

1^{ères} Rencontres de l'Observatoire des EnR et de la Biodiversité

Vers une transition énergétique en harmonie avec la biodiversité, les sols et les paysages

Méthanisation

Incidences sur la biodiversité et ses habitats

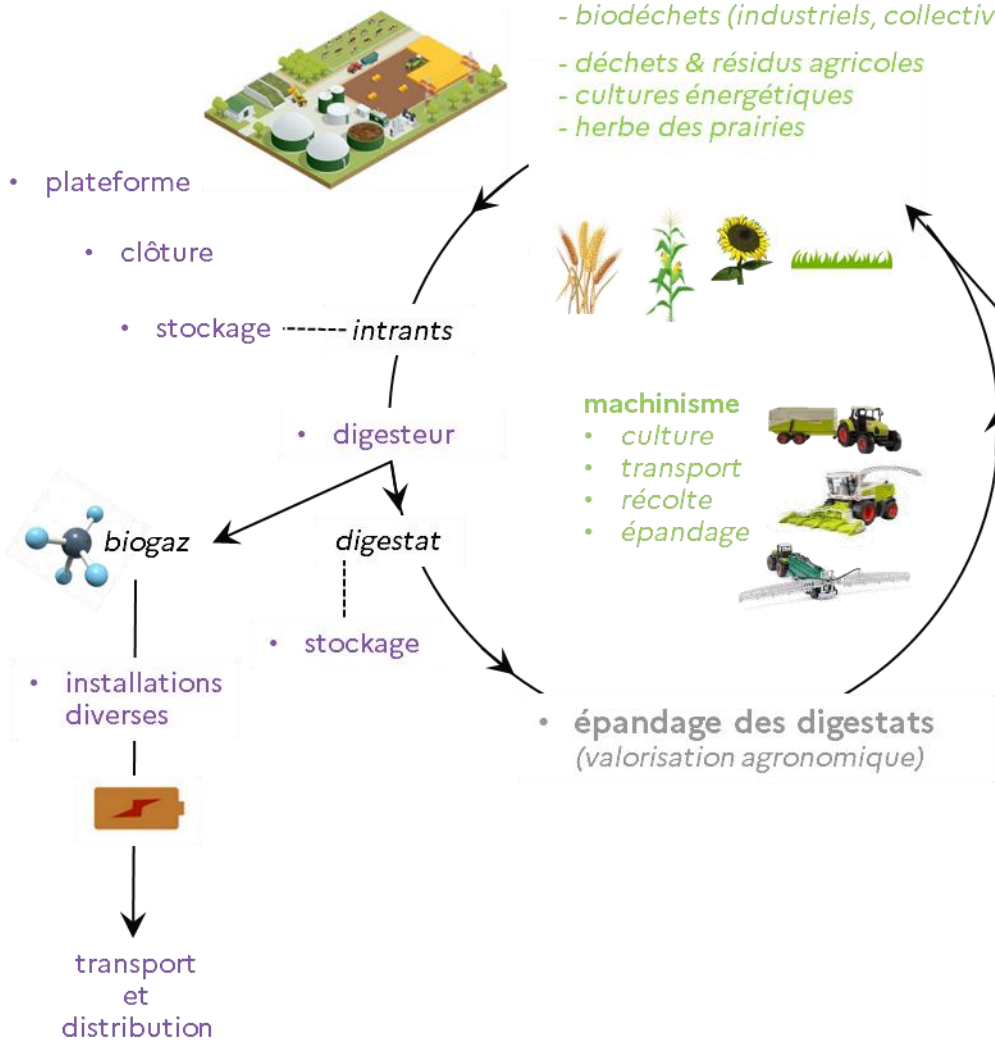
Elisabeth BRO
Office français de la biodiversité
Direction Recherche & Appui Scientifique

Caractérisation des pressions potentielles liées à la production de biogaz



Production de biogaz

infrastructures & fonctionnement de l'unité de méthanisation



approvisionnement en biomasse fermentescible

- biodéchets (industriels, collectivités, domestiques, etc.)
- déchets & résidus agricoles
- cultures énergétiques
- herbe des prairies



machinisme

- culture
- transport
- récolte
- épandage



- Intrants éventuels (eau, produits phytosanitaires, etc.)

Pressions potentielles

Changement climatique

- ✓ bilan net des émissions de GES
- ✓ stockage de C dans les sols

Changement d'affectation et d'usage des terres

- ✓ artificialisation, cloisonnement
- ✓ modification des rotations & assolements
- ✓ évolution d'habitats semi-naturels

Pollutions

- lumineuse, sonore, olfactive
- ✓ chimique
- ✓ biologique
- physique

Exploitation des ressources

- ✓ sol
- ✓ énergie
- ✓ ressources minérales
- ✓ eau
- atteintes non-intentionnelles aux individus

Espèces exotiques envahissantes

- dissémination de propagules



Caractérisation des pressions potentielles liées à la production de biogaz

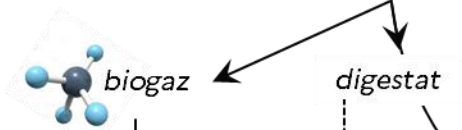


Production de biogaz

infrastructures & fonctionnement de l'unité de méthanisation



- plateforme
- clôture
- stockage
- intrants
- digesteur



digestat

- stockage

- installations diverses



transport et distribution

approvisionnement en biomasse fermentescible

- biodéchets (industriels, collectivités, domestiques, etc.)
- déchets & résidus agricoles
- cultures énergétiques
- herbe des prairies



machinisme

- culture
- transport
- récolte
- épandage



- Intrants éventuels (eau, produits phytosanitaires, etc.)

- épandage des digestats (valorisation agronomique)

Pressions potentielles

synthèse des connaissances

Changement climatique

- bilan net des émissions de GES
- stockage de C dans les sols

Changement d'affectation et d'usage des terres

- artificialisation, cloisonnement
- modification des rotations & assolements
- évolution d'habitats semi-naturels

Pollutions

- lumineuse, sonore, olfactive
- chimique
- biologique
- physique

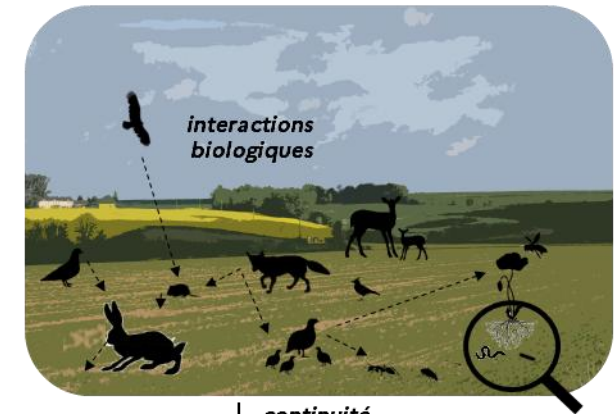
Exploitation des ressources

- sol
- énergie
- ressources minérales
- eau
- atteintes non-intentionnelles aux individus

