



**Le changement climatique :
incertitudes et opportunités
pour les prairies et les systèmes fourragers**

Journées AFPF (26 - 27 mars 2013 – Paris)

**Impact économique du changement climatique
sur l'alimentation animale et l'élevage
dans l'Union Européenne**

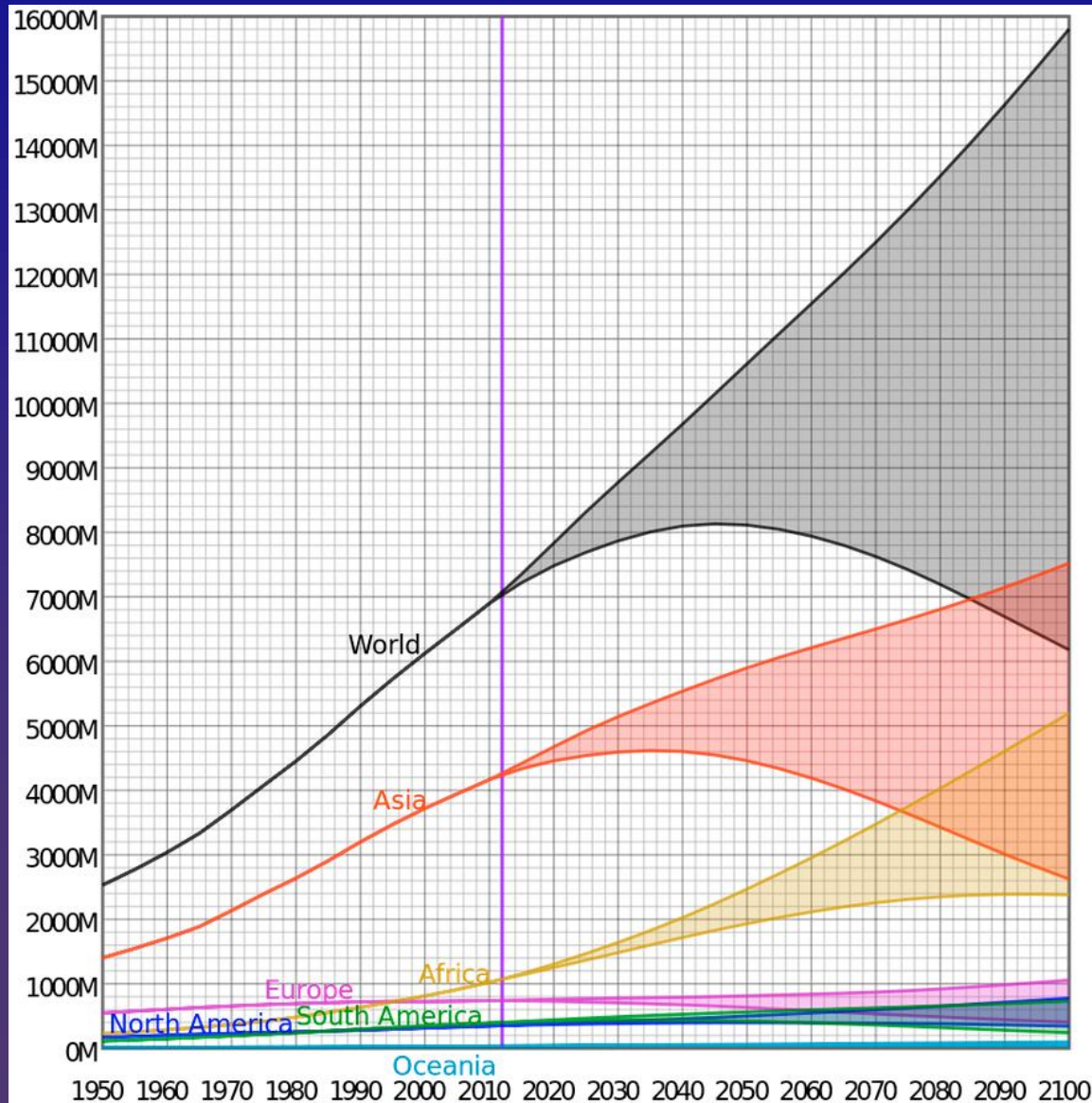
P. Aghajanzadeh-Darzi, P.A. Jayet

Jayet@grignon.inra.fr

Plan

- Contexte
- Cadre méthodologique
 - Modèle économique de l'offre agricole (AROPA_j)
 - Variation du rendement des prairies et fourrages
 - Protocole de simulation
- Résultats à l'échelle européenne
 - Marge brute agricole
 - Réallocation des terres, productions agricoles et élevage
 - Émissions de GES
- Conclusion et perspectives

