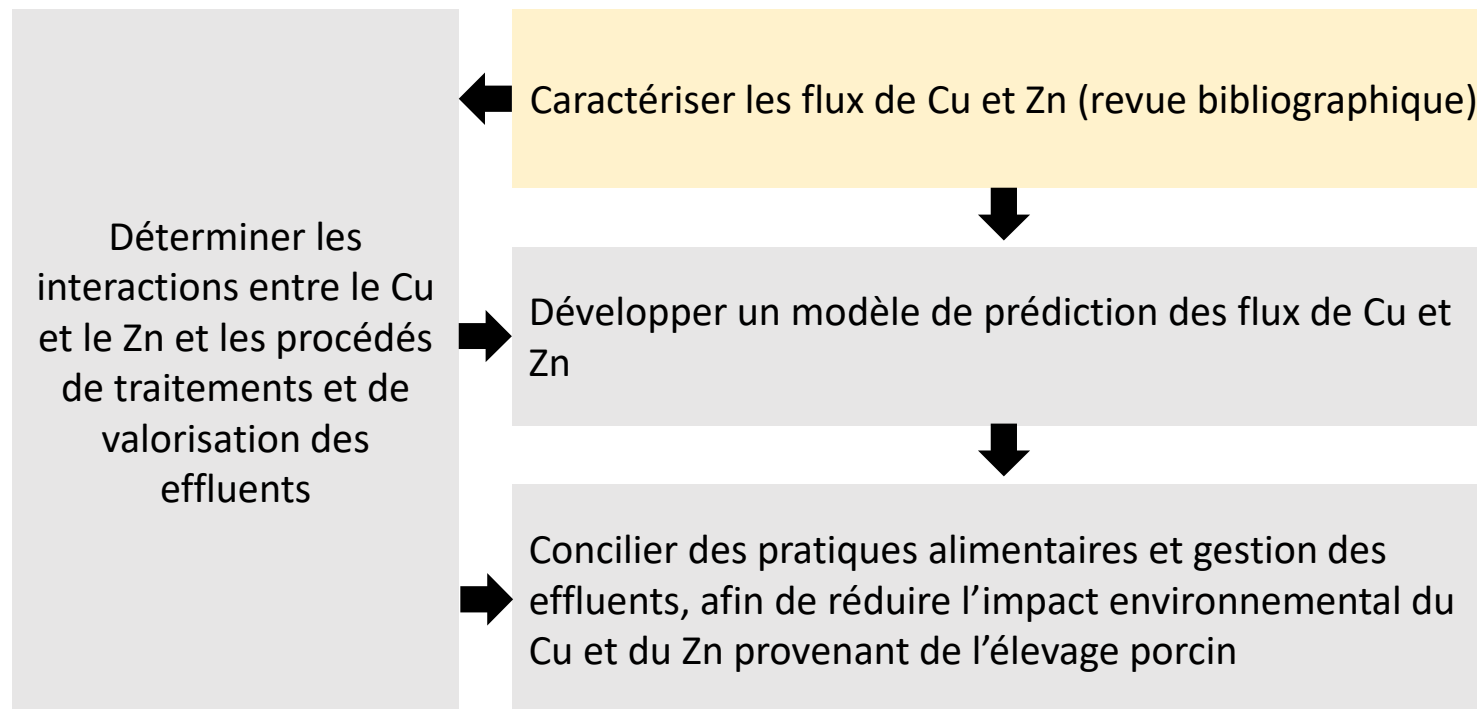
➤ Objectifs du projet

Objectif principal : Caractériser les flux de Cu et Zn depuis l'aliment jusqu'au sol dans la production porcine



➤ Objectifs du projet

Objectif principal : Caractériser les flux de Cu et Zn depuis l'aliment jusqu'au sol dans la production porcine



➤ Le Cu et le Zn dans l'alimentation

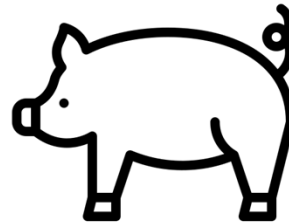
Fonctions du Cu et du Zn



⁶³₂₉Cu

40 – 46 % squelette

Cu = 200 mg



100 kg de PV

23 – 26 % muscles

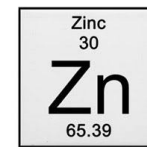
8 – 10 % foie

= indicateur du statut en Cu

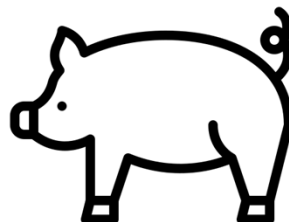
Accumulation

➤ Le Cu et le Zn dans l'alimentation

Fonctions du Cu et du Zn



Zn = 1,5 – 2,5 g



100 kg de PV

30 % squelette

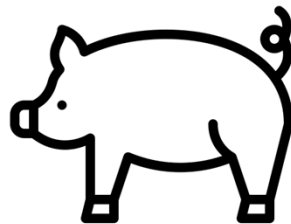
Principal lieu de stockage
= indicateur du statut en Zn

60 % tissus musculaires

Teneur plasmatique = 1 mg/L = 0,1 % du Zn corporel total
= indicateur du statut en Zn