Espèces exotiques envahissantes

- dissémination de propagules

Incidences sur les habitats et la biodiversité



continuité écologique





<https://professionnels.ofb.fr/fr/node/1967>

<https://www.documeentation.eauetbiodiversitee.fr/>

Plan de la présentation

Introduction

I. Modifications des rotations et des assolements

II. Épandage des digestats

III. Mortalités non intentionnelles

Guides de recommandations existants

Echanges





<https://professionnels.ofb.fr/fr/node/1967>

<https://www.documeentation.eauetbiodiversitee.fr/>

Plan de la présentation

Introduction

I. Modifications des rotations et des assolements

II. Épandage des digestats

III. Mortalités non intentionnelles

Guides de recommandations existants

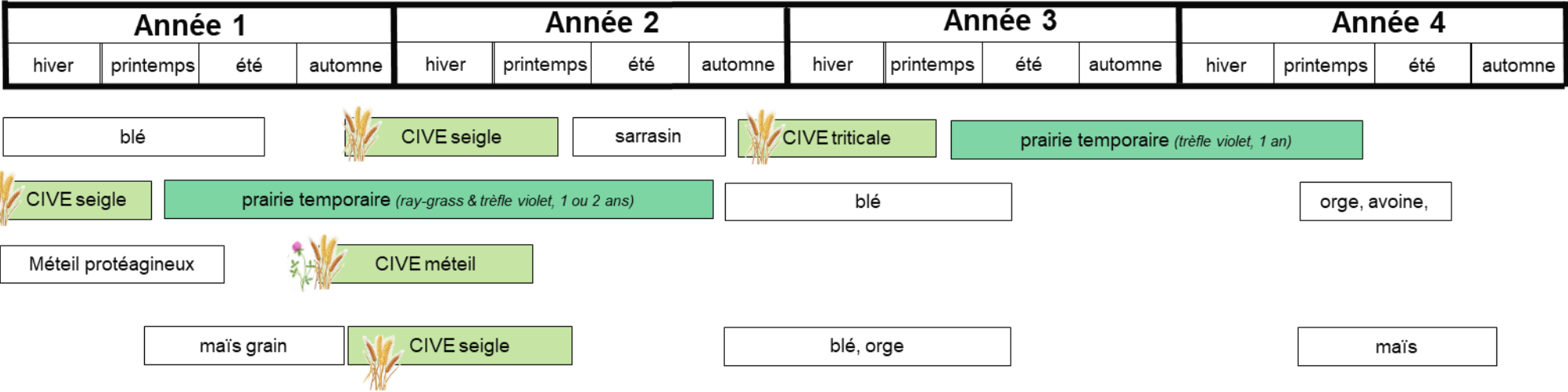
Echanges



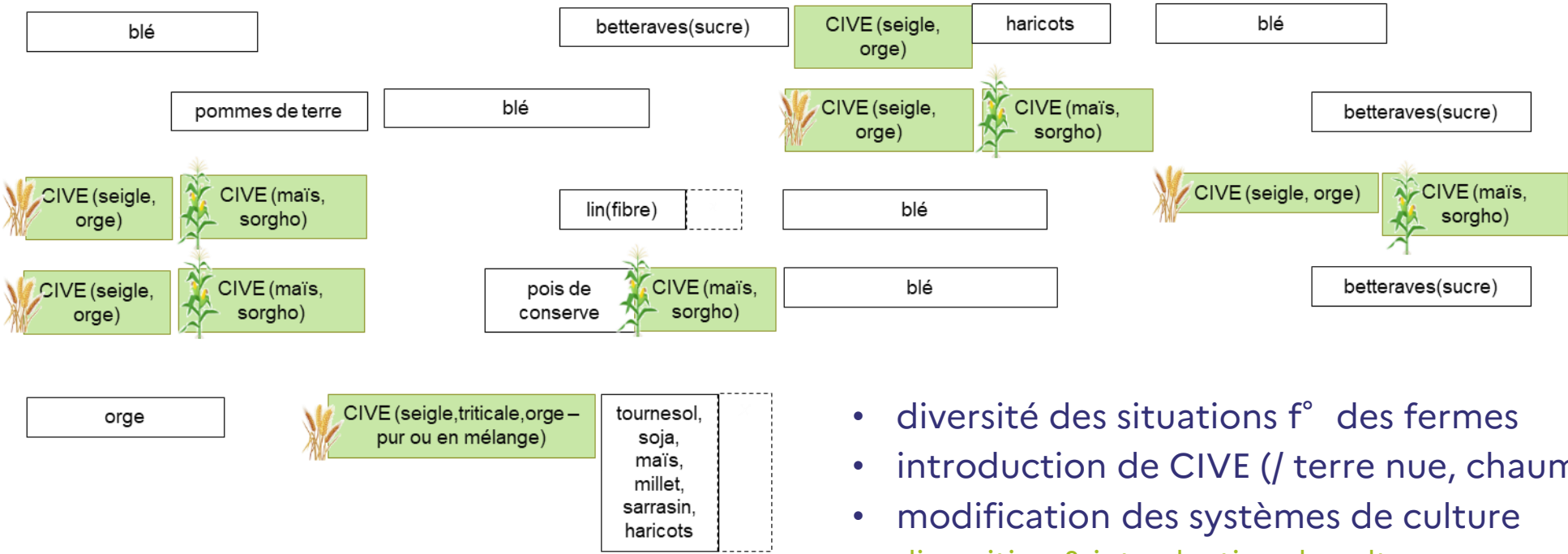


EXEMPLES

en zone d'élevage
(Cadiou 2023,
Baziz et al. 2024)



en grande culture
(OFB obs. pers., Carton et al.
2022, Levavasseur et al. 2023a)



- diversité des situations f° des fermes
- introduction de CIVE (/ terre nue, chaumes, CIPAN)
- modification des systèmes de culture
 - > disparition & introduction de cultures
 - > mise en culture ou introduction de prairie
 - assolement



→ exposé de L. Boros & F. Levavasseur et al.





Incidences sur la biodiversité f° :

- **contexte**
 - > caractéristiques agricoles et paysagères

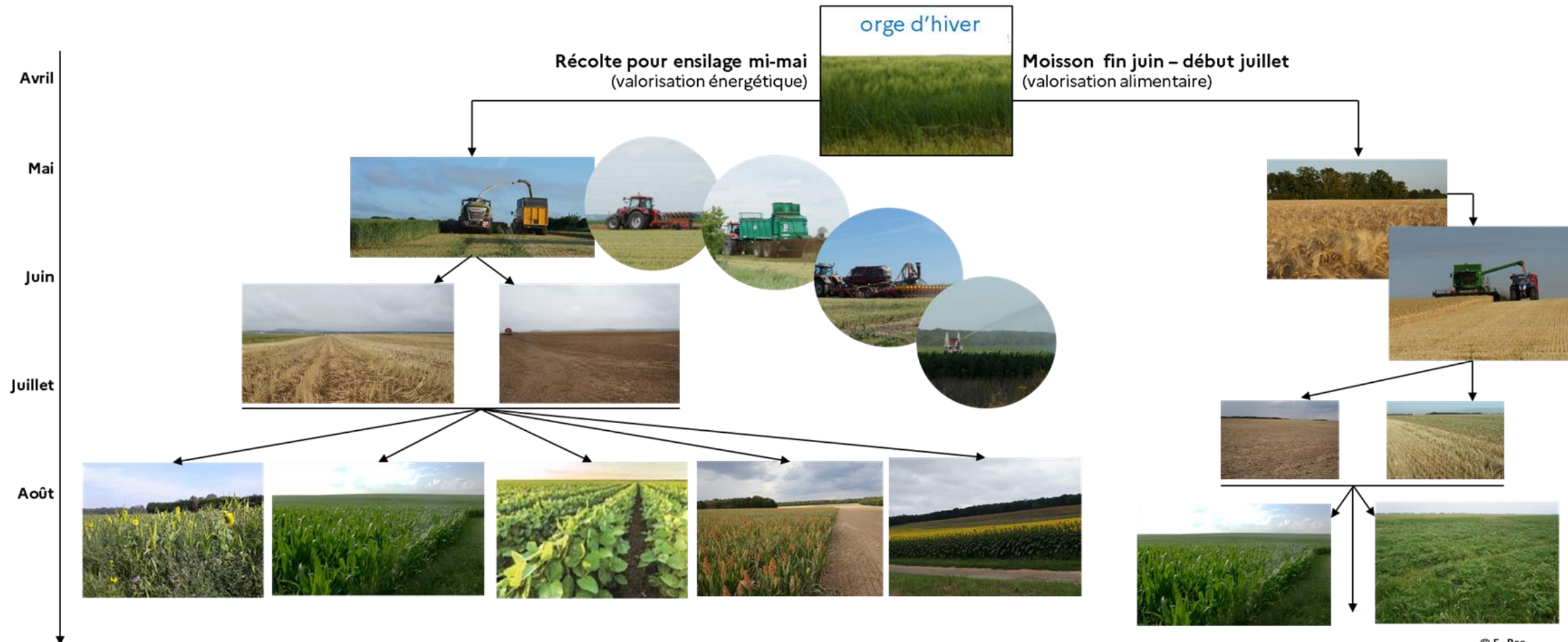


Incidences sur la biodiversité f° :

- **contexte**

- > caractéristiques agricoles et paysagères

- > **modifications apportées (qualitativement, quantitativement)**



→ diversité des dynamiques spatio-temporelles des parcelles culturales (Bro obs. pers.)