Contexte



pression croissante sur les marchés alimentaires

facteurs susceptibles d'influencer la production

changement climatique

Perspectives d'évolution de la population mondiale par continent jusqu'en 2100 (source: ONU)

Changement climatique

Effets directs

- physiologie des cultures
- phénologie
- morphologie

Effets indirects

- fertilité des sols
- ressource en eau
- maladies, épizooties
- inondations, sécheresses

Socio-économie

- démographie
- sécurité alimentaire
- prix des ressources
- politiques publiques

Intervention humaine
Stratégies d'adaptation et
d'atténuation

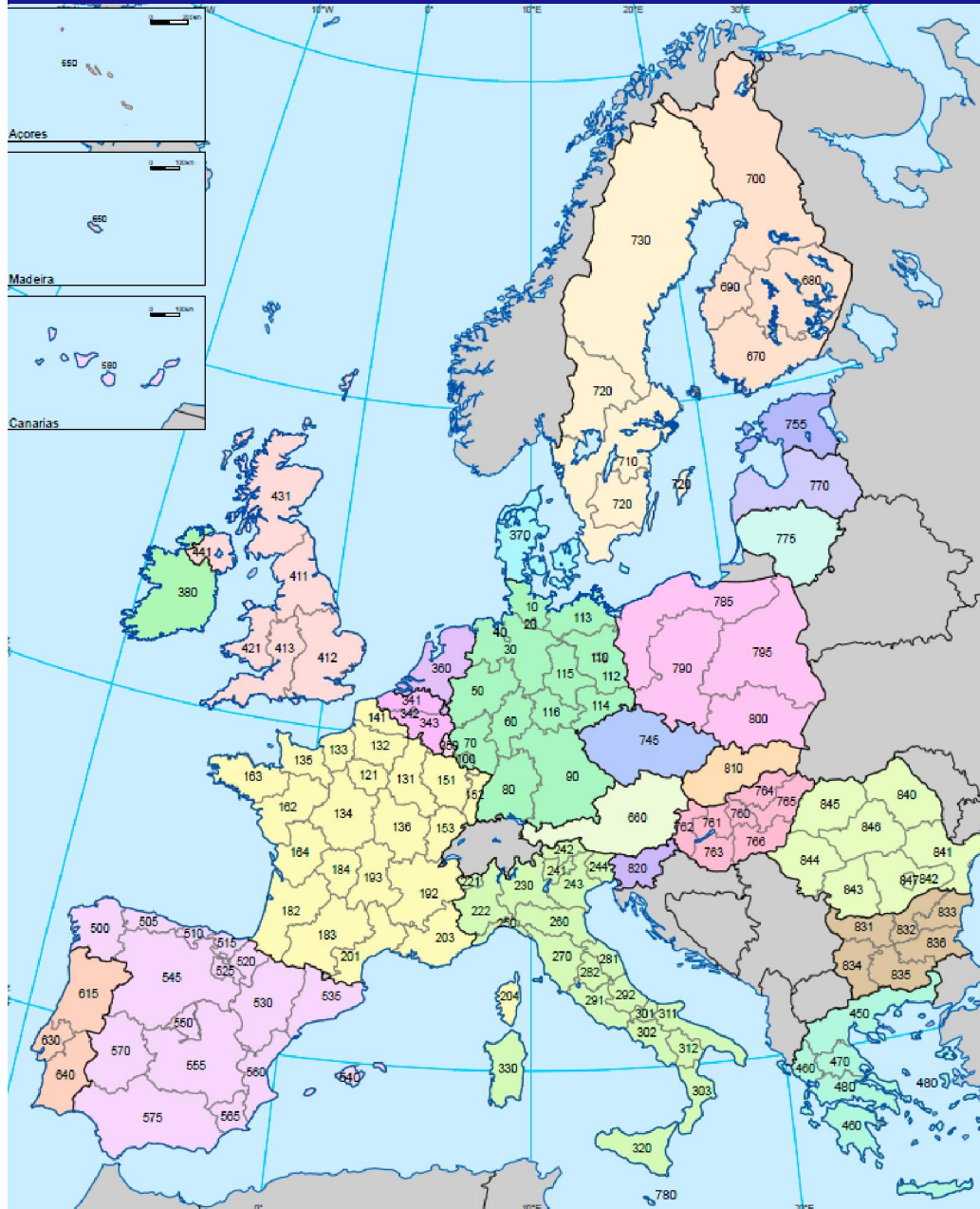
Productions agricoles,
vulnérabilité de l'agriculture