➤ Le Cu et le Zn dans l'alimentation

Fonctions du Cu et du Zn



100 kg de PV

Cu = présent dans de nombreux enzymes, cofacteurs et protéines

Zn : Majorité des voies métaboliques dépendantes d'une ou plusieurs protéines fonctionnant grâce au Zn

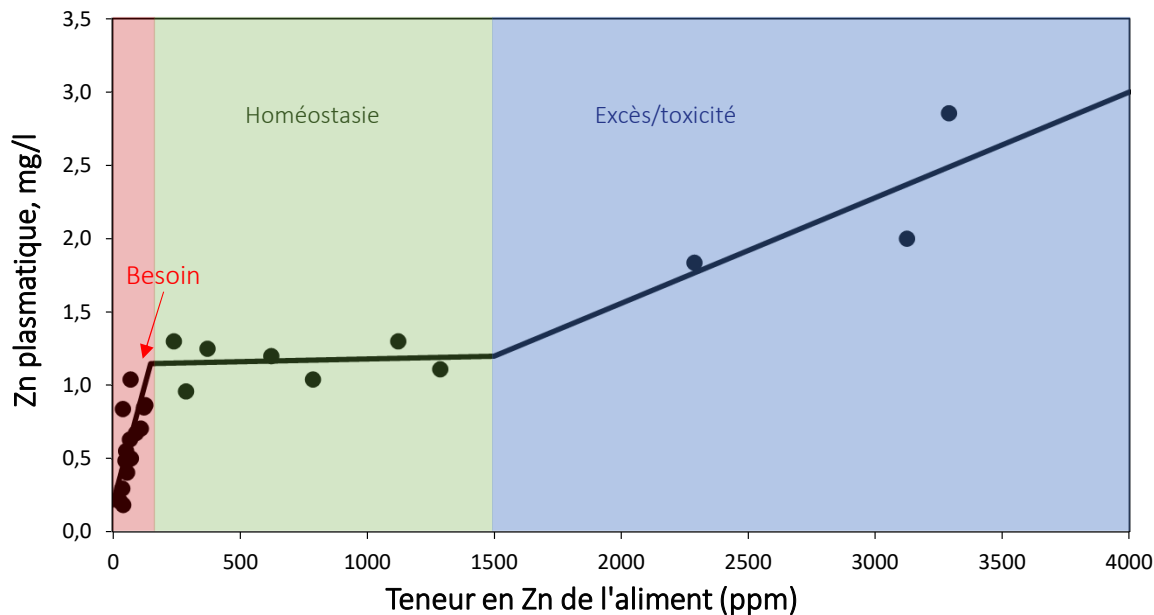
→ **Protection contre le stress oxydatif** (*superoxyde dismutase, céruloplasmine ferroxidase*)

→ Niveaux d'apports « pharmacologiques » → « facteurs de croissance »

➤ Le Cu et le Zn dans l'alimentation

Estimation des besoins du porc en Cu et en Zn

Approche empirique d'évaluation du besoin



Besoins stricts du porcelet sevré :

- 5-6 mg/kg de Cu
- 80 mg/kg de Zn

Besoins stricts du porc à l'engraissement :

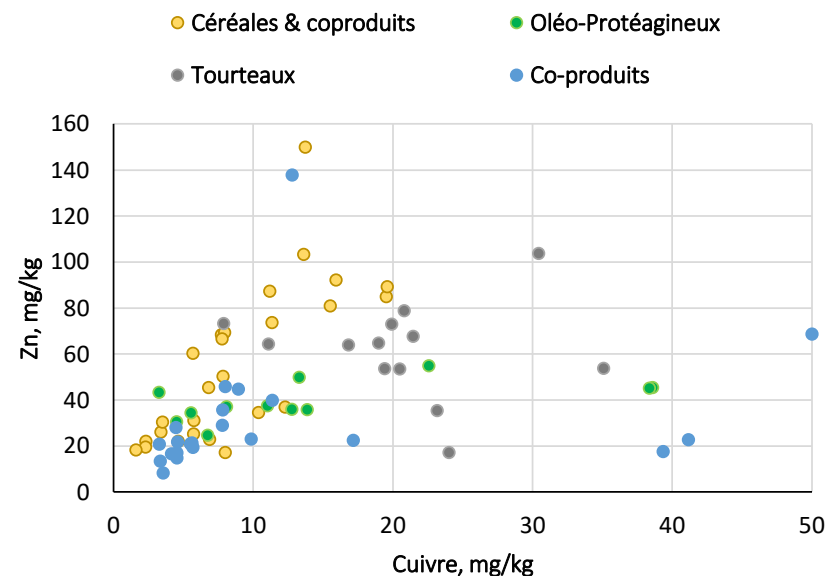
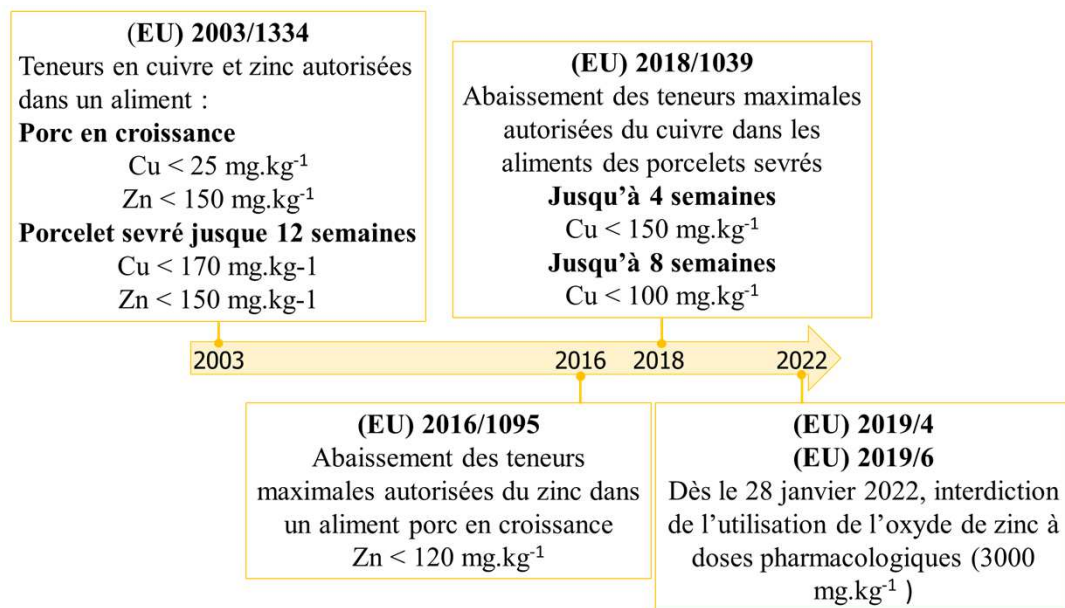
- 5-6 mg/kg de Cu
- 50 mg/kg de Zn