Incidences sur la biodiversité f° :

- **contexte**
 - > caractéristiques agricoles et paysagères
 - > modifications apportées (qualitativement, quantitativement)
- **cultures énergétiques introduites**





Incidences sur la biodiversité f° :

- **contexte**
 - > caractéristiques agricoles et paysagères
 - > modifications apportées (qualitativement, quantitativement)
- **cultures introduites**
- **espèces concernées**
- **saison considérée / ressources** (couvert (refuge, élevage des jeunes), ressources alimentaires)

↳ Étude de cas

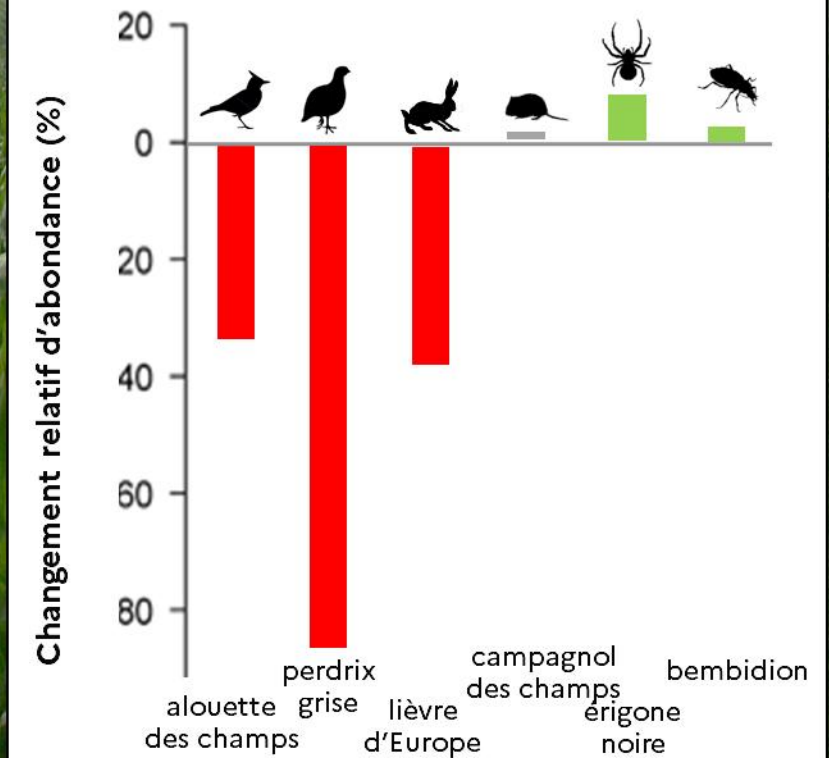
1. extension de la sole de maïs (modélisation paysagère)
2. introduction d'un couvert fleuri (suivi de terrain)
3. croissance annuelle d'un couvert (suivi de terrain)
4. couvert annuel vs. couvert pérenne (suivi de terrain)
5. mise en culture de prairies permanentes et/ou intensification de leur gestion

1. Extension de la sole de maïs (1)

Variations selon les espèces



6 espèces bioindicatrices des milieux agricoles

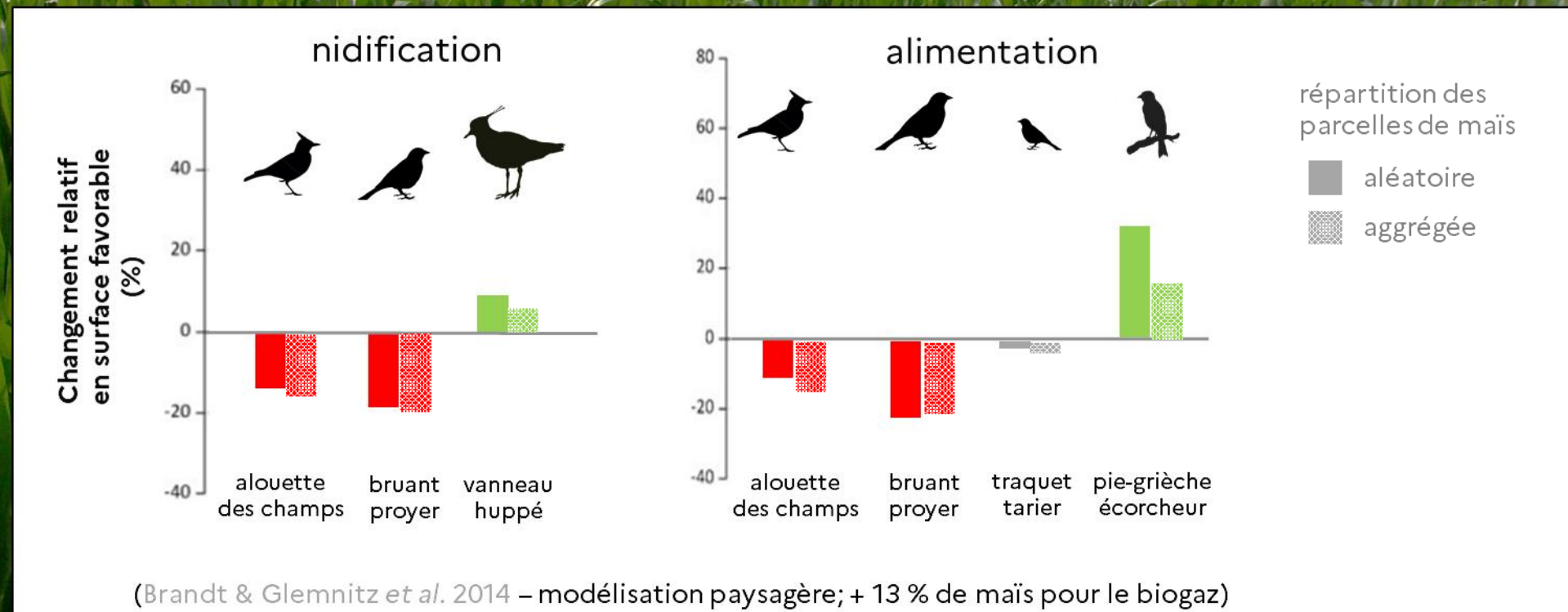


(Gevers *et al.* 2011 – modélisation paysagère*)

* Figure (moyenne pour différents types de paysages):
- sole totale de 23 % de maïs (10 % ensilage + 13 % supplémentaire pour le biogaz à la place des jachères rotationnelles (5 %) et de céréales (8 %))
- configuration spatiale : parcelles dispersées aléatoirement

