



HAL
open science

Evaluation de l'effet de la mise à jour du modèle d'émission de N₂O : IPCC 2006 > 2019 sur les émissions de N₂O et l'impact Changement Climatique des ICV Agribalyse

Nesrine Ayari, Julie Auberger

► **To cite this version:**

Nesrine Ayari, Julie Auberger. Evaluation de l'effet de la mise à jour du modèle d'émission de N₂O : IPCC 2006 > 2019 sur les émissions de N₂O et l'impact Changement Climatique des ICV Agribalyse. INRAE SAS. 2022. hal-03889011

HAL Id: hal-03889011

<https://hal.science/hal-03889011>

Submitted on 7 Dec 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



Evaluation de l'effet de la mise à jour du modèle d'émission de N_2O : IPCC 2006 > 2019 sur les émissions de N_2O et l'impact Changement Climatique des ICV Agribalyse

Nesrine Ayari, Julie Auberger, UMR SAS



Contexte du travail et but de l'étude



INRAE



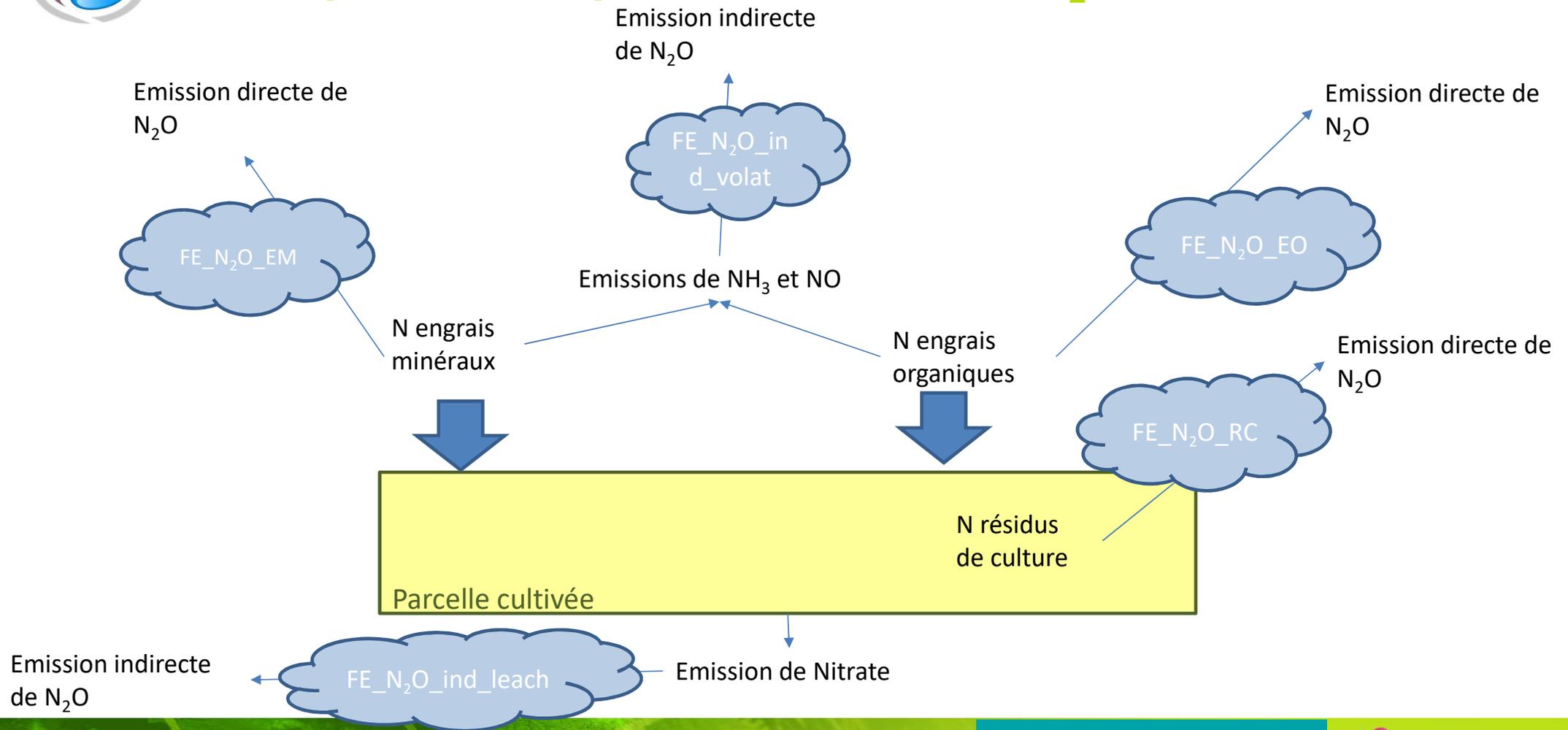


Les changements effectués à la base Agribalyse pour la mise à jour de la version 3.0.1 vers 3.1

- Les itinéraires techniques n'ont pas été modifiés
- Principal changement sur les ICVs en production végétale : mise à jour du modèle d'émission du N_2O
 - Passage du modèle IPCC 2006 à IPCC 2019
 - Influence possible de ce changement de modèle : évolution de l'impact Changement climatique des produits
- Autre changement : sur les ICVs de fruits et légumes : mise à jour du modèle d'émission du NH_3
 - Passage du modèle EMEP 2006/2009 à EMEP 2016
- Les autres modèles d'émission n'ont pas été modifiés



Flux pris en compte dans le modèle N₂O





Evolution des facteurs d'émission de N₂O entre les versions 2006 et 2019 du modèle IPCC

Tableau 1 : Evolution des facteurs d'émission de N₂O direct des engrais et résidus de culture , en situation « humide » (cas de la France métropolitaine)

Source d'émission	Facteur d'émission (FE) 2006	FE 2019
engrais minéraux (FE_N ₂ O_EM)	0,01	0,016
engrais organiques (FE_N ₂ O_EO)	0,01	0,006
résidus de culture (FE_N ₂ O_RC)	0,01	0,006
Déjections au pâturage : Autres bovin (veau, bœuf, allaitantes)	0,02	0,006

Tableau 2 : Evolution des facteurs d'émission de N₂O indirect , en situation « humide » (cas de la France métropolitaine)

source d'émission	FE 2006	FE 2019
N volatilisé (NH ₃ , NO) (FE_N ₂ O_ind_volat)	0,01	0,014
N lixivié (NO ₃) (FE_N ₂ O_ind_leach)	0,0075	0,011

- Les facteurs d'émission directe N₂O ont augmenté ou diminué (fonction des sources) pour le modèle IPCC 2019
- Les facteurs d'émission indirecte N₂O ont augmenté pour le modèle IPCC 2019



Question posée

- **Quelle est l'influence de la mise à jour du modèle d'émission du N₂O sur les émissions de N₂O et l'indicateur de changement climatique (ICC) pour les produits de la base de données AGRIBALYSE?**
 - Sur l'ensemble des productions végétales de la base ?
 - Selon le type de production ?
 - Selon que ces productions sont bio ou conventionnelles ?



