



Analyser une transition vers la diversification : entre performances techniques et conditions territoriales d'émergence

Le cas de la transition de l'Installation Expérimentale ASTER

Puech, T.^{1}, Durpoix, A.¹, Autret, B.¹, Brunet, L.¹, Foissy, D.¹, Guillemain, P.¹.*

(1) ASTER, INRAE, 88500 Mirecourt, France.

(*) thomas.puech@inrae.fr



1. Introduction

- Recul généralisé des formes de polyculture-élevage en Europe de l'Ouest et particulièrement en France (Billen et al., 2014, Schott et al., 2018, Therond et al., 2017, Mignolet et al., 2012) :
 - ➔ Dépendance des agrosystèmes aux intrants de synthèse (engrais), alimentation animale et ressources minières
- Raréfaction des ressources non renouvelables (Pinsard, 2022) + augmentation du coût des intrants (énergie, alimentation animale, engrais)
 - ➔ Regain d'intérêt pour les systèmes agricoles basés sur les complémentarités cultures-élevages (Gliessman, 2004; Altieri et al., 2012; Bonaudo et al., 2014; Dumont et al., 2014; Sijpestijn et al., 2022)

1. Introduction

- Pour autant :
 - Systèmes d'élevage questionnés sur leurs concurrences avec l'alimentation humaine (Mottet et al., 2017)
 - Les pratiques d'élevage herbagères constituent une voie à explorer (Benoit et Mottet, 2023)
 - Mais ces systèmes sont plus complexes et plus sensibles aux conditions de milieu

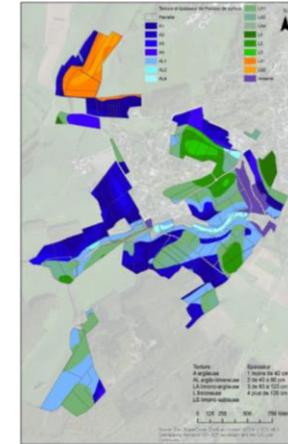
➔ Critères de leur analyse ?

- Performances
- Transitions
- Fonctionnement
- Conditions d'émergence

2.1. Analyser la transition d'une expérimentation système de long terme



- Expérimentation système « ferme entière » (UR ASTER)
- 240 ha SAU dont 135 en prairies permanentes
- Contexte de « plaine » avec contraintes pédoclimatiques marquées



Enjeux de recherche : Autonomie des systèmes agricoles

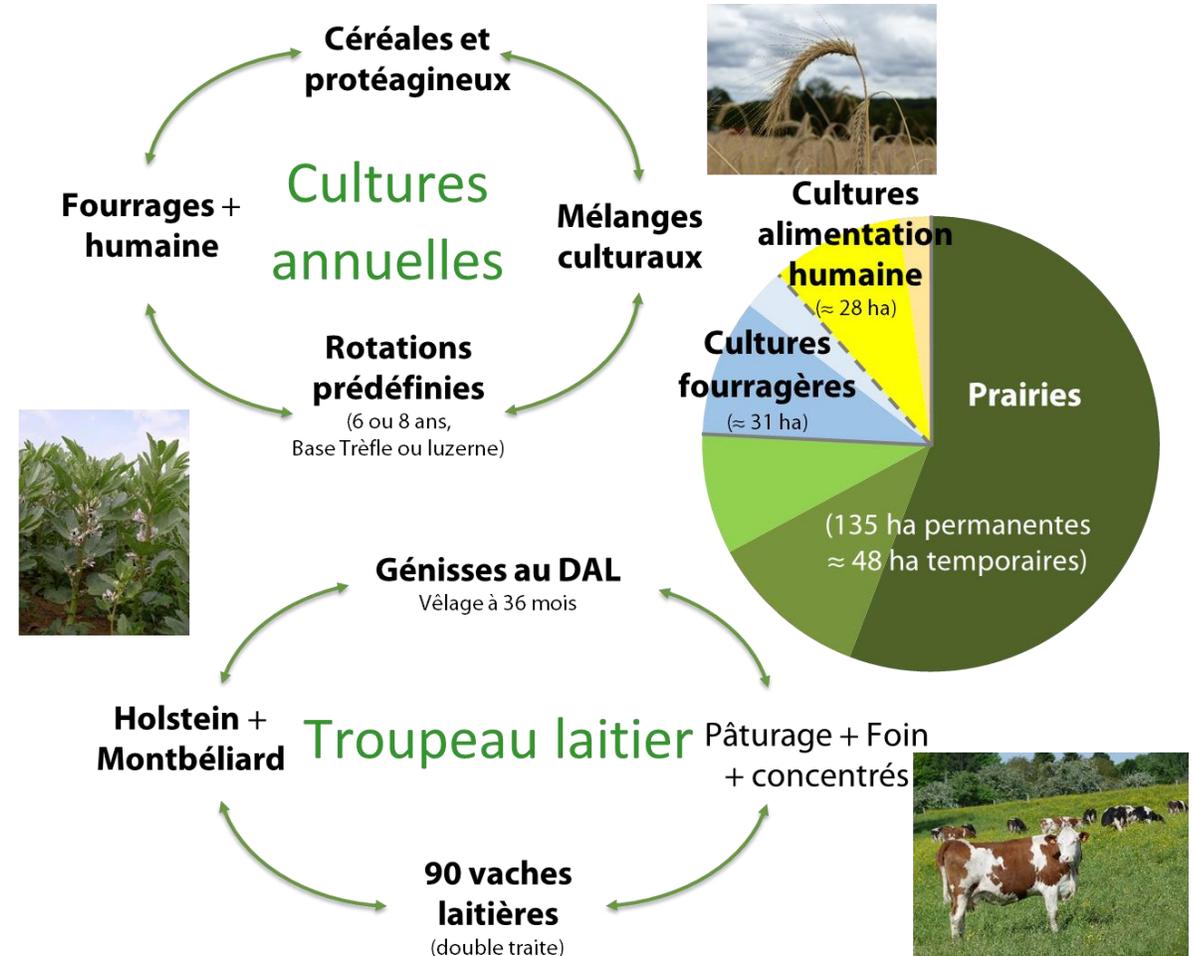
Choix stratégiques : Expérimentation de systèmes **autonomes** : « Faire au mieux avec les ressources du milieu » (pas d'achat/vente de fourrages et/ou matières fertilisantes depuis 2004)