1. Extension de la sole de maïs (2)

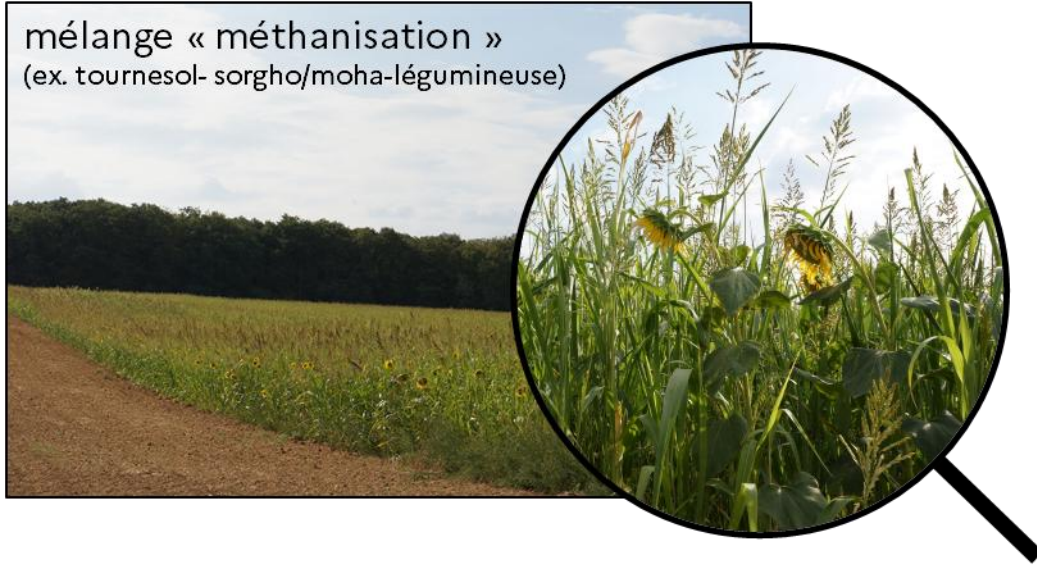
Variations selon les espèces & ressources / répartition spatiale des parcelles






2. Introduction d'un couvert fleuri

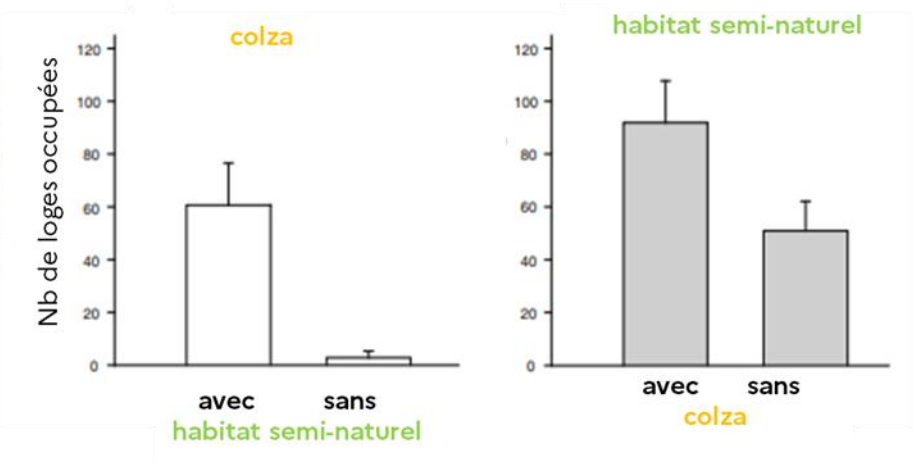
mélange « méthanisation »
(ex. tournesol- sorgho/moha-légumineuse)



silphie



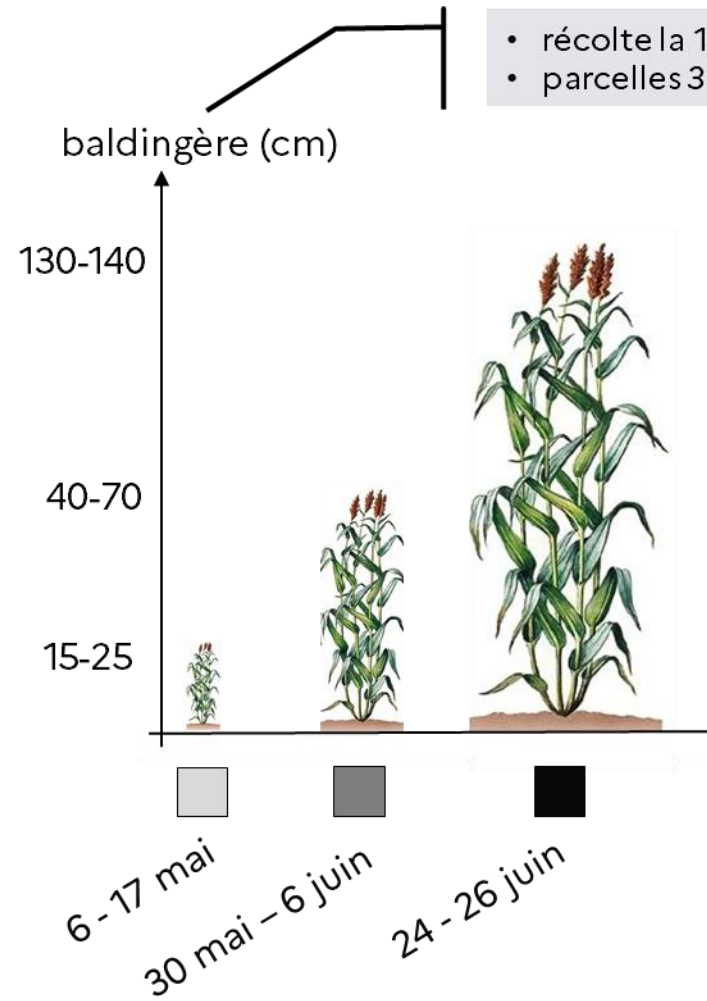
 osmie rousse



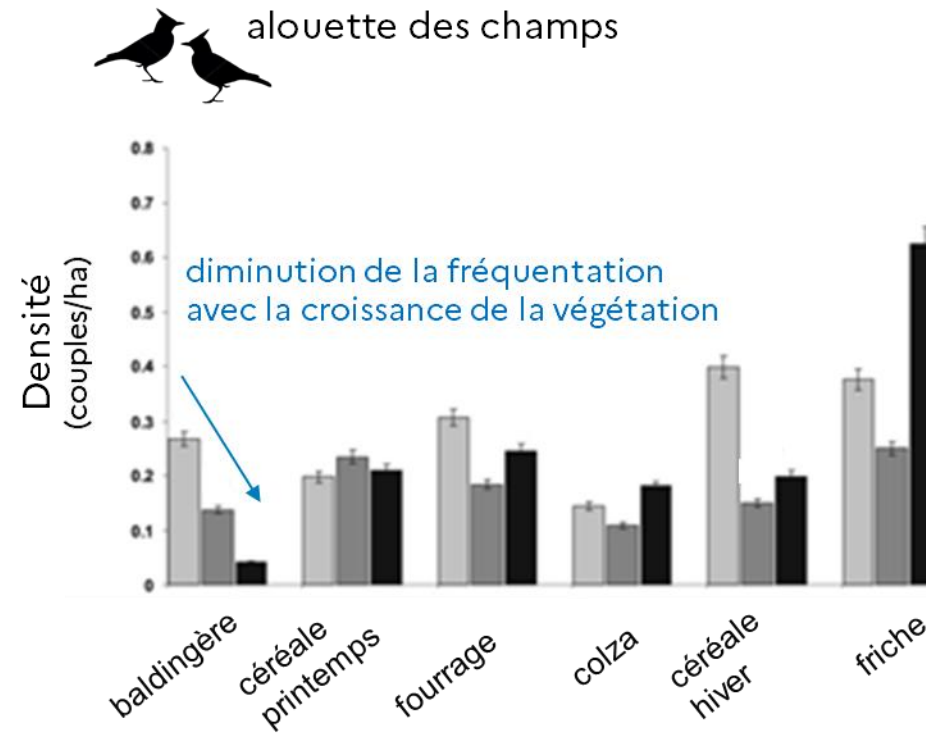
(Holzschuh *et al.* 2012 ; 1 insecticide sur colza en période de floraison), habitats semi-naturels : prairie sèche calcicole, pré-verger, friches)



3. Croissance annuelle d'un couvert



- récolte la 1^{ère} quinzaine d'avril
- parcelles 30-70 ha (~ blé)