➔ Peut varier en fonction de différents paramètres modifiant la biodisponibilité :

- Forme d'apport
- Composition de l'aliment
- Teneur en calcium
- Teneur en phytate
- Incorporation de phytase

➤ Le Cu et le Zn dans l'alimentation

Apports alimentaires en Cu et en Zn



Teneur en Zn des matières premières de la ration de base des porcs en fonction de leur teneur en Cu (Tables INRA-AFZ)

Supplémentation :

- Prendre en compte l'imprécision de l'estimation des besoins
- Contrebalancer les effets antagonistes de certains éléments de la ration
 - dans le respect de la réglementation

➤ Le Cu et le Zn dans l'alimentation

Biodisponibilité du Cu et du Zn

Biodisponibilité : proportion d'un aliment ingéré qui est absorbée et utilisée par l'animal

- ↳ Évaluée par rapport à une source de référence (CuSO_4 et ZnSO_4) dont la biodisponibilité est fixée à 100%
- ↳ Influencée par :
 - le type de supplémentation minérale apportée (sulfates, oxydes, formes chélatées ...)
 - Le statut physiologique de l'animal
 - Le statut minéral de l'animal
 - Certains antagonistes (Zn sur Cu, phytates, Ca)
 - Ajout de phytase

→ Rétention corporelle estimée à :

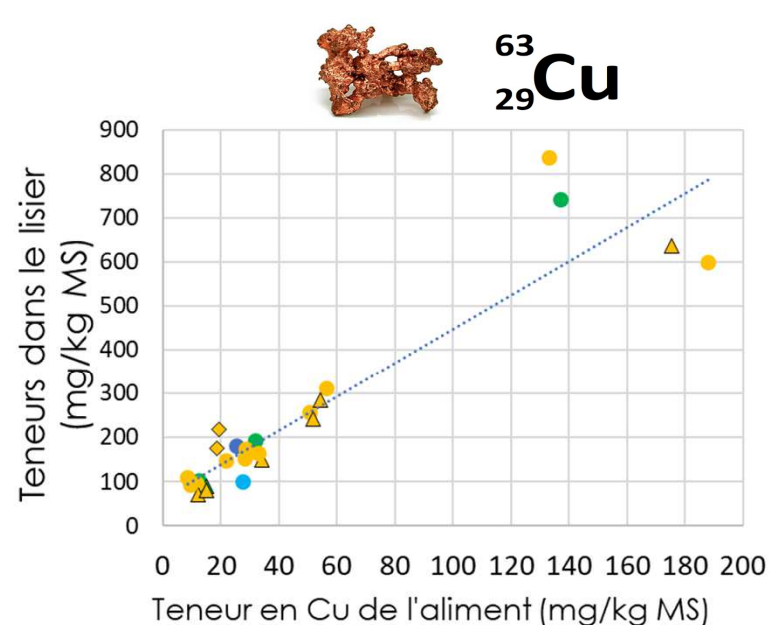
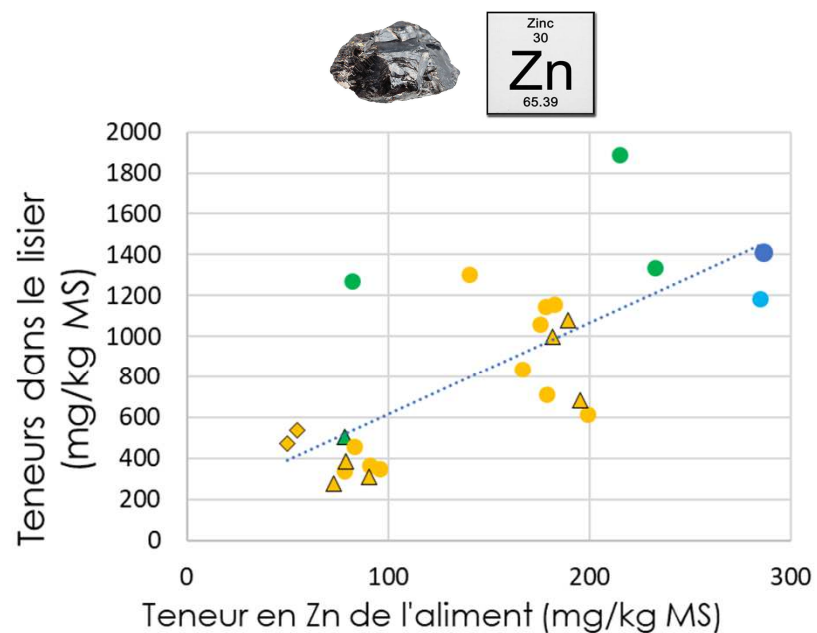
- Zn : 22 mg/kg de poids vif (= 6 % de l'ingéré)
- Cu : moins de 2 mg/kg de poids vif (= 2% de l'ingéré)