Conception « pas à pas » (Coquil et al., 2011, Meynard et al., 2023)

2.1. Analyser la transition d'une expérimentation système de long terme

Système laitier 2006-2015

- Système spécialisé bovin lait
- Productions végétales principalement fourragères

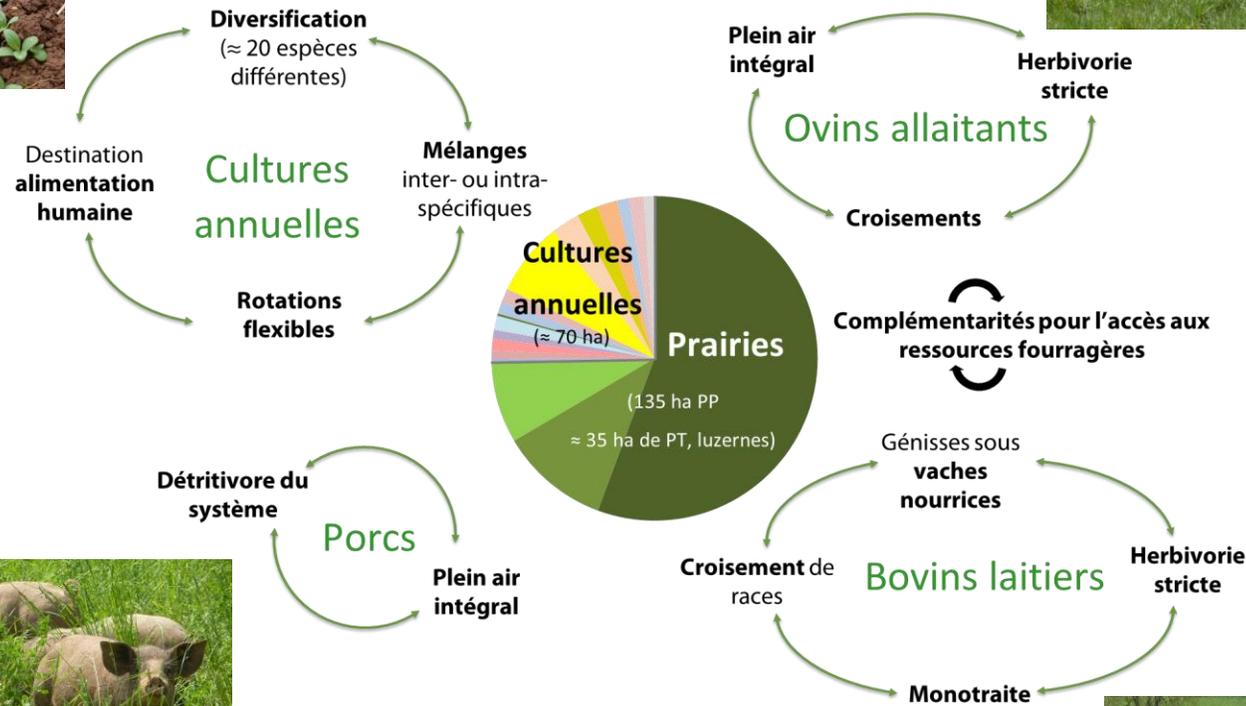


2.1. Analyser la transition d'une expérimentation système de long terme



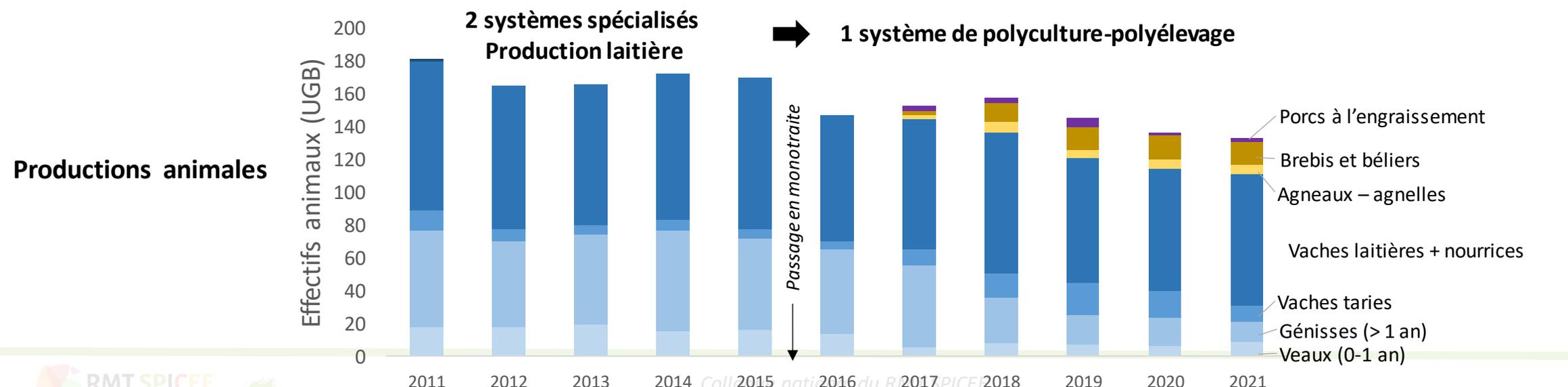
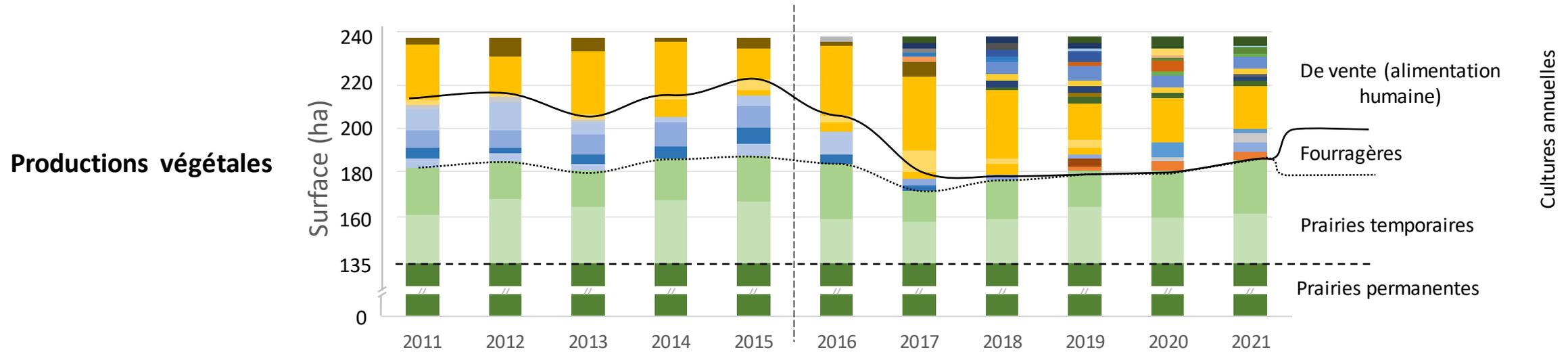
Systeme diversifié « PAPILLE » 2016-...

- Usage direct des terres pour l'alimentation humaine
- Forte diversification des productions animales et végétales
- Conduites en rupture