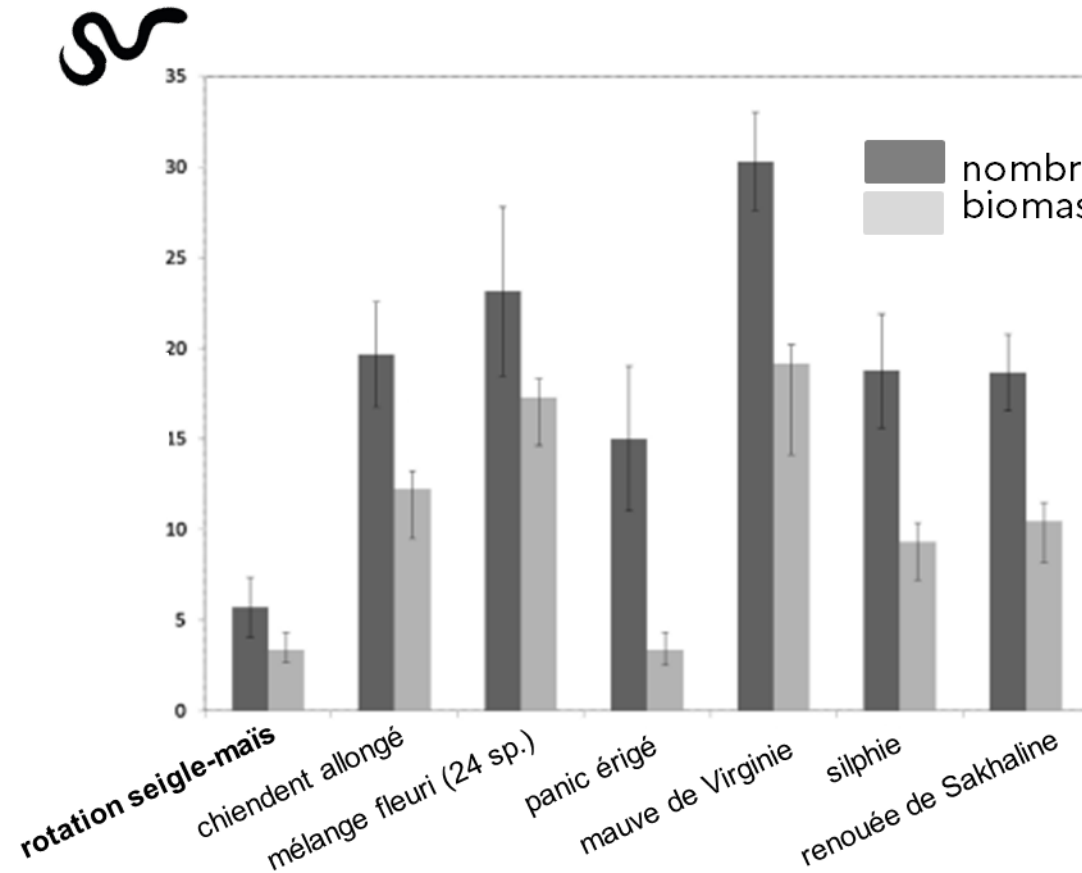


(Vepsäläinen 2010)

jachères : 60 cm
céréales : 50 cm



4. Couvert annuel vs. couvert pérenne



- couvert pérenne >> seigle & maïs

- couvert pérenne >> seigle & maïs (sauf panic)

(Emmerling 2014)



Tableau récapitulatif



Couvert à valorisation énergétique	couvert de "référence"	Période d'étude	Pays	Oiseaux										Mammifères			Invertébrés								Flora	Références		
				"global"	alouette des champs	bruant proyer	bruant jaune	bergeronnette grise	perdrix grise	pipit farlouse	vanneau huppé	fauvette grisette	traquet taitier=taitier des prés	bergeronnette printanière	Pie-grièche écorcheur	lièvre d'Europe	cerf à queue blanche, raton-laveur	micro-mammifère	"global"	abeilles sauvages	bourdons	symples	bombyles	carabes	fourmis		araignées	vers de terre
maïs	modèle paysager	printemps-été	Allemagne	-				-						-		=							+		+			Gevers et al. (2011)
			Allemagne	-	-					+			,(-)	+														Brandt & Glemnitz (2014)
			Allemagne	-	-					=			-															Everaas et al. (2014)
	couverts pérennes	hiver (abri)	USA											+	+												dans Rupp et al. (2012)	
		printemps-été	USA	-																								Blank et al. (2014)
mélange fleuri		printemps-été	Allemagne															+	+							+	Von Cossel (2019, 2020)	
colza		printemps-été	Allemagne															+								+	Holzschuh et al. 2013	
	blé d'hiver	été	Irlande															+	+		(+)					+	Stanley & Stout (2013)	
	blé hiver	été	Irlande															+,+	+,	+,	+,	=		=,	=	+	Bourke et al. (2014)	
	prairie intensive																	+,+	+,	+,	+,	+,	+,	+,	+,			
panic érigé		printemps	USA	+																							Murray & Best (2006)	
	blé	été?	Pologne																							(+)	Feledyn-Szewczyk et al. (2019)	
	friche, céréale-légumineuse	avril	Ukraine																						-		Tymchuk et al. (2021)	
baldingère faux-roseau	céréales hiver et printemps, colza	mai-juin	Finlande		-		+	=		=		+	+														Vepsäläinen (2010)	
	blé	été	Pologne																							(+)	Feledyn-Szewczyk et al. (2019)	



5. Mise en culture de prairies permanentes et/ou intensification de leur gestion



© R. François

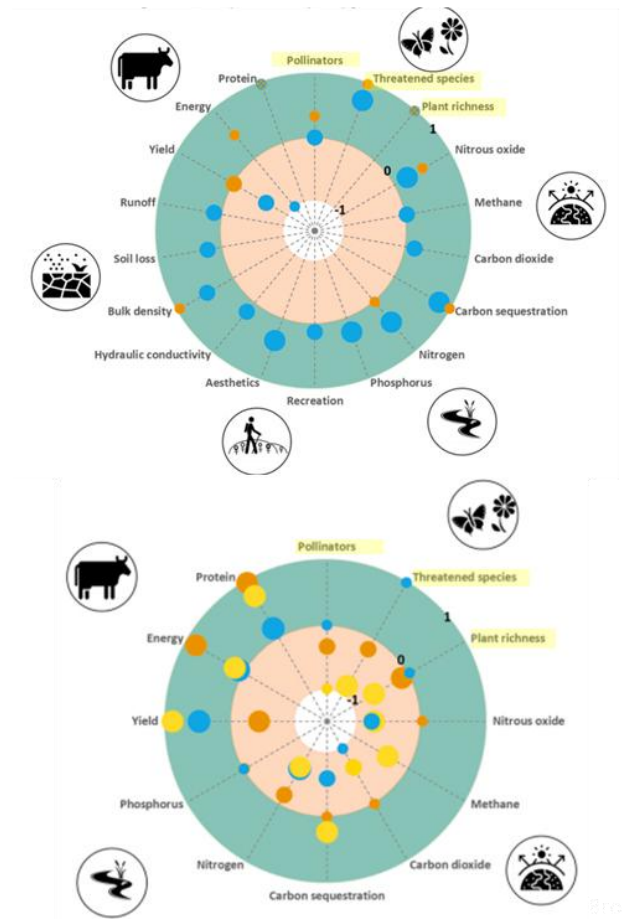
→ Perte de réservoirs de biodiversité & rôle fonctionnel (pollinisation)