Objectif du travail

- Evaluer l'effet du changement de modèle sur les émissions de N₂O totales
- Evaluer l'effet du changement de modèle selon le type d'émission
 - (N₂O_direct, N₂O_Indirect)
- Identifier le(s) type(s) de culture impacté(s) par ce changement de modèle
- Evaluer l'effet du changement de modèle sur les résultats d'impact Changement Climatique



Matériels et méthodes



INRAE





Origine des données et limites de la BDD

■ Données issues :

- Pour les émissions de N_2O : des inventaires de cycle de vie de la base Agribalyse (version 3.0.1 et future 3.1)
- Pour l'indicateur d'impact Changement climatique : calcul avec Simapro sur les données de la base Agribalyse (version 3.0.1 et future 3.1)

■ Limites de la BDD :

- Pour les cultures de légumes et fruits : le modèle NH_3 a été mis à jour entre les deux versions, ce qui modifie les émissions de NH_3 (impact sur les émissions de N_2O indirect)



Traitement des données Agribalyse

■ Ecarter de l'analyse

- les cultures modifiées dans la version 3.1 (exemple : correction de rendement)
- les cultures qui présentent des unités fonctionnelles différentes du kilogramme
- les associations de cultures

■ Extraction des données d'émissions de N₂O à partir des XML sortis de MEANS-InOut

■ Extraction des données d'indicateurs Changement Climatique à partir des sorties de Simapro

- → Indicateur de changement climatique, méthode EF 2.0

■ Les analyses statistiques ont été faites sous R.



Paramètres d'étude

■ Les paramètres quantitatifs étudiés sont :

- Emission N2O : Emission_N2O_Kg
- Indicateur de changement climatique : Climate.Change_kg.CO2.eq

■ Unité fonctionnelle utilisée : Kg de produit

- Les émissions de N2O et l'indicateur changement climatique ont été ramenés à cette unité fonctionnelle pour tous les inventaires étudiés



Paramètres qualitatifs étudiés

■ Catégorie : deux versions différentes du modèle : (Type_modele)

- IPCC 2006 : Modele_2006 (**M0**)
- IPCC 2019 : Modele_2019 (**M1**)

■ Catégorie : type d'émission de N₂O (directe ou indirecte) : (Type_emission)

- N₂O total = $\sum_{n=i}^{n=x} (N_2O \text{ Direct} + N_2O \text{ Indirect})$ avec x = Type de modèle et i = nom de processus
- Le couple indépendant : N₂O direct et N₂O indirect

■ Catégorie : cinq types de production : (Type_systeme_exploitation)

- Cultures plein champ : céréales + oléagineux + racines et tubercules : **Crops_open_field**
- Cultures de légumineuses (exclues des grandes cultures car souvent absence de fertilisation azotée) : **Legumes**
- Les fruits : **Fruits**
- Les légumes : **Vegetables**
- Les cultures fourragères : **Roughage**
- Les semences et plants : **Plant seeds**

■ Sous catégorie : deux modes de production :

- Biologique : **Bio**
- Conventiel : **Conv**

■ Sous catégorie : Nom des inventaires de cycle de vie d'Agribalyse : (nom_processus)



Effectif des ICV par types et modes de production

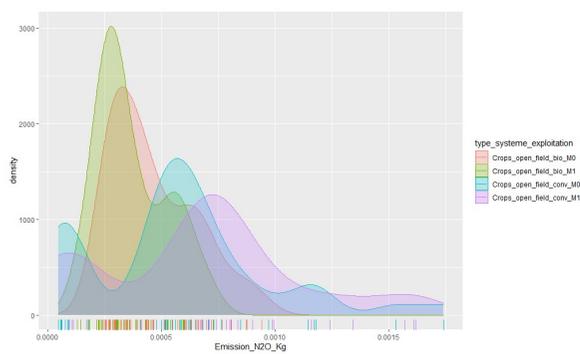
	Cultures de plein champ	Légumineuses	Fourrages	Légumes	Fruits	Semences	Total
Conventionnel	38	4	20	50	28	28	168
Biologiques	34	8	30	4	12		88
Total	72	12	50	54	40	28	256



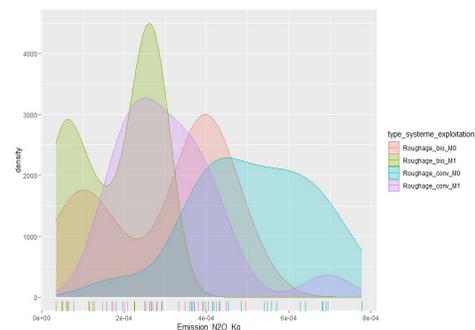
Distribution des inventaires par type de production en fonction de leurs émissions totales de N₂O

Densité des inventaires en fonction des émissions totales de N₂O :

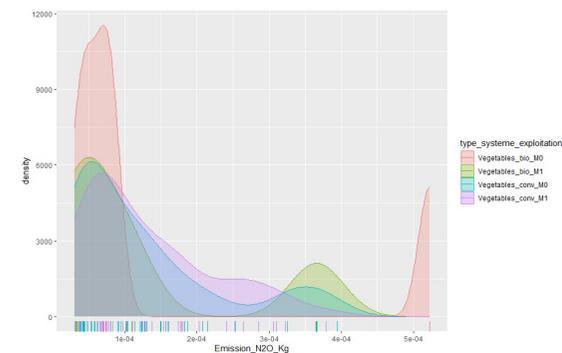
Chaque graphique montre un type de production différent, dans chaque graphique une couleur montre la densité des ICV pour un couple {version du modèle (2006, 2019); mode de production (conventionnel, bio)}.



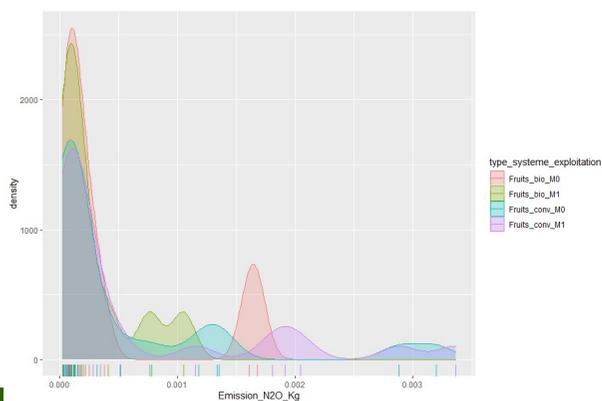
Grandes cultures



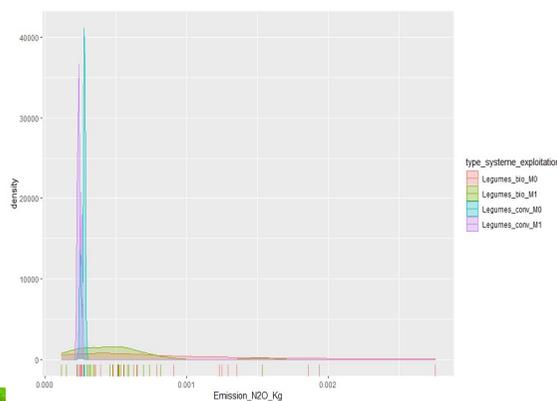
Fourrages



Légumes



Fruits



Légumineuses

Ces graphiques montrent que les ICV **ne sont pas répartis** suivant une loi normale au regard des émissions de N₂O/ kg de produit, quel que soit le type de production.