Adapté de Coquil et al., 2019

2.1. Analyser la transition d'une expérimentation système de long terme

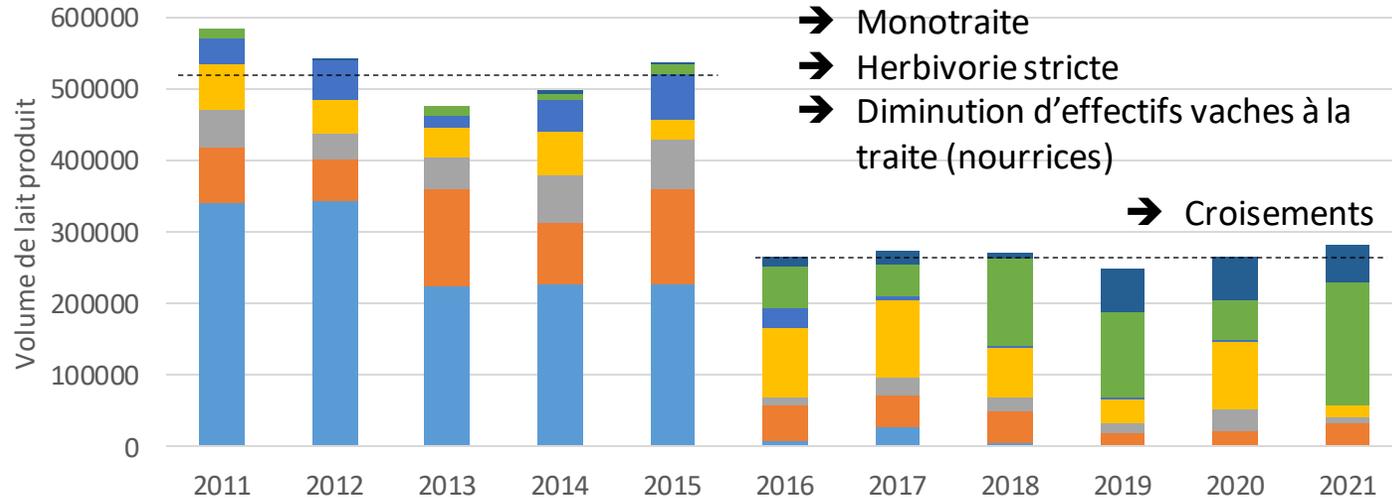


2.2. Analyser la transition d'une expérimentation système de long terme

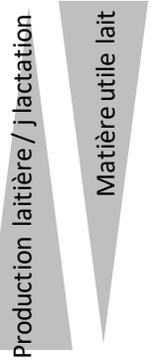
- Des analyses multivariées pour rendre compte de la variabilité des performances des *composantes de production* (ACP+CAH – Lê et al)
 - Fourrages récoltés (Rendement, MAT, cellulose brute, digestibilité MS)
 - Production laitière (lait produit, TB, TP, nb j lactation, durée de présence, génétique Hn/Mo/Cr)
 - Agneaux de boucherie (poids naissance, poids abattage, nb j présence, GMQ, poids carcasse, génétique)
 - Porcs charcutiers (poids arrivée, durée présence, GMQ, poids carcasse)
- Une approche *ferme entière* pour rendre compte de la capacité du système pour produire des denrées alimentaires
 - Analyse de la productivité et de l'efficacité du système pour produire des denrées alimentaires
- Une transition favorisée par une inscription dans des dynamiques territoriales

3.1. Une transition marquée par une variabilité des performances techniques

Lait produit selon le profils des vaches laitières



Profil Vache	N (VL*année)	Lait produit (kl)	TB (g/kg)	TP (g/kg)	Rang lactation	Nb j lactation dans l'année	Nb j gestation dans l'année	Durée de présence (j)	% Holstein	% Montbéliard	% croisées
7	87	2.6	56.0	40.2	2.1	273	187	357	31	46	23
6	191	3.2	49.0	35.7	2.1	302	47	355	45	47	8
5	92	2.7	43.1	33.3	3.0	175	21	171	54	46	0
4	186	3.5	47.0	35.9	2.1	291	249	362	46	50	4
3	185	2.1	43.3	32.5	1.6	130	252	361	47	52	1
2	144	4.9	42.5	31.6	2.6	294	54	349	64	36	0
1	256	5.5	41.5	32.2	2.6	292	273	364	47	53	0