➤ Excrétion du Cu et du Zn par les porcs

La teneur en Cu et Zn des lisiers dépend de l'alimentation

Lisier ~ 955 mg Zn/kg MS
~ 300 mg Cu/kg MS

→ Dépend de la composition des aliments
(teneurs en Cu et Zn et digestibilité de la MS)



Jaune : porc à l'engraissement ; Vert : porcelet en post-sevrage ; Bleu clair : truies allaitantes ; Bleu foncé : truies gestantes
Losange : sans supplémentation ; Rond : source inorganique de Zn ou Cu ; Triangle : source organique de Zn ou Cu

➤ Gestion des effluents porcins et devenir du Cu et du Zn

Effet des traitements sur le cuivre et le zinc des effluents

Stockage des effluents

Séparation de phases au bâtiment : exemple du raclage en V

Séparation mécanique de phases

Digestion anaérobie

Compostage



↗ liaison du Cu et du Zn à des particules solides moins solubles

Redistribution du Cu et du Zn entre les phases solide et liquide

↗ Concentration Cu et Zn par rapport à la MO et à la MS

Cu et Zn → 90 à 95 % dans la fraction solide

Dans la phase solide :
De 7 à 99% pour le Zn
De 6 à 95 % pour le Cu

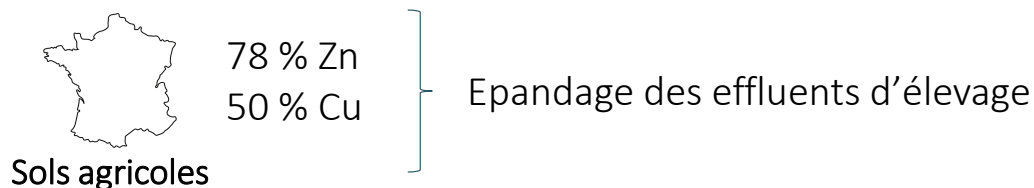
Redistribution du Cu et du Zn dans différentes fractions

↘ Phytodisponibilité du Cu et Zn

↓
Effet du Cu et du Zn : Stimulation ou inhibition des bactéries responsables de la digestion anaérobie

➤ Retour au sol

Apport de Cu et Zn sur les sols et réglementation



Apports de Cu et Zn dans les sols

Naturel

Exogène

Teneurs maximales (mg/kg MS) autorisées dans les fertilisant

	Engrais organique		Digestat de méthanisation NF U44 -051 Arrêté du 13 juin 2017
	Ecolabel <i>Ecolabel européen et Cerafel</i>	(UE) N°2019/1009	
Cuivre	100	300	600
Zinc	300	800	1500