Nature du couvert

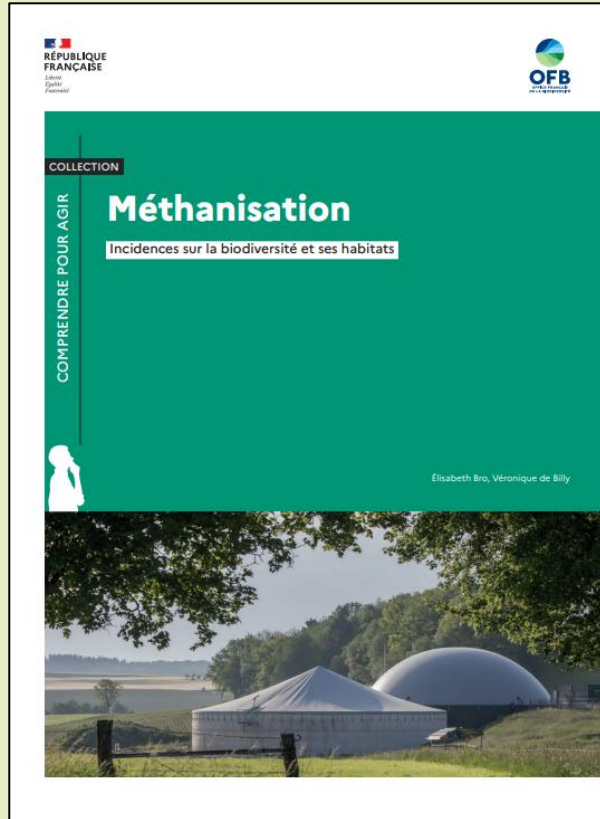
- prairie permanente comparée à une culture
- prairie permanente comparée à une prairie temporaire

Gestion

- ré-ensemencement de la prairie
- augmentation des récoltes
- fertilisation



(Schil et al. 2022 (review prairies permanentes en N2000))



<https://professionnels.ofb.fr/fr/node/1967>

<https://www.documeentation.eauetbiodiversitee.fr/>

Plan de la présentation

Introduction

I. Modifications des rotations et des assolements

II. Épandage des digestats

III. Mortalités non intentionnelles

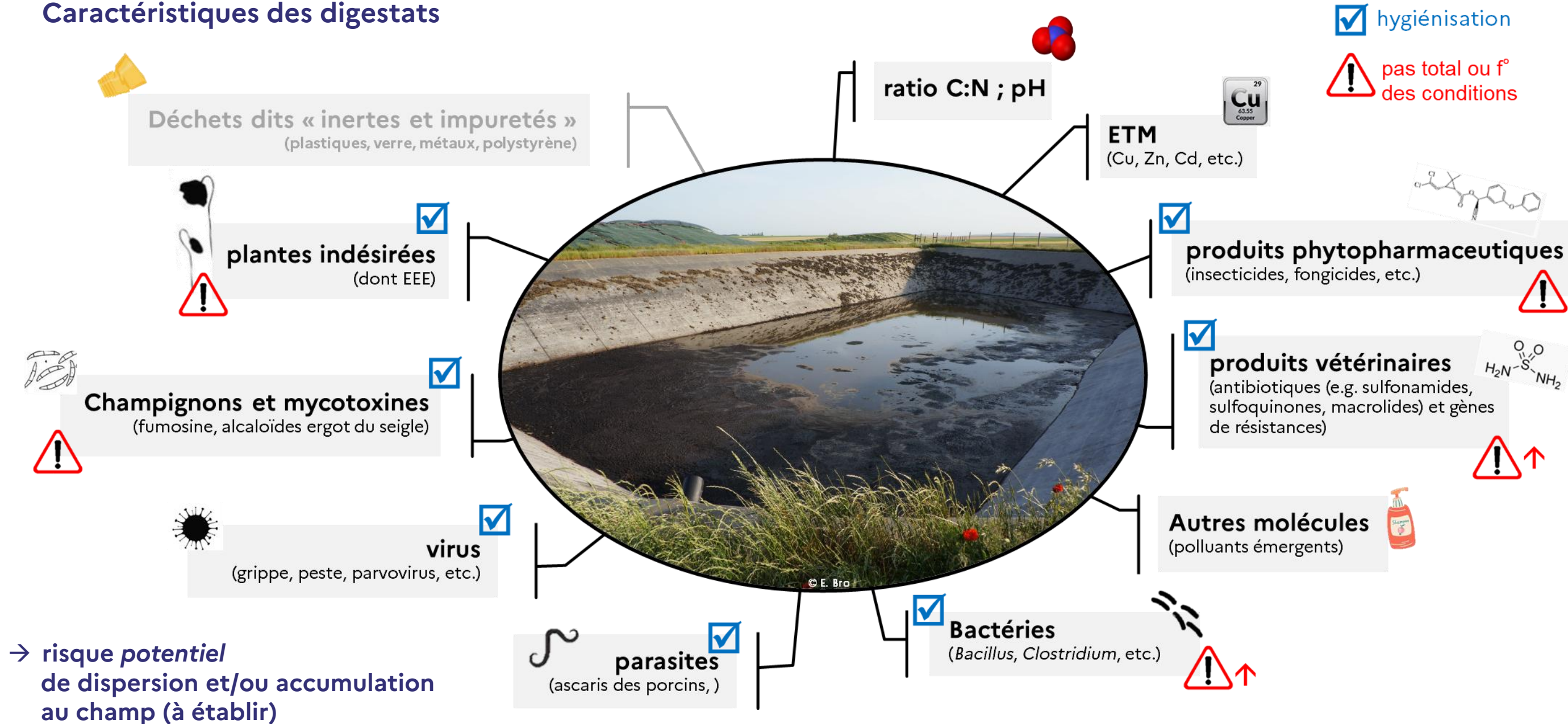
Guides de recommandations existants

Echanges





Caractéristiques des digestats





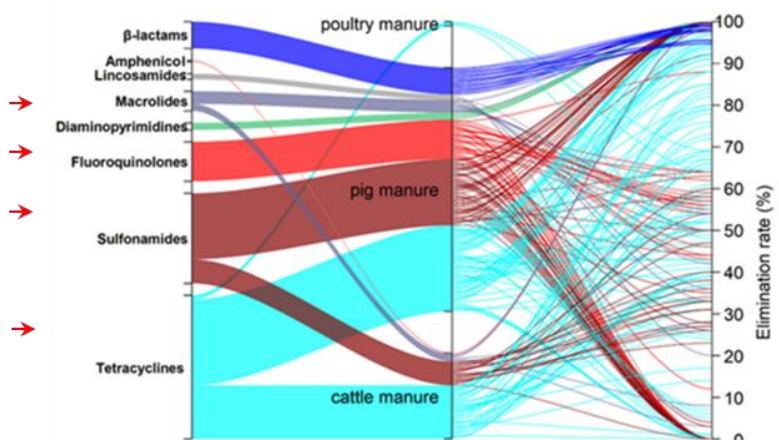
Caractéristiques des digestats – points de vigilance notés

Produits pesticides

		dégradation			persistance
		biotique	biotique + abiotique	abiotique	
insecticide	chlorpyrifos	x			
	difluorobenzuron	x			
	carbaryl			x	
	malathion			x	
herbicide	dicamba	x			
	imazapyr				x
fongicide	pyraclostrobin		x		
	boscalid				x
	difenoconazole				x
	tebuconazole				x

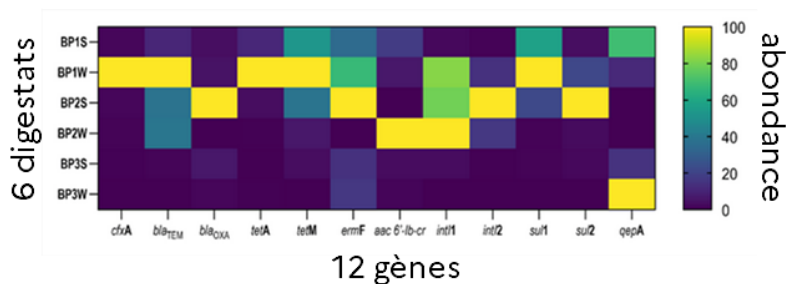
(Brueck et al. 2013)