Cadre méthodologique - Modèle AROPAj

(Galko et Jayet, 2011, De Cara et Jayet, 2012, Leclère et al, 2013)

- **Modèle de programmation mathématique**
 - Optimise la marge brute des agriculteurs sous contraintes techniques et économiques
 - Totalemment paramétré (appui: données RICA européen)
- **Simule l'offre agricole de l'UE à l'échelle infrarégionale ("exploitations agricoles type")**
 - À superficie agricole utile fixée
 - Avec possibilité d'ajuster le capital animal
- **Traite des impacts de la PAC et des problèmes agro-environnementaux**
 - Émissions de gaz à effet de serre (CH₄, N₂O)

Cadre méthodologique - Modèle AROPAj



- V2: EU-15
 - FADN-2002
 - 15 EM, 101 régions
 - 1074 exploitations type
- Fonctions dose-réponse
 - rendement = $f(N)$
 - STICS-AROPAJ
(cultures: céréales, oléagineux, betterave, pomme de terre)

Variation des rendements - prairies et fourrages (1)

- Systèmes de culture de vente:
 - couplage AROPAj-STICS (Godard, 2008)
 - avec adaptation (Leclère, 2013)
 - du fonctionnement économique des systèmes de production agricole dans leurs capacités d'adaptation au changement climatique
 - non réalisée pour prairies et fourrages

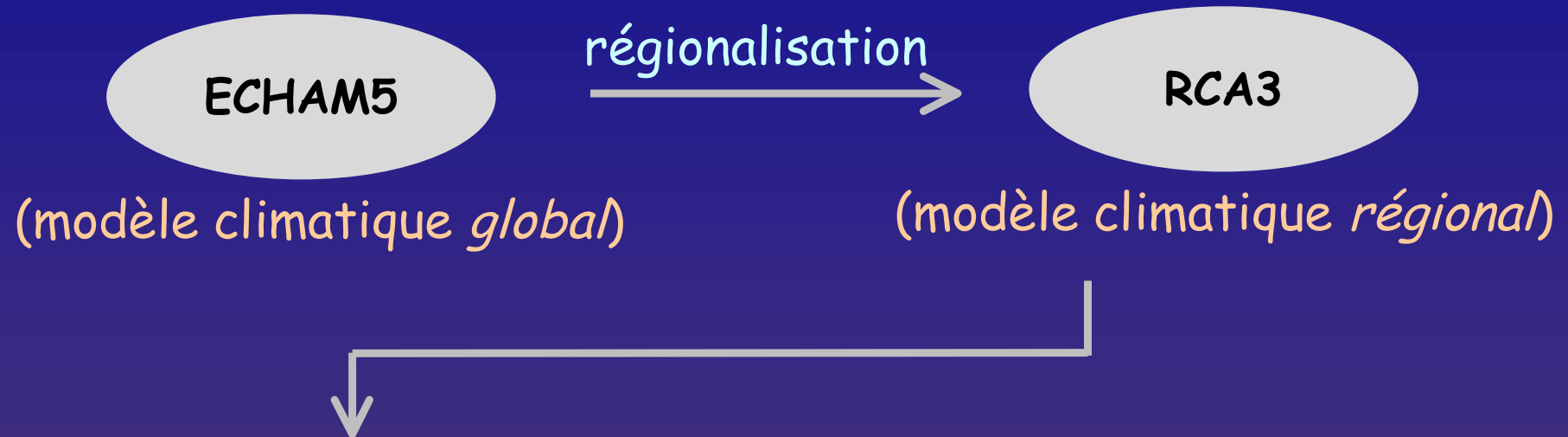
Variation des rendements - prairies et fourrages (2)