INRAE

cirad



Méthode d'analyse pour évaluer l'effet du changement de modèle sur les émissions de N₂O et ICC

■ Vérification de la normalité et de la répartition des données

- La distribution des systèmes en fonction des émissions de N₂O par kg de produit ne suit pas une loi normale
- Les groupes sont indépendants les uns des autres
- Les distributions au sein des différents groupes sont similaires mais de forme quelconque
- Des points aberrants ou des cas exceptionnels

■ Choix du test non paramétrique de Kruskal-Wallis pour comparer la différence de médiane entre les groupes

- Hypothèse :
 - H₀: m_{r1}=m_{r2}=...=m_{rj}
 - H₁: ∃(i,j) tel que m_{ri}≠m_{rj}
 - Avec m_r est la médiane, i et j sont les différents groupes de catégories

■ Réalisation d'une procédure de comparaisons multiples Dwass, Steel, Critchlow-Fligner pour comparer les différences deux à deux (test post hoc)

■ Réalisation d'un test Wilcoxon non-paramétrique deux à deux (comparaison des moyennes pour la distribution hors de la loi normale)

- pour dupliquer les résultats



Résultats et discussion



INRAE

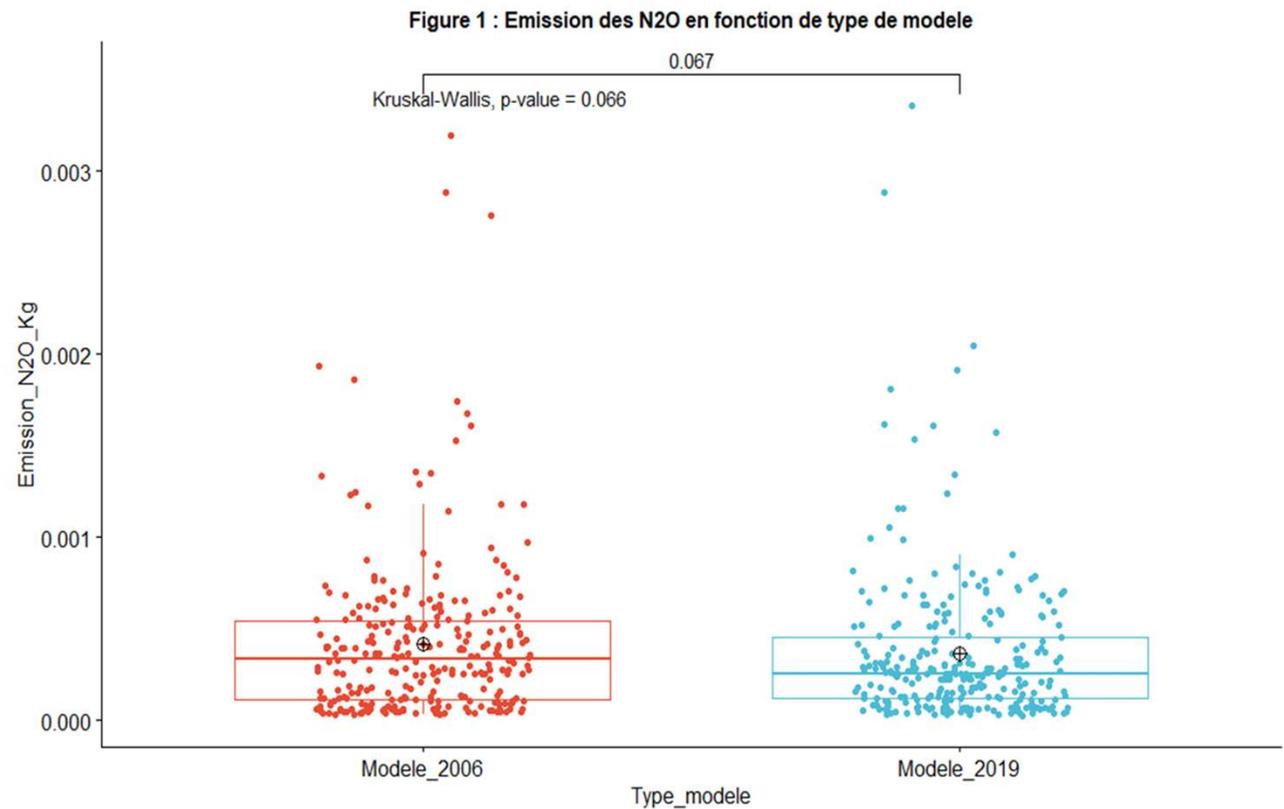




Tests de Kruskal-Wallis et Wilcoxon sur les émissions totales de N_2O en fonction de la version du modèle

Pour l'ensemble des productions végétales d'AGRIBALYSE

→ Pas de différence de médiane pour les émissions de N_2O totales quand le test est appliqué sur l'ensemble des productions végétales d'AGRIBALYSE





Test de Kruskal-Wallis et Wilcoxon sur les émissions totales de N₂O en fonction de la version du modèle ET du mode de production