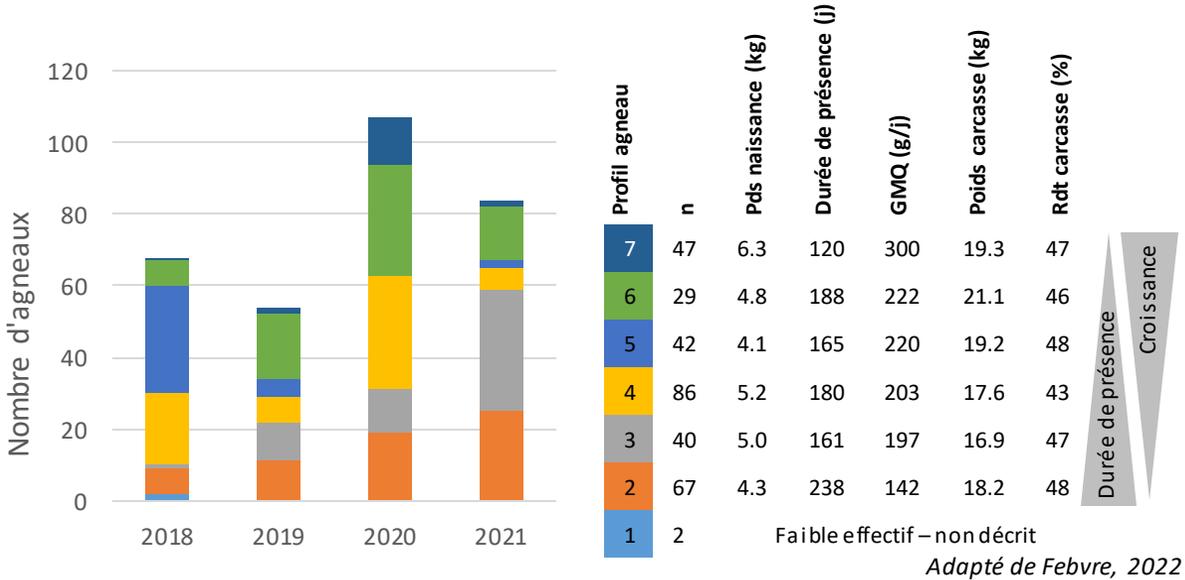


→ Evolution de la distribution des profils liés à des choix / pratiques d'élevage

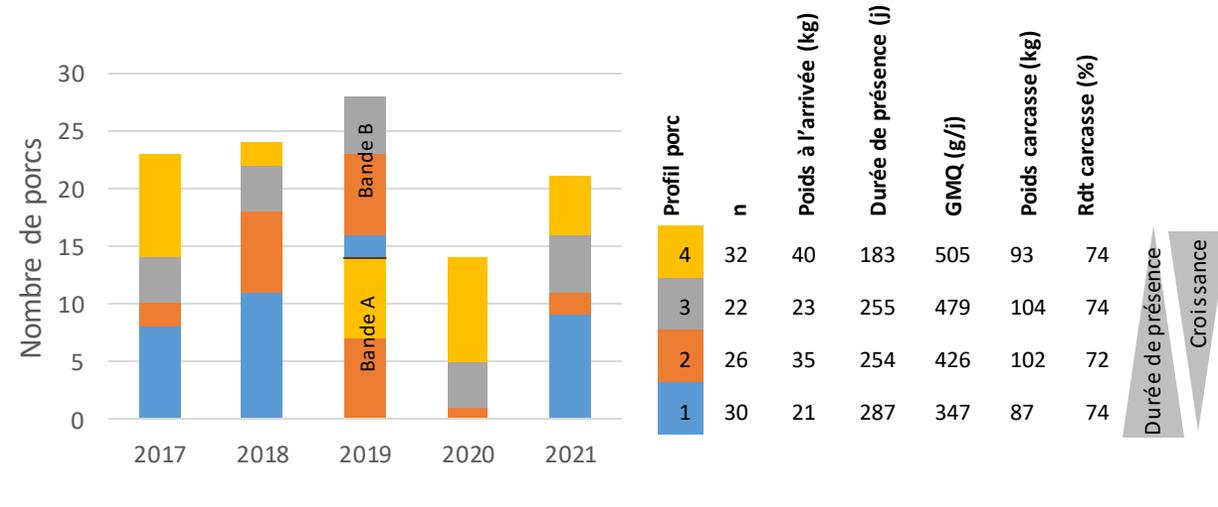
→ Distribution hétérogène des profils productifs des VL liées à des performances techniques (taux