Antibiotiques



(Gurmessia et al. 2020)

Gènes de résistance aux antibiotiques



- + effet « rebond »

(Wolack et al. 2023)

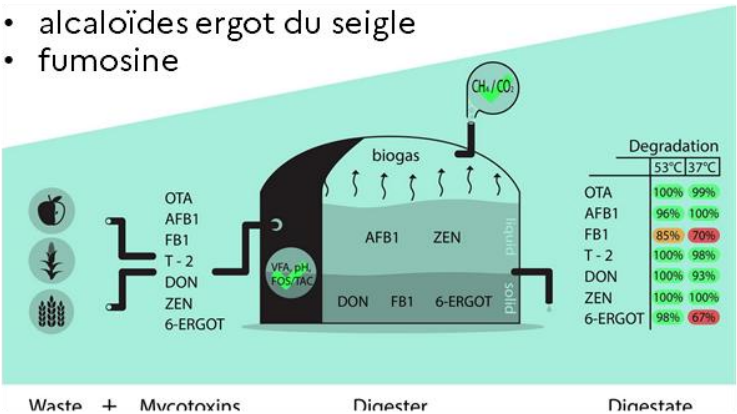
Bactéries

- effet « rebond »
 - *Clostridium perfringens*
 - *Listeria monocytogenes*
 - *Campylobacter*
 - *Salmonella* spp.
 - *Clostridioides difficile*

(Le Marechal et al. 2019)

Champignons et mycotoxines

- alcaloïdes ergot du seigle
- fumosine



(de Gelder et al. 2018)

Plantes indésirées

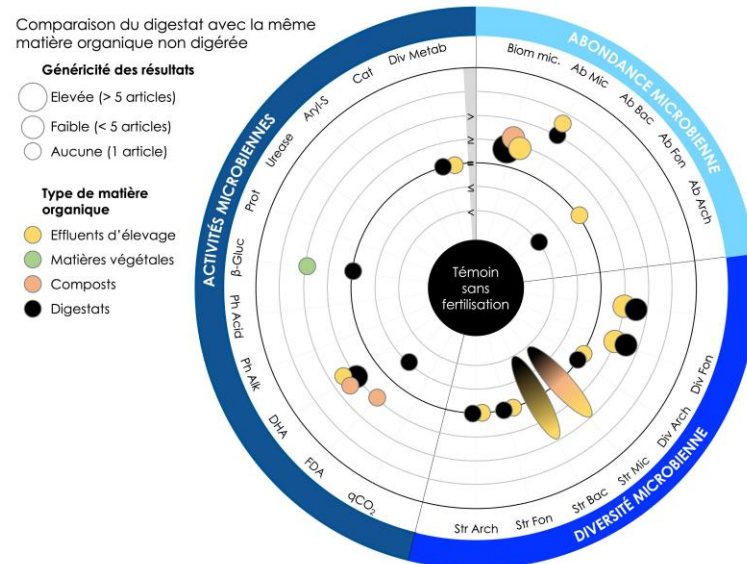
Species	Reactor type	Temperature [°C]	Exposure [d]	Survival (%)
<i>Abutilon theophrasti</i>	Exp. batch	37	30	36.5
<i>Amaranthus retroflexus</i>	Exp. batch	37	30	0
<i>Erodium cicutarium</i>	Exp. batch	37	30	21.1
<i>Fallopia concolvolus</i>	Exp. batch	37	30	<1
<i>Galium aparine</i>	Exp. batch	37	30	0
<i>Malva neglecta</i>	Exp. batch	37	30	30.4
<i>Rumex obtusifolius</i>	Exp. batch	37	30	0

(Westerman et al. 2012)



Incidence sur les sols

❖ micro-organismes



(Karimi et al. 2022, 2023 - review)

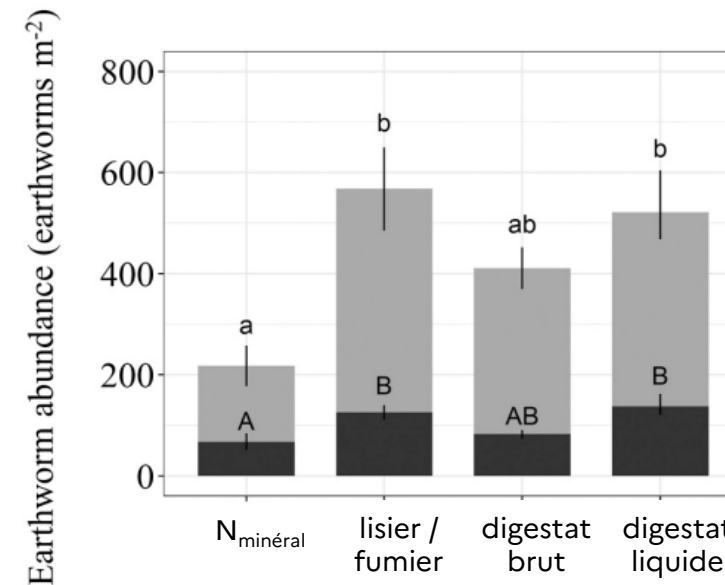
plutôt ↗ et → de l'abondance, de la diversité et de l'activité, mais variabilité fonction :

- paramètre observé
- nature du sol
- caractéristiques des digestats
- référence (pas de fertilisation, minérale ou effluents)

❖ vers de terre



- cas de mortalités lors d'épandages
- abondance/biomasse : ↗, →, ↘
- cas de modification des communautés



(Moinard et al. 2021)

Résultats principalement en conditions expérimentales de laboratoire à court terme, peu d'infos au champ à moyen/long terme → exposé de S. Sadet-Bourgeteau



Risque d'eutrophisation de milieux aquatiques



❖ *lixiviation des nitrates*

- contexte grande culture (CIVE)

→ à ↘



(Carton & Levavasseur 2022)

- contexte élevage (lisier cochons)

≈ si N épandu ajusté

↗ si N épandu non ajusté

↘ introduction prairie permanente



(Baziz et al. 2024)

❖ *eutrophisation des eaux douces*

≈ scénario « élevage »

↗ scénario « culture »



(Esnouf et al. 2021)

Etudes par modélisation (champ de validité, hypothèses)



<https://professionnels.ofb.fr/fr/node/1967>

<https://www.documeentation.eauetbiodiversitee.fr/>

Plan de la présentation

Introduction

I. Modifications des rotations et des assolements

II. Épandage des digestats

III. Mortalités non intentionnelles

Guides de recommandations existants

Echanges



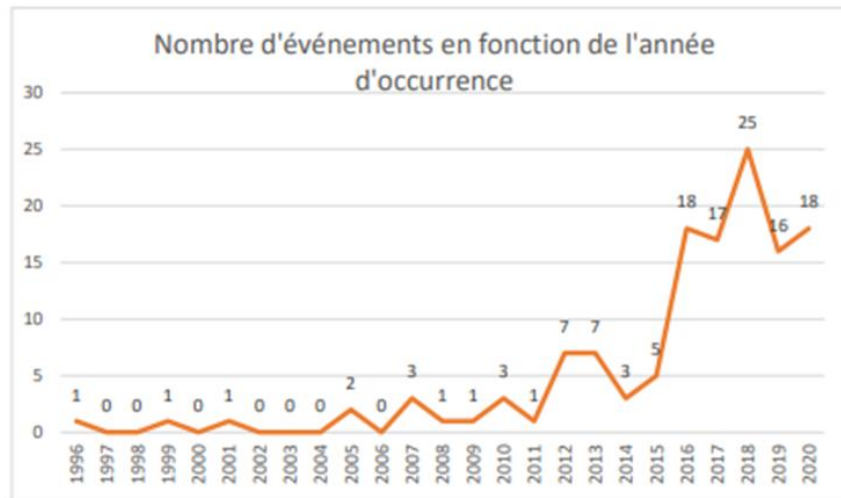
Epandage des digestats (pollutions diffuses, risques sanitaires)