- Rendements potentiels des prairies et fourrages :
obtenus par le couplage *GLOBIOM-EPIC* (*AnimalChange-FP7*, 2012)

Variable explicative (rendement ou période)	Valeur estimée	Significativité
Orge	0.427	***
Maïs	0.260	***
Pomme de terre	0.581	***
Colza	-0.376	***
Betterave	-0.160	.
Blé	-0.474	***
Avoine	0.146	*
Seigle	-0.157	*
Riz	2.758	***
Coton	-11.309	***
Année	0.00923	***

Régression linéaire:
rendements des fourrages « expliqués » par les rendements des cultures, le temps

Protocole de simulation (Leclère, 2013)



Scénario	Climat	Année	Concentration en CO2 (ppm)	Adaptation des pratiques agricoles *
Référence	CTL	1976-2005	352	-
Future	A2H2	2070-2100	724	Non
	B1H2	2070-2100	533	Non
	A2H2-A	2070-2100	724	Oui
	B1H2-A	2070-2100	533	Oui

* culture précédente, cycle des cultures, disponibilité de l'eau d'irrigation

Protocole de simulation

- "A2" : scénario "hétérogène"
 - renforcement des identités et des traditions locales
 - démographie plus élevée
 - faible évolution technologique et économique
- "B1" : scénario de "convergence"
 - changements rapides dans les structures économiques vers des technologies propres utilisant les ressources de manière efficiente
 - solutions mondiales orientées vers la viabilité économique, sociale et environnementale
- "H2" : horizon 2070-2100

+ économique

+ Globalisation (monde homogène)

A1

- ❑ croissance économique rapide
- ❑ croissance modérée de la population (~7 milliards)
- ❑ grande innovation technologique
- ❑ augmentation T de 1,4 à 6,4 °C

A2

- ❑ croissance économique modérée avec orientation régionale
- ❑ croissance de population élevée (~15 milliards)
- ❑ forte consommation d'énergie
- ❑ augmentation T de 2,0 à 5,4 °C

B1

- ❑ croissance économique modérée
- ❑ faible croissance de population (~7 milliards)
- ❑ durabilité environnementale globale
- ❑ augmentation T de 1,1 à 2,9 °C

B2

- ❑ faible croissance économique
- ❑ croissance moyenne de la population (~10 milliards)
- ❑ durabilité environnementale
- ❑ augmentation T de 1,4 à 3,8 °C

+ Régionalisation (monde homogène)

+ environnementaux

Marge brute agricole

Pays / Scénario	A2H2	B1H2	A2H2-A	B1H2-A
Belgique	-2,4	-10,5	7,9	6,7
Danemark	4,8	7,8	18,2	25,9
Allemagne	9,5	11,5	23,3	26,9
Grèce	-4,1	-1,6	9,8	13,6
Espagne	2,2	-13,6	27,8	13,5
France	2,9	-5,1	25,5	25,1
Grande Bretagne	0,0	-0,1	14,1	15,6
Irlande	1,4	-4,7	4,4	3,6
Italie	-1,4	0,6	7,6	7,5
Luxembourg	8,5	5,3	19,3	12,9
Pays-Bas	9,8	-5,6	11,0	8,0
Autriche	30,7	-5,1	39,3	21,7
Portugal	5,8	-6,5	16,5	13,2
Finlande	7,2	7,4	7,4	10,5
Suède	2,3	6,3	5,7	11,3
UE-15	3,5	-0,8	17,9	17,2