gestation) + conditions climatiques (herbe disponible au pâturage)

3.1. Une transition marquée par une variabilité des performances techniques

Distribution des profils d'agneaux de boucherie



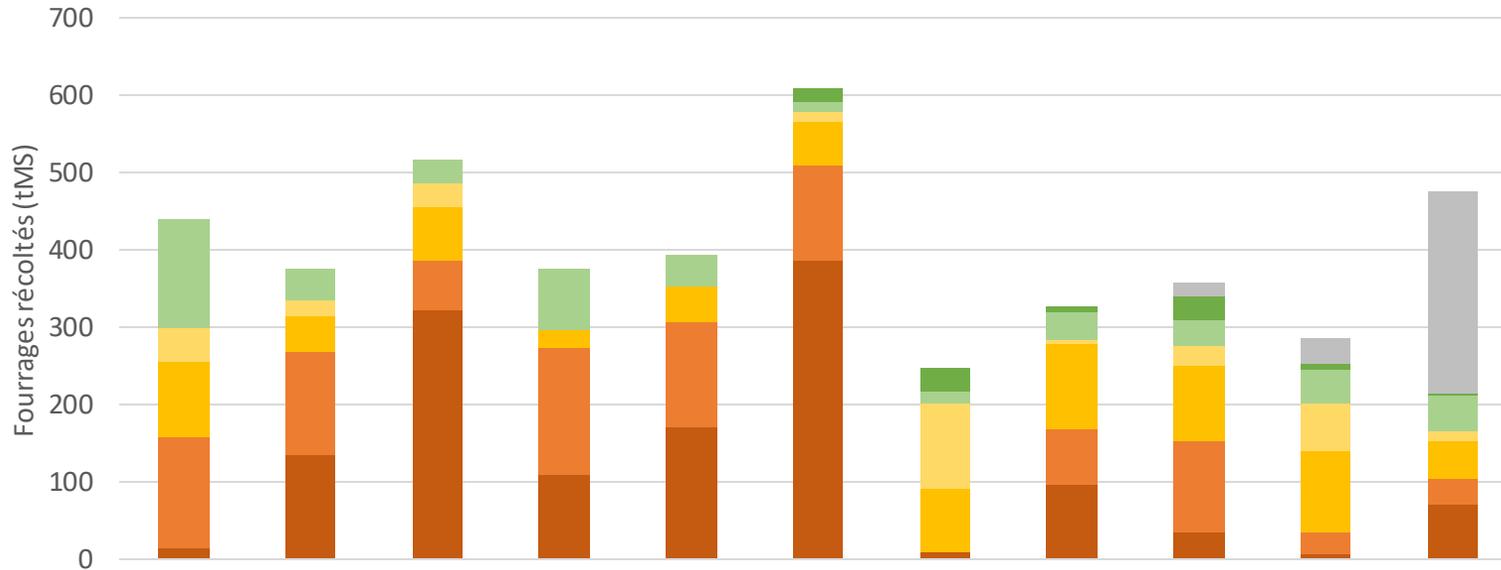
Distribution des profils de porcs charcutiers