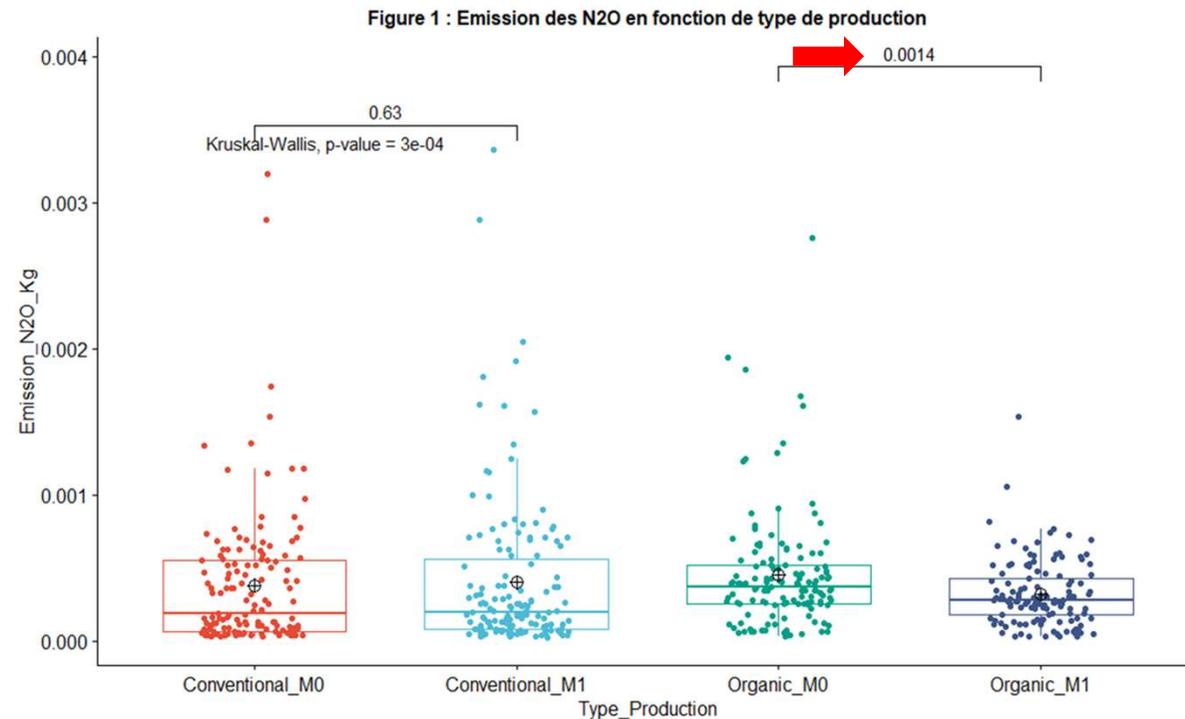
Pour l'ensemble des productions végétales d'AGRIBALYSE

```
posthoc5.4<-dscfAllPairsTest(Emission_N2O_Kg ~ Type_Production, data=data_somme_N2O_modele)
```

Pairwise comparisons using Dwass-Steale-Critchlow-Fligner all-pairs test
data: Emission_N2O_Kg by Type_Production

	Conventional_M0	<u>organic_M0</u>
Conventional_M1	0.96297	-
<u>Organic_M1</u>	0.64462	<u>0.00737</u>

- Pas de différence significative de médiane des émissions de N₂O liées au changement de modèle pour les cultures conventionnelles
- Une différence de médiane des émissions de N₂O liées au changement de modèle est **significative pour les cultures biologiques**
- Le modèle IPCC 2019 a généré une diminution de **17 % sur la moyenne** pour les émissions N₂O pour les cultures biologiques et une diminution de **14% sur la médiane**

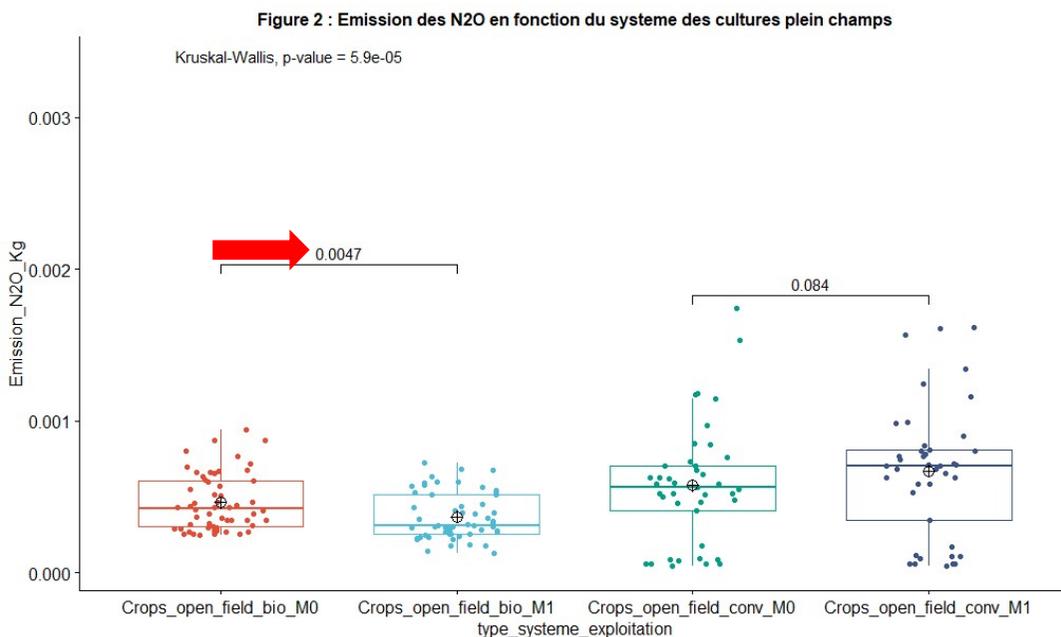




Test de Kruskal-Wallis et Wilcoxon sur les émissions totales de N₂O en fonction de la version du modèle, du mode de production et du type de production

Pour les cultures de plein champ

```
m3<-kruskal.test(Emission_N2O_Kg ~ type_système_exploitation, data=data_Impact_enviro)
Kruskal-Wallis rank sum test
data: Emission_N2O_Kg by type_système_exploitation
Kruskal-Wallis chi-squared = 220.53, df = 19, p-value < 2.2e-16
```



→ Pas de différence significative de médiane des émissions de N₂O liées au changement de modèle pour les cultures de plein champ conventionnelles

→ Une différence de médiane des émissions de N₂O liées au changement de modèle est **significative pour les cultures de plein champ biologiques**

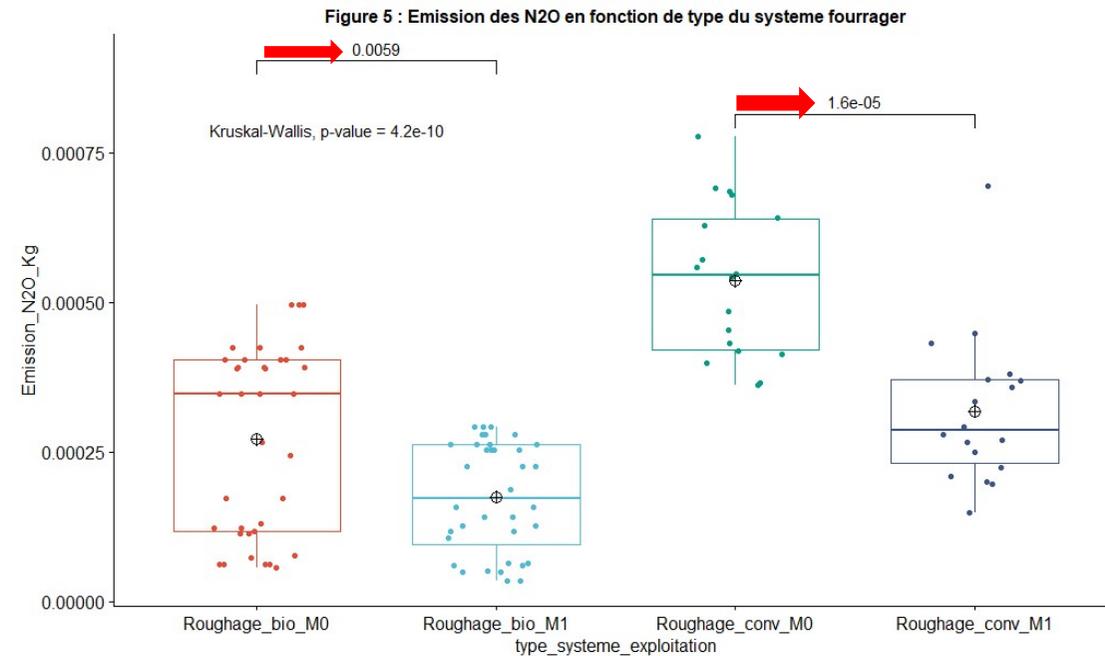
→ Le modèle IPCC 2019 a généré une diminution de **11% sur la moyenne** pour les émissions N₂O pour les cultures biologiques et une diminution de **15% sur la médiane**