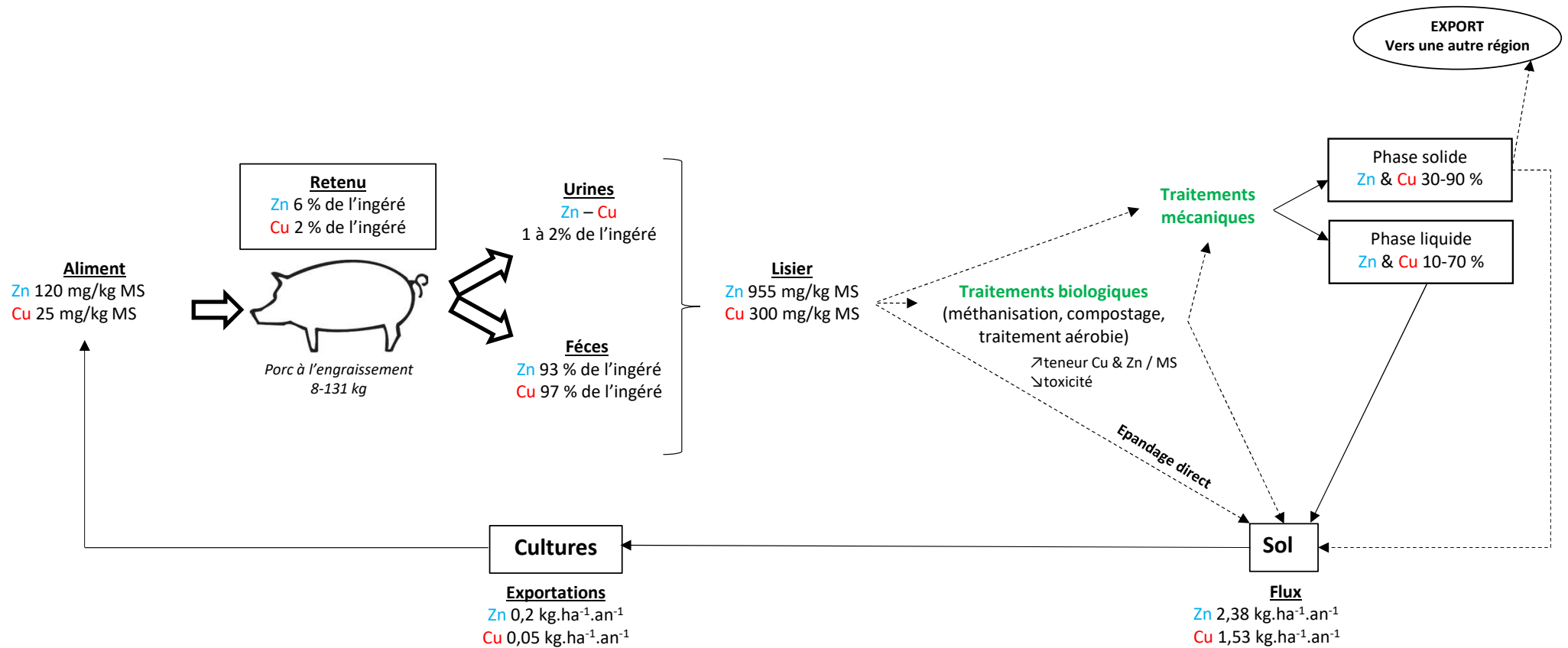
➤ Retour au sol

Accumulation dans les sols et contribution des effluents porcins

	<u>Cu</u>		<u>Zn</u>
Mobile		<	
Accessible		<	
Sensible aux variations des caractéristiques du sol (teneur en MO, pH)		>	

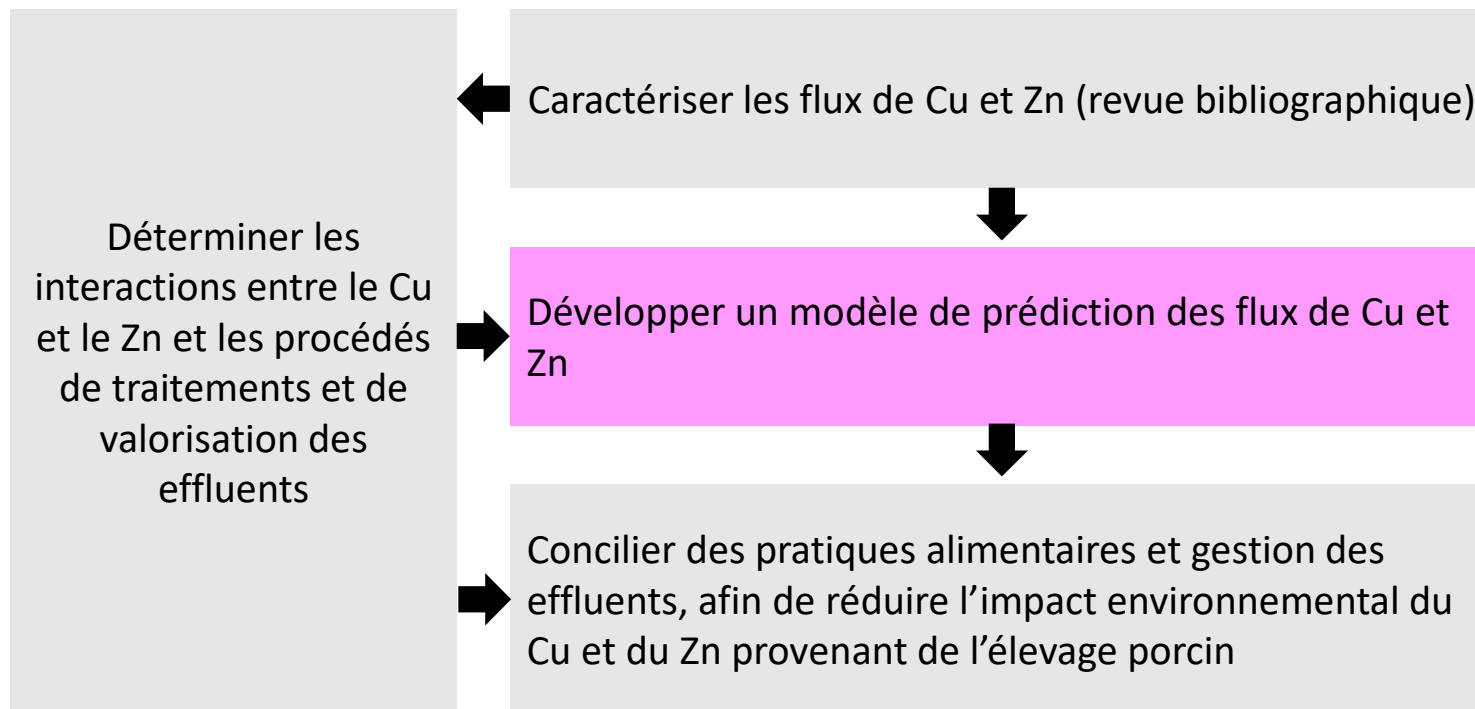
- ↳ Majorité du Cu et Zn du lisier porcin épandu dans la couche arable (0-20cm)
- ↳ 2 – 10 % Cu amené par épandage lessivés ou prélevés par les plantes
- ↳ Influence du pH sur solubilité du Cu et du Zn (ex : Bretagne)
- ↳ Effet toxique du Cu et Zn = Problème environnemental de long terme **ACCUMULATION**