➔ De même, hétérogénéité en termes de distribution des profils productifs des agneaux de boucherie et des porcs charcutiers.

3.1. Une transition marquée par une variabilité des performances techniques

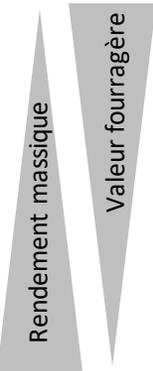
Quantités de fourrages récoltés selon leur type



Déficit hydrique (mm)	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Avril - juin	-150	-42	-67	-188	-117	106	-213	-117	-120	-186	-19
Juil - oct	-12	-97	53	-24	-209	-150	-65	-293	-154	-168	-41

Type fourrage	n	Rendement (tMS/ha)	MAT (g/kgMS)	Cellulose brute (g/kgMS)	Digestibilité MS	Sommes T - foins (°j)	% légumineuses
7	34	1.2	149	280	67	//	49
6	2		Faible effectif - non décrit				
5	101	1.6	137	291	62	//	53
4	53	2.3	96	281	58	1075	26
3	109	2.5	95	323	54	1227	39
2	110	3.4	75	310	52	1307	26
1	134	3.8	64	349	44	1313	27

Fourrages non consommés donc non analysés



Adapté de Corsyn, 2023

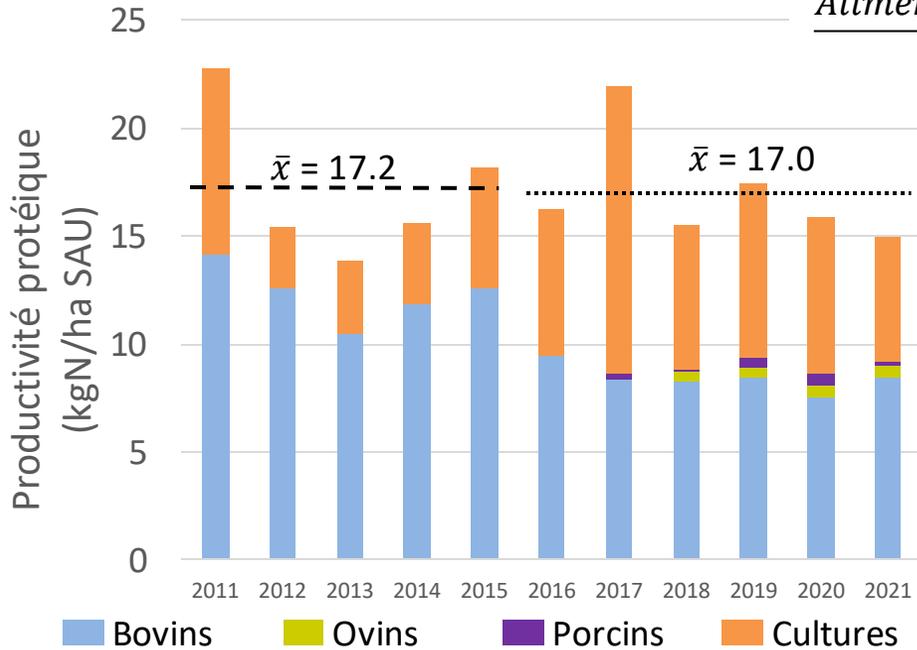
➔ Forte variabilité de qualité et quantité des fourrages produits (conditions météorologiques), facteur de premier ordre dans la construction des performances techniques