Test de Kruskal-Wallis et Wilcoxon sur les émissions totales de N₂O en fonction du modèle, du mode de production et du type de production

Pour les fourrages

- Une différence de médiane des émissions de N₂O liées au changement de modèle est **significative pour les fourrages biologiques et pour les fourrages conventionnels (prairies)**
- Le modèle IPCC 2019 a généré une diminution de **22 % sur la moyenne** pour les émissions N₂O pour les prairies biologiques et une diminution de **34 % sur la médiane**
- Le modèle IPCC 2019 a généré une diminution de **25 % sur la moyenne** pour les émissions N₂O pour les prairies conventionnelles et une diminution de **31 % sur la médiane**





Test de Kruskal-Wallis et Wilcoxon sur les émissions directes de N₂O, les émissions indirectes de N₂O en fonction de la version du modèle

Pour l'ensemble des productions végétales d'AGRIBALYSE

```
posthoc3<-dscfAllPairsTest(Emission_N2O_Kg ~ type_emission_N2O, data=data_modele)
Pairwise comparisons using Dwass-Steele-Critchlow-Fligner all-pairs test
data: Emission_N2O_Kg by type_emission_N2O
      Direct_N2O_M0 Indirect_N2O_M0
Direct_N2O_M1  0.0021                -
Indirect_N2O_M1 4.6e-14          0.0009
```

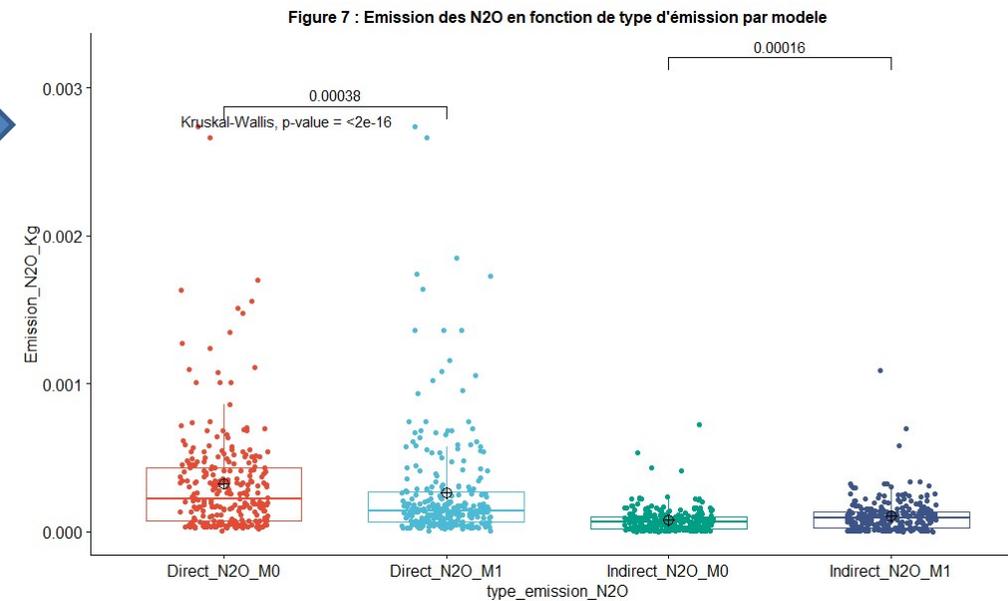
Des tendances →

Pour les émissions directes, la distribution des ICV est la même avec la version 2006 et la version 2019 du modèle (aussi bien au niveau de la boîte à moustaches que la queue de distribution). Idem pour les émissions indirectes.

On conclut à l'absence de différence significative pour les émissions de N₂O direct et de N₂O indirect.

quand le test est appliqué sur l'ensemble des productions végétales d'AGRIBALYSE.

On observe seulement une tendance à la diminution de la médiane des émissions directes et une tendance à l'augmentation de la médianes des émissions indirectes en passant du modèle 2006 vers 2019.



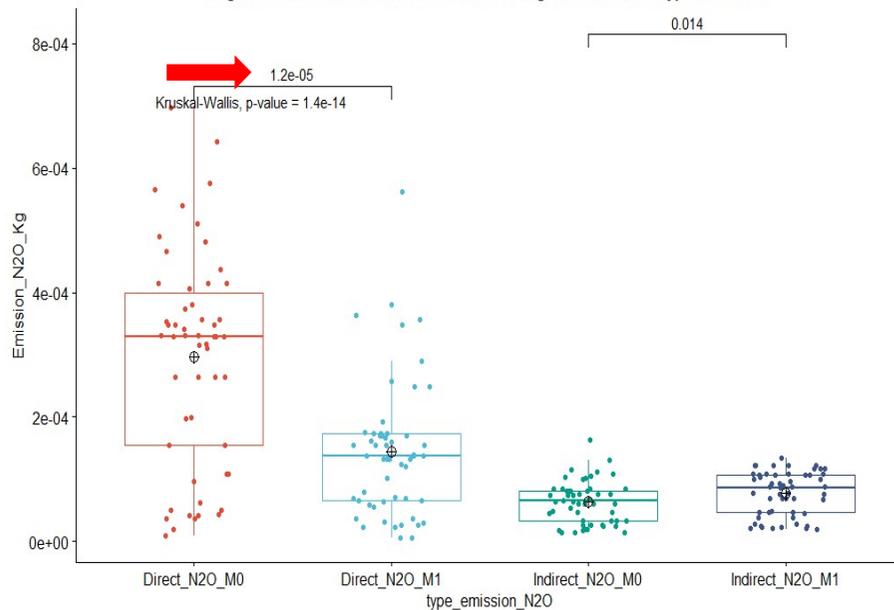


Test de Kruskal-Wallis et Wilcoxon sur les émissions directes de N₂O, les émissions indirectes de N₂O en fonction de la version du modèle

Pour les fourrages

```
posthoc4<-dscfAllPairsTest(Emission_N2O_Kg ~ type_emission_N2O, data=Roughage_type_emission)
data: Emission_N2O_Kg by type_emission_N2O
      Direct_N2O_M0 Indirect_N2O_M0
Direct_N2O_M1    8.2e-06              -
Indirect_N2O_M1 2.9e-10              0.06720
```