➤ Flux de Cu et Zn sur le continuum aliment-déjection-traitement-sol

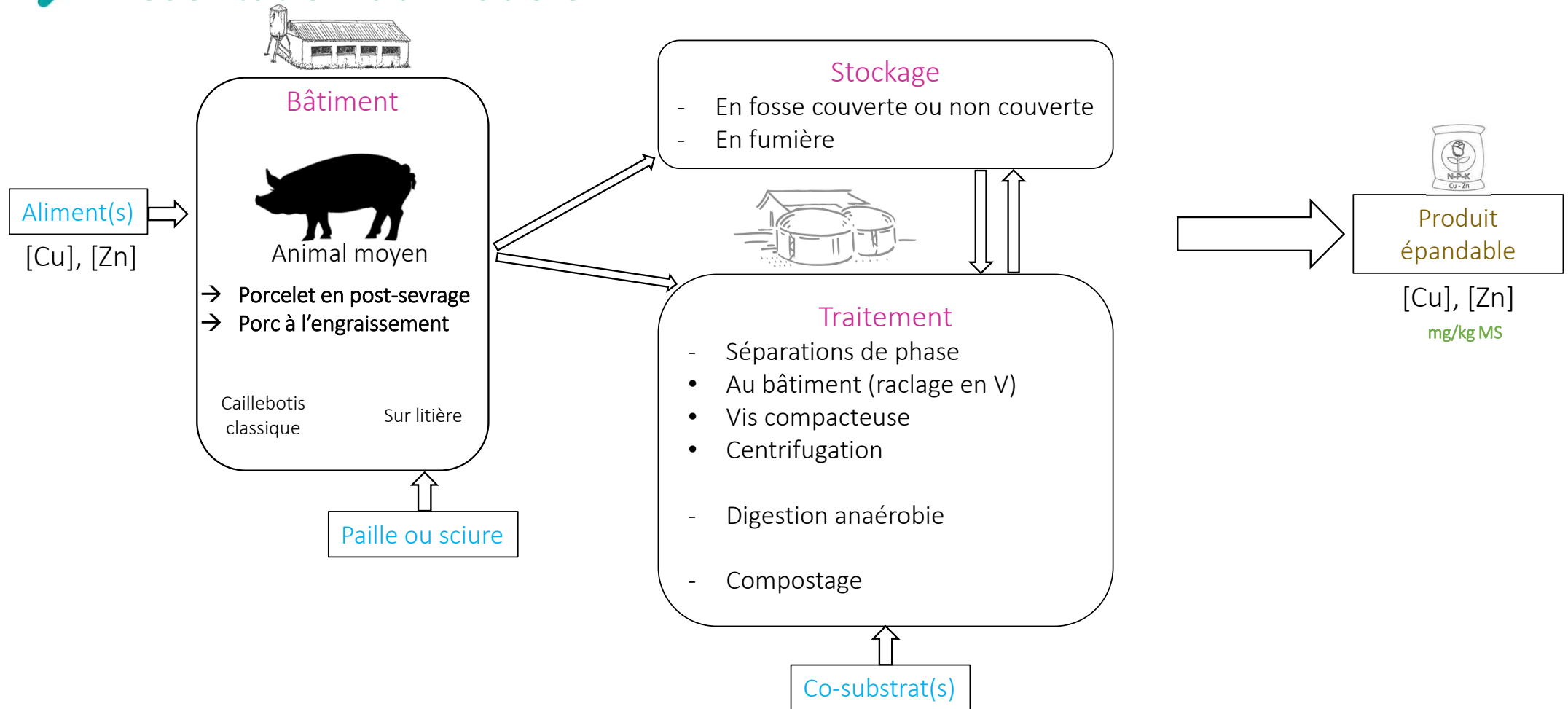


➤ Objectifs du projet

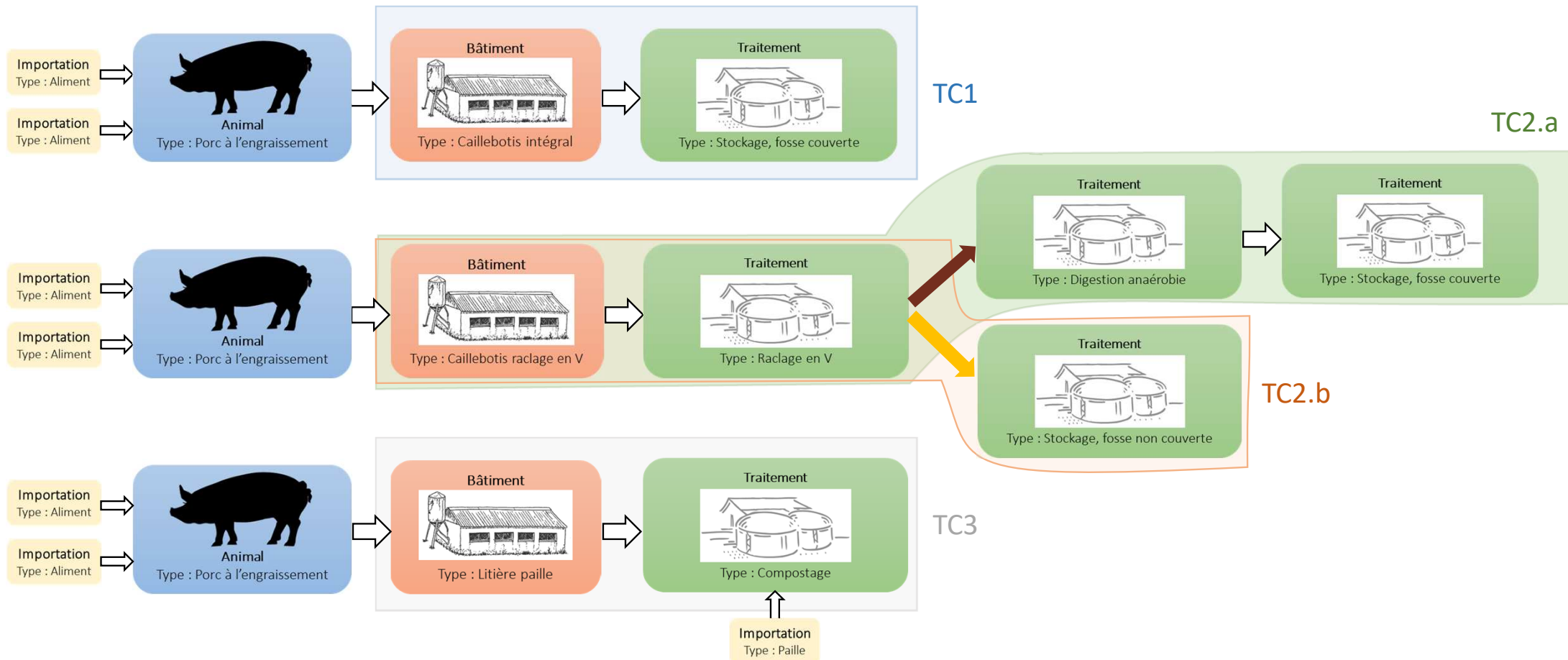
Objectif principal : Caractériser les flux