Déversements accidentels de digestats



MTE-BARPI (2021)

base ARIA
(non exhaustive)



déversements de digestats (sol / eau)

- plusieurs 100 aines de m³
- événements météo : sécheresse (fissures), fortes pluies (débordements)



- pollution de l'eau & sédiments
- mortalité massive de poissons



Epandage des digestats (pollutions diffuses, risques sanitaires)

Déversements accidentels de digestats

Machinisme

- > pratiques culturales des cultures énergétiques (dont récoltes)
- > transports (intrants, digestat)

Mortalités dues à la récolte des cultures énergétiques

Fréquentation
des couverts



Cas de mortalités et/ou blessures



Mortalités dues à la récolte des cultures énergétiques

> Mesures d'atténuation des mortalités lors des récoltes

(1) hauteur de coupe plus élevée en bordure de parcelle



5-10 cm au centre

25-30 cm sur 28m de bordure

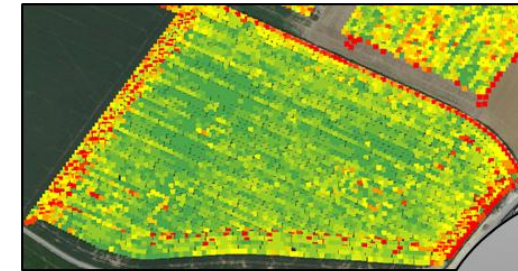


© E. Bro

étude en cours



perte importante de rendement



risque d'écrasement





Mortalités dues à la récolte des cultures énergétiques

> Mesures d'atténuation des mortalités lors des récoltes

étude en cours



(2) orge d'hiver : non récolte (en vert) de certaines bordures





Mortalités dues à la récolte des cultures énergétiques

> Mesures d'atténuation des mortalités lors des récoltes

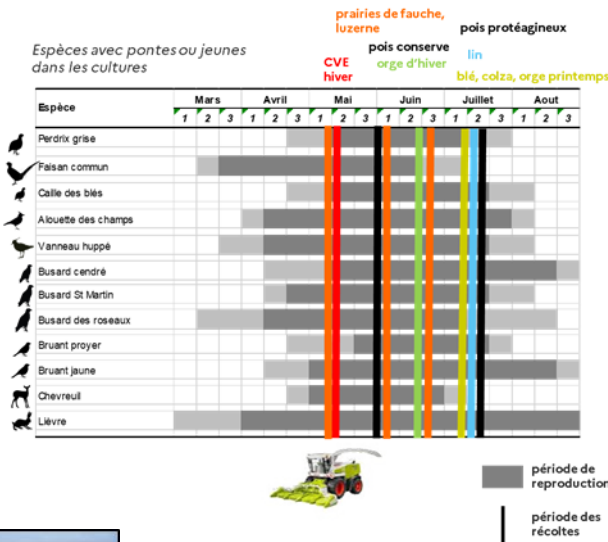
(3) adjacence de couvert (f° contexte paysager et agricole)
pour détournage et fin de récolte



étude en cours



assolement (ex. seigle / pois)



aménagements (BCAE8)



Suivi GPS



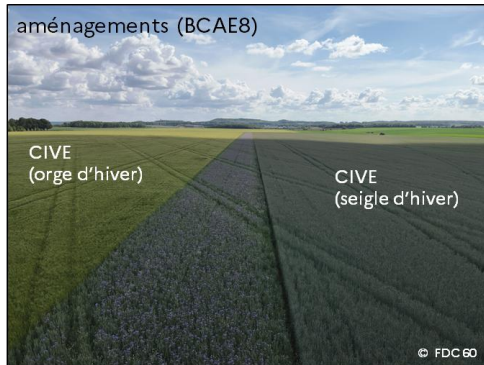
analyses en cours



Mortalités dues à la récolte des cultures énergétiques

> Mesures d'atténuation des mortalités lors des récoltes

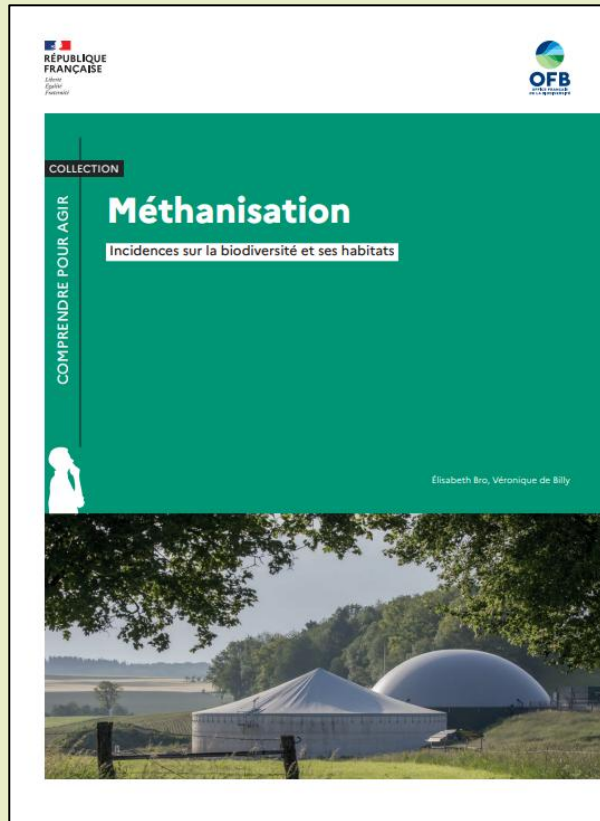
étude en cours



en mai, après la récolte du seigle



en juillet, en bordure du maïs énergétique



<https://professionnels.ofb.fr/fr/node/1967>

<https://www.documeentation.eauetbiodiversitee.fr/>

Plan de la présentation

Introduction

I. Modifications des rotations et des assolements

II. Épandage des digestats

III. Mortalités non intentionnelles

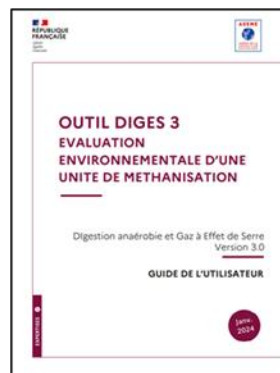
Guides de recommandations existants

Echanges





Limitier les émissions de GES



Eviter les pollutions accidentelles



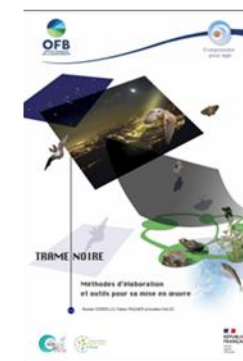
Limitier les plastiques et inertes



Clôturer avec des haies



Limitier l'éclairage



Limitier le bruit



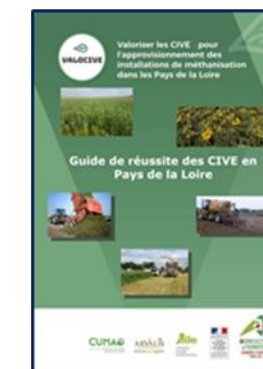
Prévenir les risques sanitaires relatifs à la valorisation de sous-produits animaux



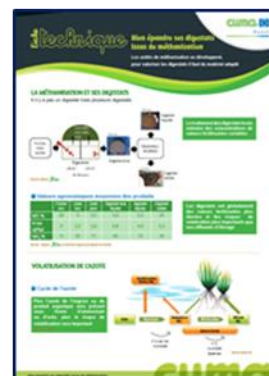
Limitier le risque de propagation d'EEE



Adapter le choix des CIVE aux conditions pédoclimatiques



Limitier les pertes en azote



Merci de votre attention



1^{ères} Rencontres de l'Observatoire des EnR et de la Biodiversité – les 12 et 13 mai 2025