Figure 7 : Emission des N2O des cultures fourrager en fonction de type de modele



- Une différence de médiane des émissions de N₂O directes liées au changement de version du modèle est **significative pour les fourrages (diminution entre version 2006 et 2019)**
- Absence de différence significative de médiane pour les émissions indirectes de N₂O



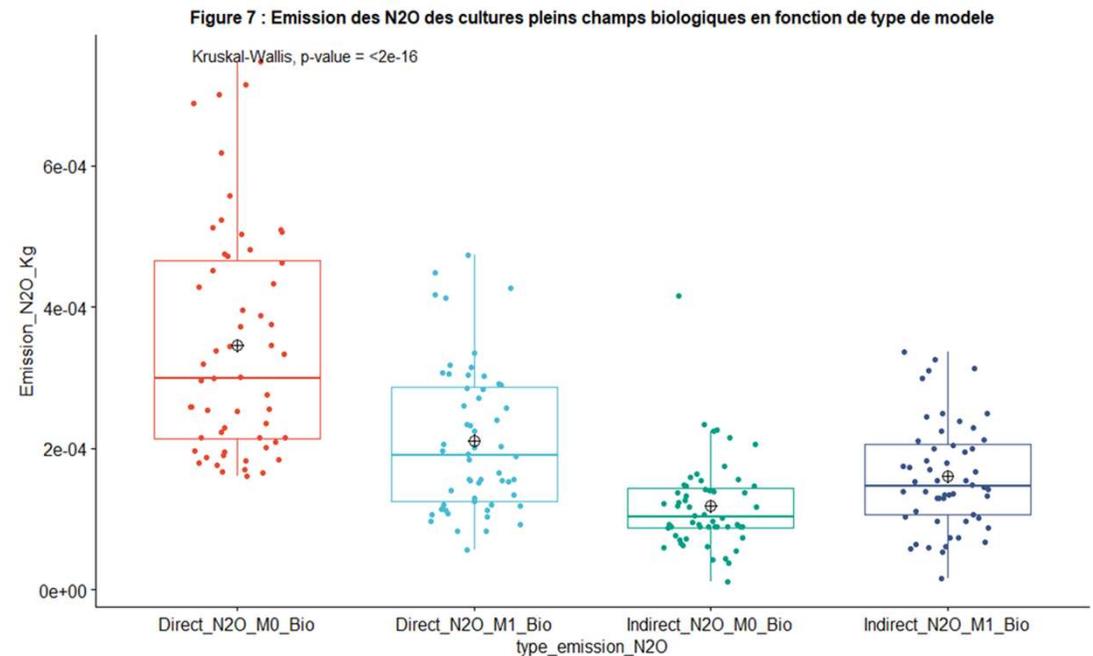
Procédure de Dwass, Steel, Critchlow-Fligner sur les émissions directes de N₂O, les émissions indirectes de N₂O en fonction de la version du modèle

Pour les cultures de plein champ biologiques

```
posthoc4.1<-dscfAllPairsTest(Emission_N2O_Kg ~ type_emission_N2O, data=bio_crops_type_emission)
data: Emission_N2O_Kg by type_emission_N2O
```

	Direct_N2O_M0_Bio	Indirect_N2O_M0_Bio
Direct_N2O_M1_Bio	<u>6.923176e-06</u>	-
Indirect_N2O_M1_Bio	1.8e-12	<u>0.005737757</u>

- Une différence significative pour les émissions directes pour les cultures de plein champs biologiques
- Une diminution des émissions directes pour le modèle IPCC 2019
- Une augmentation des émissions N2O indirectes pour du modèle 2019





Synthèse

■ Diminution des émissions totales de N₂O (directes + indirectes) significative avec la version 2019 du modèle IPCC par rapport à la version 2006 sur :

- les cultures biologiques
- les cultures de plein champ biologiques
- les cultures fourragères conventionnelles et biologiques

■ Diminution des émissions directes de N₂O significative avec la version 2019 du modèle IPCC par rapport à la version 2006 sur :

- Les cultures fourragères conventionnelles et biologiques
- Les cultures de plein champs biologiques

■ Une tendance à l'augmentation des émissions indirectes de N₂O avec la version 2019 du modèle IPCC par rapport à la version 2006 sur :

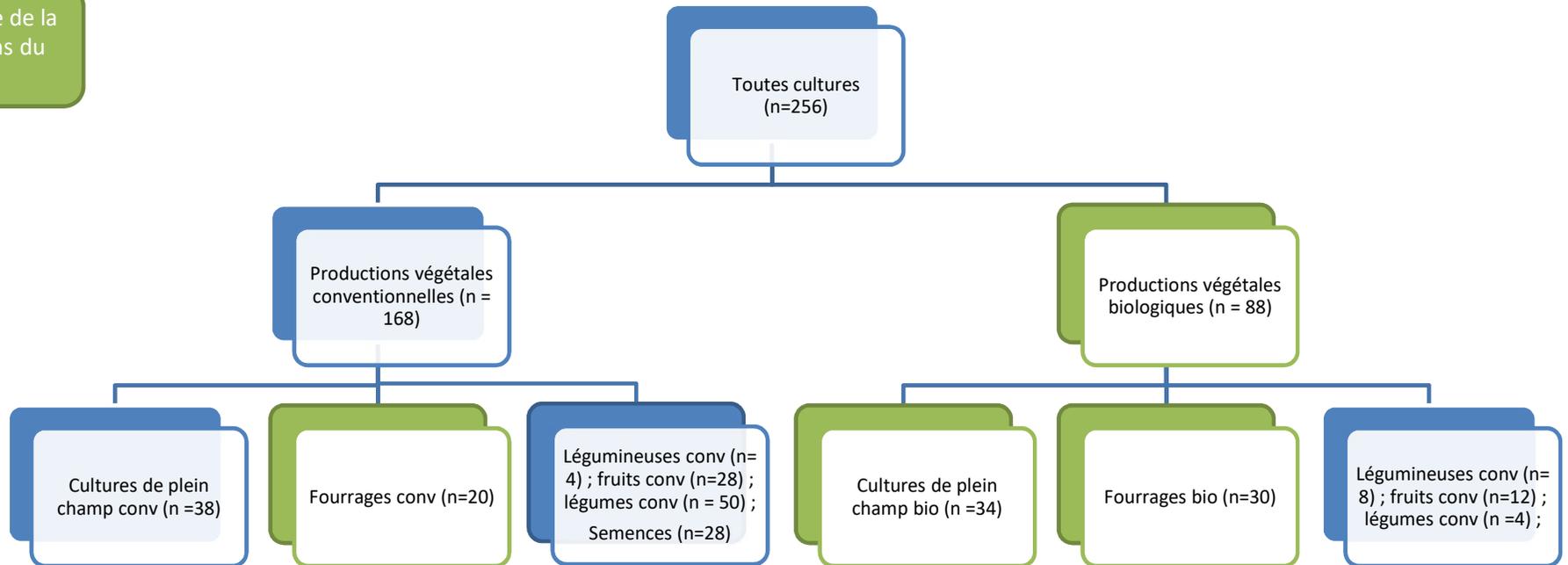
- Les cultures plein champs biologiques
- Les cultures fourragères