de Cu et Zn depuis l'aliment jusqu'au sol dans la production porcine



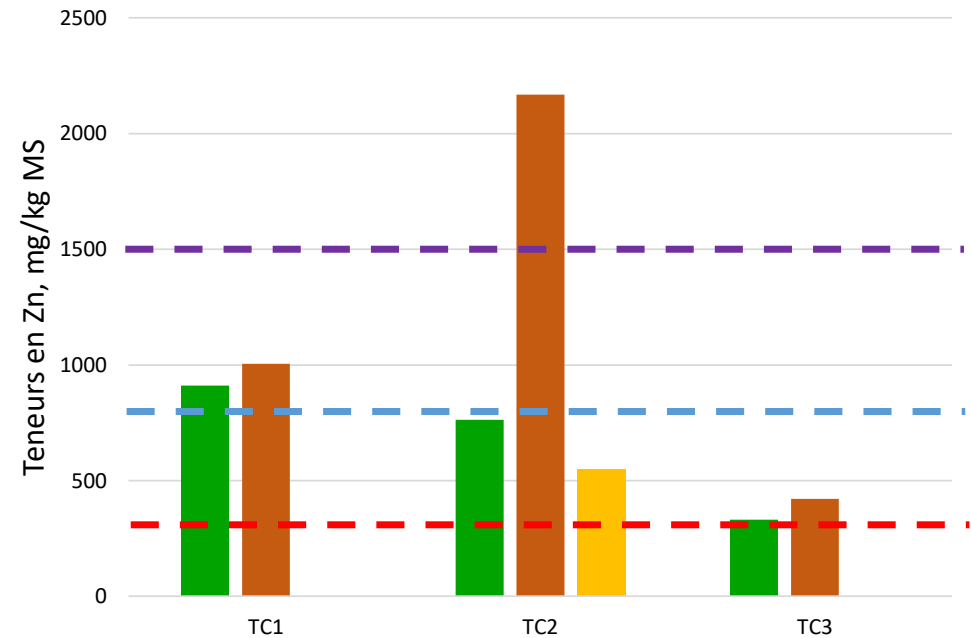
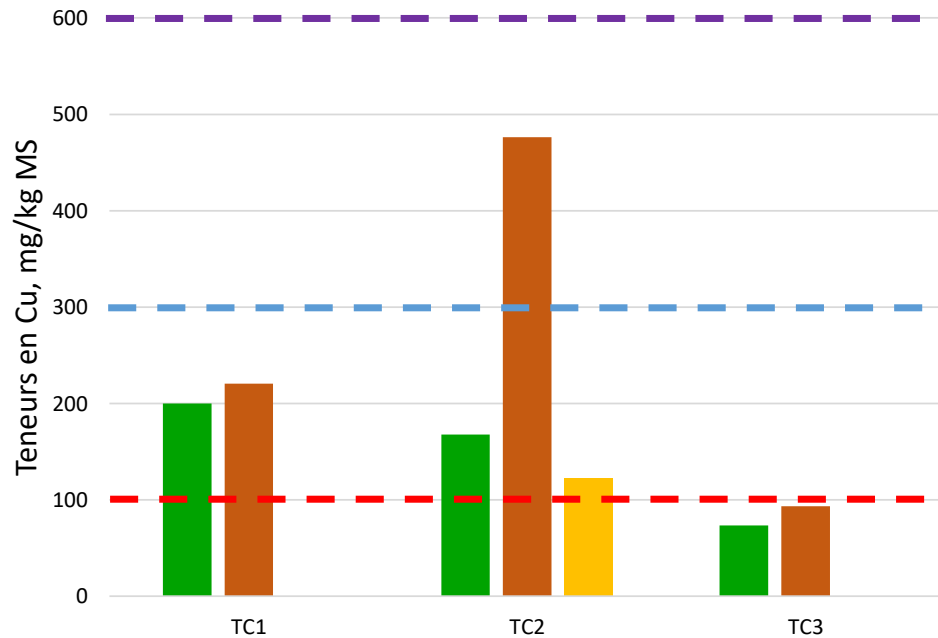
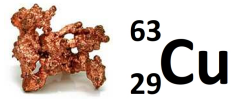
➤ Présentation du modèle