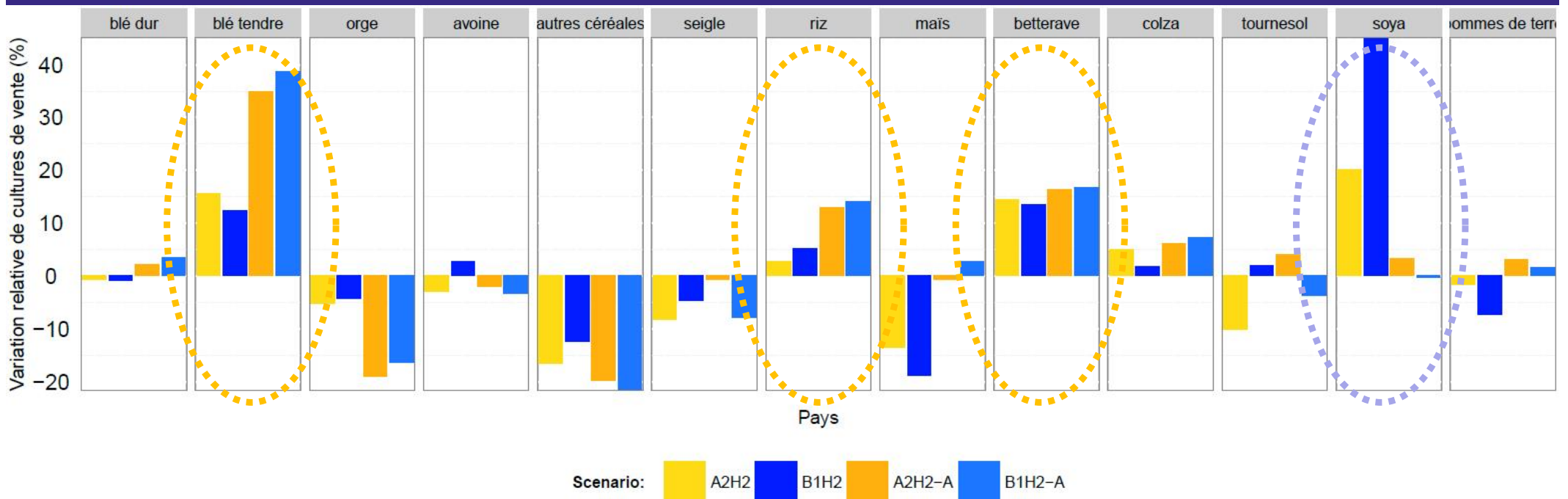
Effet positif de l'adaptation des pratiques agricoles

Variation relative (%) de la marge brute agricole par rapport au scénario de référence (CTL)

Réallocation des terres, productions agricoles (1)

• grandes cultures favorisées par le climat futur

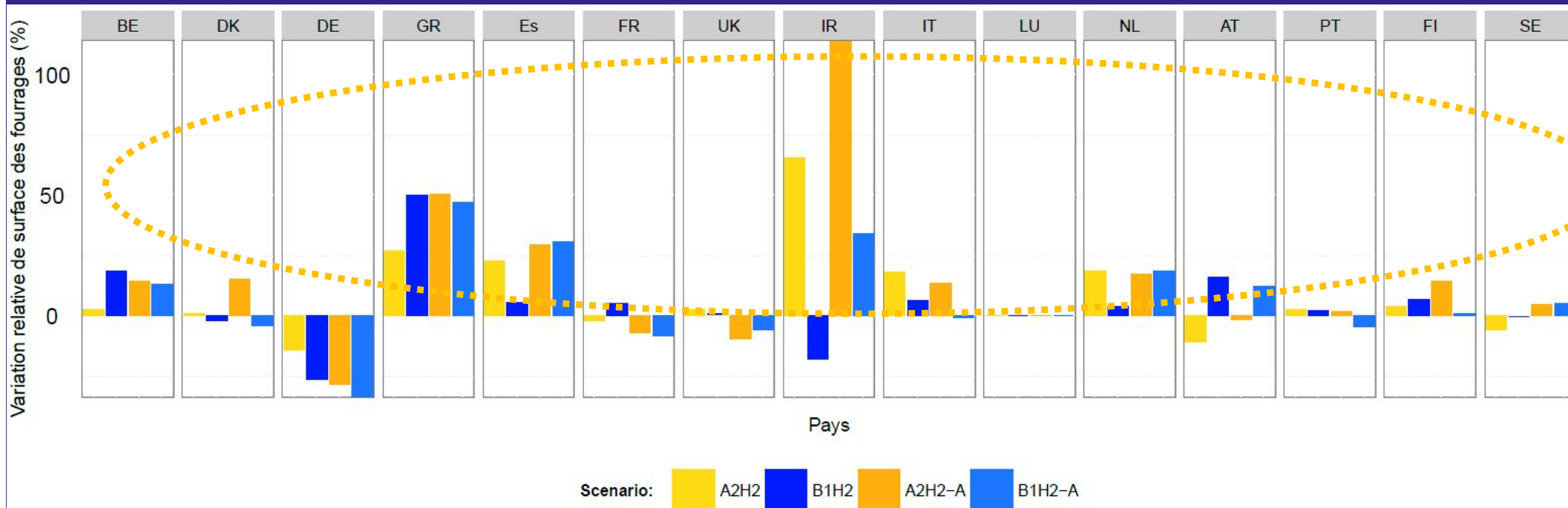
- blé tendre (+14% *sans* adaptation ; +36,5% *avec* adaptation)
- riz (+4% *sans* adaptation ; +13,5% *avec* adaptation)
- betterave à sucre (+14% *sans* adaptation ; +16,5% *avec* adaptation)
- Soja (+32,5% *sans* adaptation ; +1,5% *avec* adaptation)