Synthèse graphique : effet du changement de version de modèle d'émission sur les émissions totales de N₂O des ICV AGRIBALYSE

Pas de différence significative pour le groupe

Diminution significative de la médiane des émissions du groupe

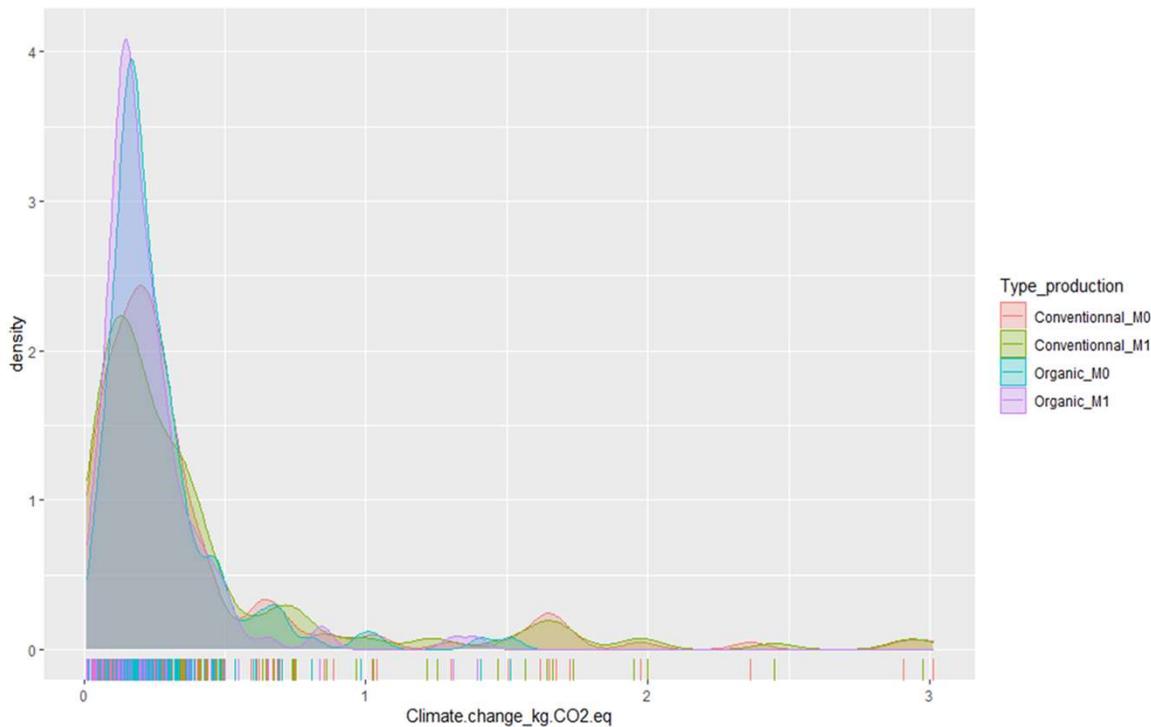




Distribution des inventaires en fonction de leur impact changement climatique

Densité des inventaires en fonction de l'indicateur changement climatique par kg de produit :

Toutes les productions sont représentées dans ce graphique. Une couleur montre la densité des ICV pour un couple {version du modèle (2006, 2019); mode de production (conventionnel, bio)}.



Ce graphique montre

- Que les ICV **ne sont pas répartis suivants une loi normale** au regard de l'impacts changement climatique / kg de produit
- Que les rangs des 4 modalités de l'étude sont proches
- Un chevauchement de la répartition des 4 modalités de l'étude

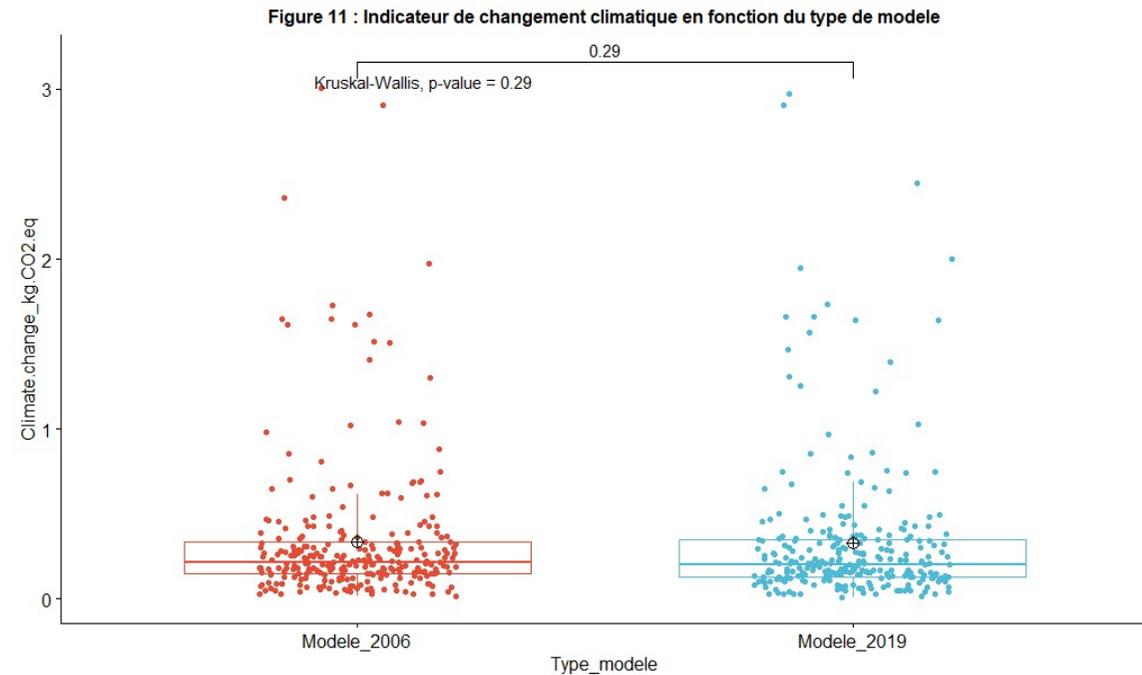


Tests de Kruskal-Wallis et Wilcoxon sur les valeurs de l'indicateur d'impact Changement climatique en fonction de la version du modèle

Pour l'ensemble des productions végétales d'AGRIBALYSE

```
m2<-kruskal.test(Climate.change_kg.CO2.eq ~ Type_modele)
Kruskal-wallis rank sum test
data: Climate.change_kg.CO2.eq by Type_modele
Kruskal-wallis chi-squared = 1.1419, df = 1, p-value = 0.2853
```

→ Pas de différence de médiane pour l'indicateur d'impact changement climatique quand le test est appliqué sur l'ensemble des productions végétales d'AGRIBALYSE