➔ Arbitrage dans l'usage des ressources en système autonome

3.2. Un système diversifié plus efficace pour l'alimentation humaine

Productivité protéique

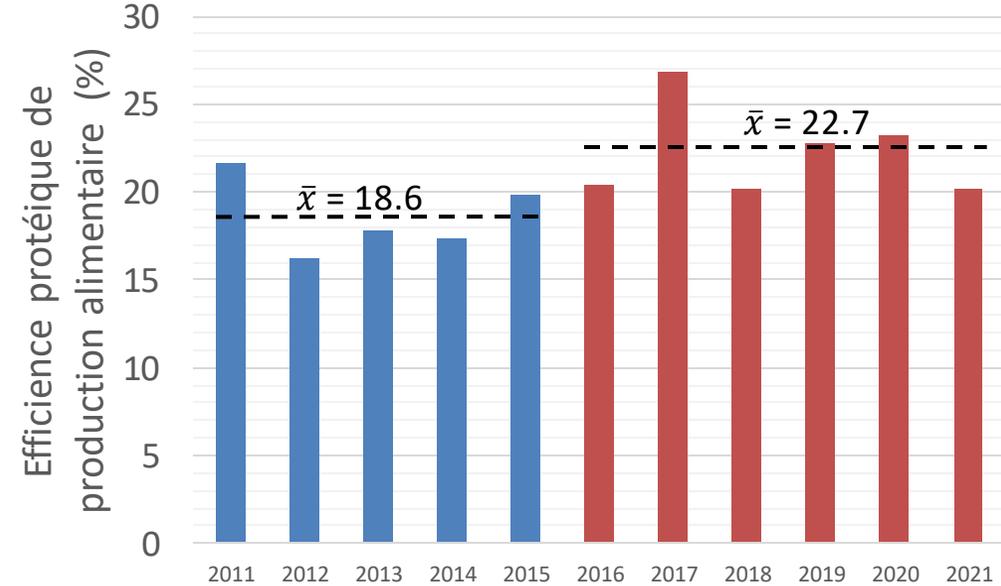
$\frac{\text{Alimentation Humaine}}{\text{SAU}}$



$\frac{\text{Alimentation Humaine}}{\text{Production primaire}}$

≈ Proxy des conditions de milieu (système autonome)

Efficience protéique



→ Productivité protéique similaire entre les deux systèmes

↗ Part de productions végétales dans le système diversifié

→ Système diversifié plus efficace pour produire de l'alimentation humaine

Adapté de Puech et Stark, 2023

3.3. Une transition favorisée par des dynamiques territoriales

- Coopérative céréalière engagée de longue date dans une démarche de diversification
- Développement de filières en productions animales (brebis réforme AB...)
- Construction de partenariats avec des artisans du territoire, engagés dans la transition agro-écologique (boucherie traditionnelle).
- Proximité de premiers intermédiaires de transformation (abattoirs)

3.3. Une variabilité des performances qui questionne à l'échelle territoriale

- Interdépendance avec d'autres systèmes d'élevage (naisseurs porcs)
- Complémentarités avec d'autres systèmes d'élevage / saisonnalité de la production / consommation (agneaux de boucherie)

La variabilité des performances (qualité fourrages / lait, croissance des animaux, cultures annuelles) :

- Composante « irréductible » des systèmes autonomes ?
- Attendue croissante (changements climatiques) ?

➔ Conditions de développement et de maintien de ces activités en territoire rural défavorisé ?

4. Conclusion

- Articuler cultures et élevages pour produire des denrées pour l'alimentation humaine
 - Autonomie + choix techniques (herbivorie stricte) = variabilité marquée des performances productives
- ➔ Alimentation humaine et conditions de milieu = 2 dimensions à expliciter dans l'analyse des performances des systèmes diversifiés
- Articulation de différents niveaux d'organisation pour analyser les transitions