Exemple d'utilisation de l'outil : modélisation de plusieurs chaînes de traitement des effluents



Effet des traitements sur les teneurs en Cu et Zn des produits obtenus

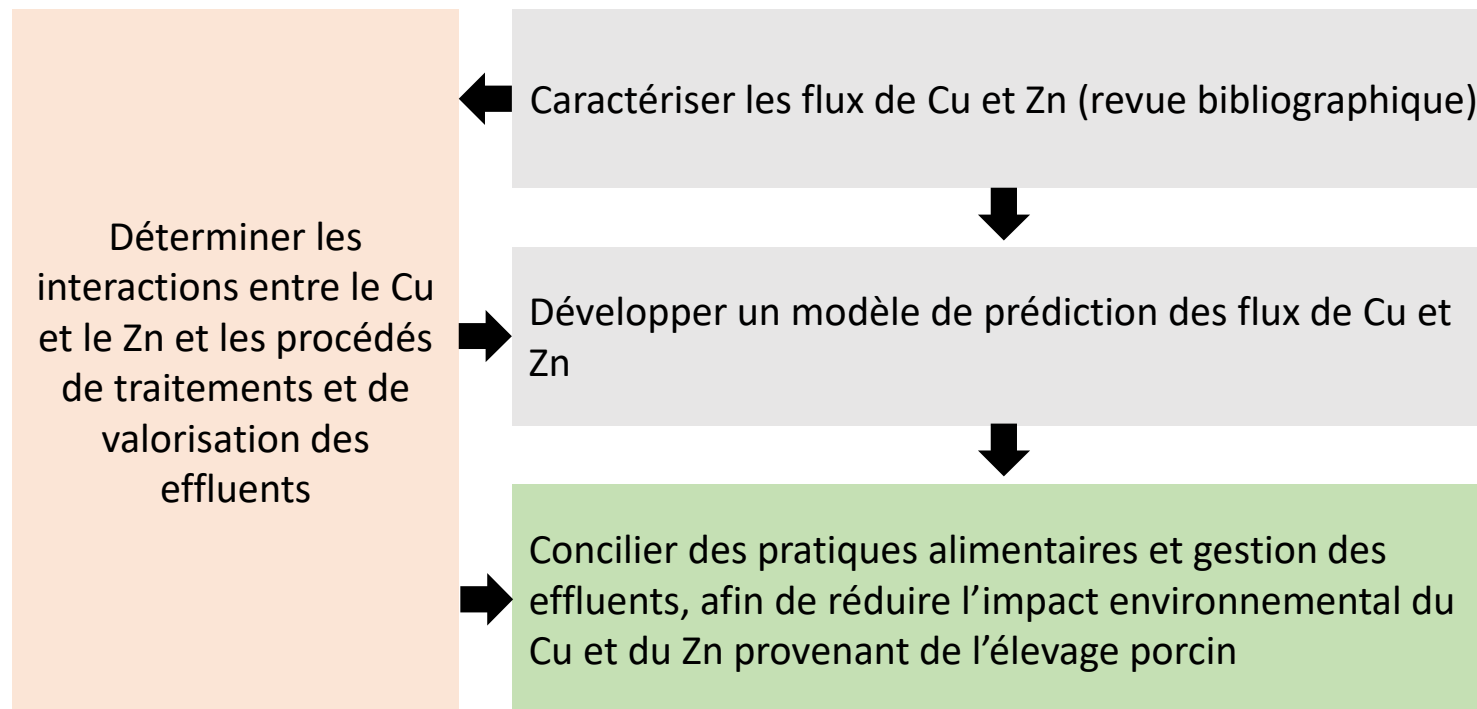


■ Excrétions ■ Produit 1 ■ Produit 2

— Réglementation N°2019/1009
 - - Ecolabel européen
 - - - NF Digestat de méthanisation

➤ Objectifs du projet

Objectif principal : Caractériser les flux de Cu et Zn depuis l'aliment jusqu'au sol dans la production porcine



Merci pour votre attention