ICC en fonction tous les types des systèmes d'exploitations :

```
m1-kruskal.test(Climate.change_kg.CO2.eq ~ type_systeme_exploitation)
Kruskal-wallis rank sum test data: Climate.change_kg.CO2.eq by type_systeme_exploitation
Kruskal-wallis chi-squared = 75.236, df = 19, p-value = 7.755e-13
```



INRAE

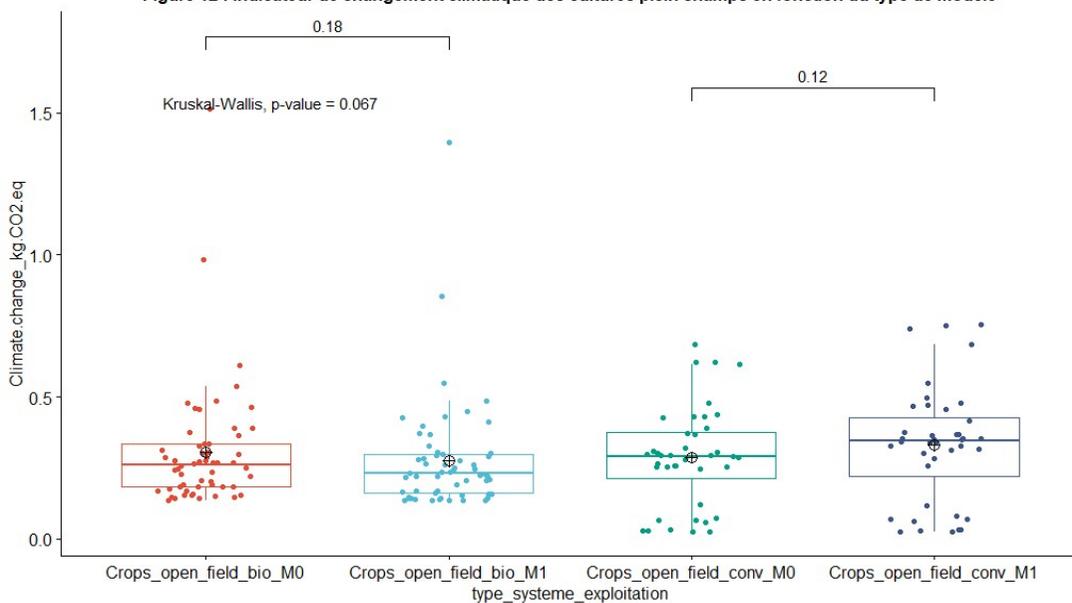




Test de Kruskal-Wallis et Wilcoxon sur l'indicateur Changement climatique en fonction de la version du modèle, du mode de production et du type de production

Pour les cultures de plein champ

Figure 12 : Indicateur de changement climatique des cultures plein champs en fonction du type de modele



→ Pas de différence significative de médiane de l'indicateur Changement climatique lié au changement de modèle pour les cultures de plein champ

- Ni en conventionnel
- Ni en bio

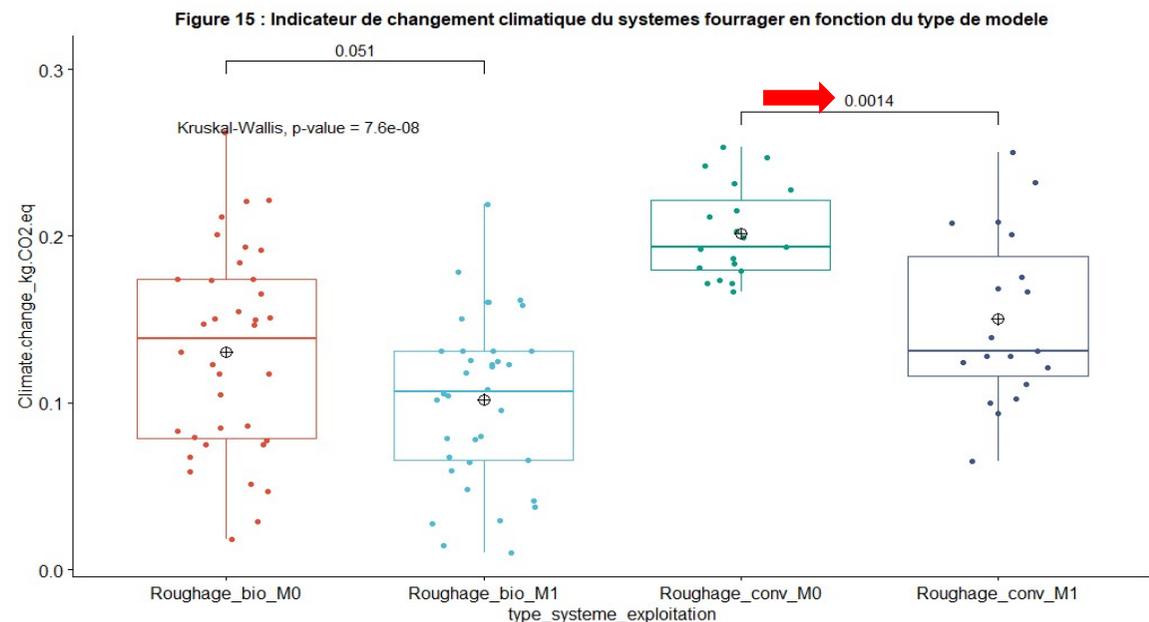


Test de Kruskal-Wallis et Wilcoxon sur l'indicateur Changement climatique en fonction de la version du modèle, du mode de production et du type de production

Pour les fourrages

- Pas de différence significative de médiane de l'indicateur Changement climatique liées au changement de modèle pour les fourrages biologiques (une tendance à la baisse)
- Une différence de médiane de l'indicateur Changement climatique liées au changement de modèle pour les fourrages conventionnels (diminution de l'impact)

```
posthoc7<-dscfAllPairsTest(Climate.change_kg.CO2.eq ~  
type_systeme_exploitation, data=data_ICC_Roughage)  
data: Climate.change_kg.CO2.eq by type_systeme_exploitation  
Roughage_bio_M0      Roughage_bio_M1      Roughage_conv_M0  
Roughage_bio_M1      0.20344      -  
Roughage_conv_M1     0.8934      0.01013
```





Conclusion

- **Par kg de produit, on a constaté une baisse significative des émissions totales de N₂O pour**
 - Les productions végétales en bio
 - Les cultures de plein champ en bio et les fourrages en bio
 - Les fourrages conventionnels
- **Par kg de produit, on a constaté une baisse significative de l'impact changement climatique pour**
 - Les fourrages conventionnels
- **Pour les prairies et cultures de plein champ bio, la diminution significative des émissions de N₂O ne se reporte pas sur l'indicateur changement climatique**
 - Pour expliquer ce résultats il faudrait réaliser une analyse de contribution des éléments du système à l'impact
- **Globalement : sur l'ensemble des productions végétales par kg de produit, la mise à jour du modèle N₂O n'a pas eu d'impact significatif sur l'impact changement climatique**