Bibliographie & compléments

- Allwood J. M., Ashby M. F., Gutowski T. G., and Worrell E. (2013). "Material efficiency: providing material services with less material production." *Phil. Trans. R. Soc. A*, 371(1986)
- Altieri, M.A., Funes-Monzote, F.R., Petersen, P., 2012. Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty. *Agron. Sustain. Dev.* 32, 1–13.
- Benoit, M., Mottet, A. (2023). Energy scarcity and rising cost: Towards a paradigm shift for livestock. *Agricultural Systems* 205 103585
- Billen, G., Lassaletta, L., Garnier, J., 2014. A biogeochemical view of the global agro-food system: Nitrogen flows associated with protein production, consumption and trade. *Glob. Food Sec.* 3, 209–219.
- Bonaudo, T., Bendahan, A.B., Sabatier, R., Ryschawy, J., Bellon, S., Leger, F., Magda, D., Tichit, M., 2014. Agroecological principles for the redesign of integrated crop–livestock systems. *Eur. J. Agron.* 57, 43–51
- Coquil, X., Fiorelli, J.-L., Blouet, A., Trommenschlager, J.-M., Bazard, C., Mignolet, C., 2011. Conception de systèmes de polyculture élevage laitiers en agriculture biologique : Synthèse de la démarche pas à pas centrée sur le dispositif expérimental INRA ASTER-Mirecourt. 3R, Dec 2011, Paris
- Coquil, X., Anglade, J., Barataud, F., Brunet, L., Durpoix, A., Godfroy, M., 2019. TEASER-lab : concevoir un territoire pour une alimentation saine, localisée et créatrice d'emplois à partir de la polyculture - polyélevage autonome et économe. La diversification des productions sur le dispositif expérimental ASTER-Mirecourt. *Innovations Agronomiques* 72 (2019), 61-75
- Dumont, B., González-García, E., Thomas, M., Fortun-Lamothe, L., Ducrot, C., Dourmad, J.Y., Tichit, M., 2014. Forty research issues for the redesign of animal production systems in the 21st century. *Animal* 8, 1382–1393
- Fath, B.D., Asmus, H., Asmus, R., Baird, D., Borrett, S.R., de Jonge, V.N., Ludovisi, A., Niquil, N., Scharler, U.M., Schückel, U., Wolff, M., 2019. Ecological network analysis metrics: The need for an entire ecosystem approach in management and policy. *Ocean Coast. Manag.* 174, 1–14.
- Gliessman, S.R., 2004. *Agroecology and Agroecosystems*, in: Diane, R., Francis, C. (Eds.), *Agronomy Monographs*. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Madison, WI, USA, pp. 19–29.
- Godinot, O., Vertès, F., Leterne, P., Carof, M., 2020. Nouveaux indicateurs d'efficiences de l'azote à l'échelle de l'exploitation. *Fourrages* 241, 45–56.
- Laisse, S., Baumont, R., Dusart, L., Gaudré, D., Rouillé, B., Benoit, M., Veysset, P., Rémond, D., Peyraud, J.-L., 2019. L'efficacité nette de conversion des aliments par les animaux d'élevage : une nouvelle approche pour évaluer la contribution de l'élevage à l'alimentation humaine. *INRA Prod. Anim.* 31, 269–288
- Lê S., Josse J., Husson F., (2008) : "FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis" *Journal of Statistical Software*, Vol 25, N°1, 1–18.
- Lietaer, B., Ulanowicz, R., Goerner, S., McLaren, N., 2010. Is Our Monetary Structure a Systemic Cause for Financial Instability? Evidence and Remedies from Nature. *Journal of Futures Studies*, March 2010, 14(3): 89 - 108
- Meynard, J.-M., Cerf, M., Coquil, X., Durant, D., Le Bail, M., Lefevre A., Navarret, M., Pernel, J., Perinelle, A., Perrin, B., Prost, L., Reau, R., Salembier, C., Scopel, E., Toffolini, Q., Jeuffroy, M.-H., 2023. Unravelling the step-by-step process for farming system design to support agroecological transition. *European Journal of Agronomy* 150 (2023) 126948
- Mignolet, C., Schott, C., Benoit, M., Meynard, J. M., 2012. Transformations des systèmes de production et des systèmes de culture du bassin de la Seine depuis les années 1970 : une spécialisation des territoires aux conséquences environnementales majeures. *Innovations Agronomiques* 22, 1-16
- Mottet, A., de Haan, C., Falcucci, A., Tempio, G., Opio, C., Gerber, P. (2017). Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Global Food Security* 14 (2017) 1–8
- Pinsard, C., 2022. Assessing the resilience of European farming systems to consequences of global peak oil using a dynamic nitrogen flow model. PhD Paris-Saclay University, 2022.
- Puech, T., Stark, F. Diversification of an integrated crop-livestock system: agroecological and food production assessment at farm scale. Accepted at *Agriculture, Ecosystem, Environment*.
- Puech, T., Durpoix, A., Autret, B., Bunet, L., Foissy, D., Guillemin, P. (2023). Construction et implications de l'autonomie protéique fourragère dans un système de polyculture-élevage diversifié. *Fourrages* 254, 15-26.
- Schott, C., Puech, T., Mignolet, C. (2018). Dynamiques passées des systèmes agricoles en France : une spécialisation des exploitations et des territoires depuis les années 1970. *Fourrages* 235, 153-161
- Sijpesteijn, G.F., Wezel, A., Chriki, S., 2022. Can Agroecology Help in Meeting our 2050 Protein Requirements? *Livestock Science*, 104822 <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.104822>.
- Rufino, M.C., Hengsdijk, H., Verhagen, A., 2009a. Analysing integration and diversity in agro-ecosystems by using indicators of network analysis. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 84, 229–247
- Therond, O., Duru, M., Roger-Estrade, J., Richard, G., 2017. A new analytical framework of farming system and agriculture model diversities. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 37
- Ulanowicz, R.E., Baird, D., 1999. Nutrient controls on ecosystem dynamics: the Chesapeake mesohaline community. *J. Mar. Syst.* 19 19, 159–172.