Variation relative (%) des surfaces en cultures de vente par rapport au scénario de référence (CTL)

Réallocation des terres, productions agricoles (2)

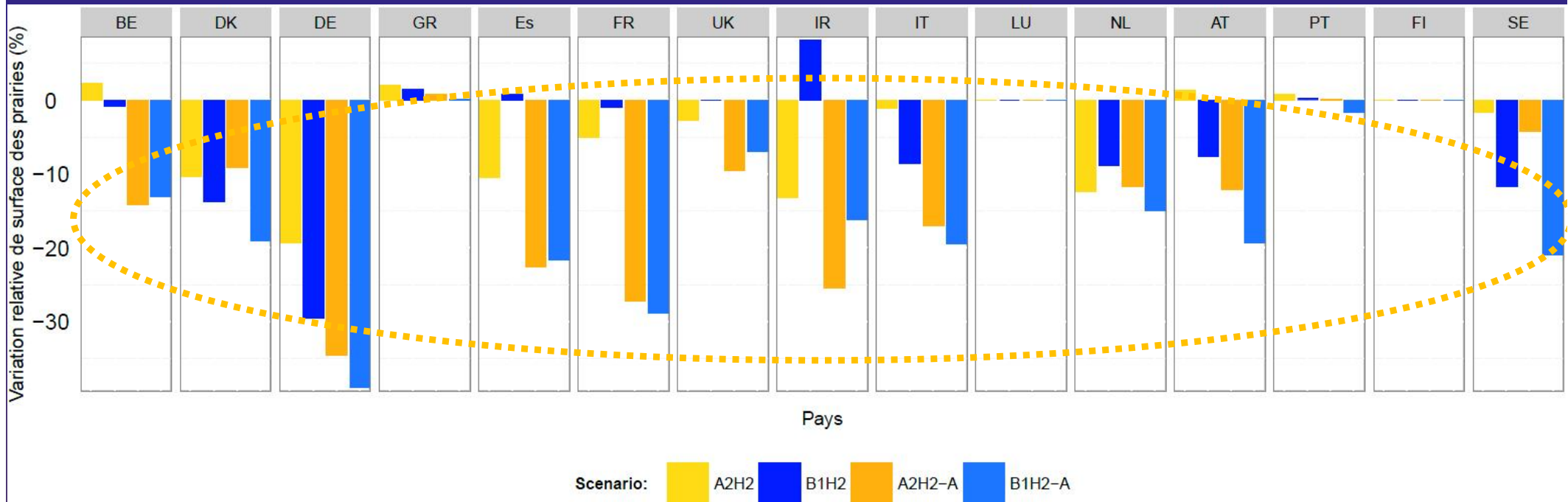
- hausse des surfaces en cultures fourragères
 - +7% *sans* adaptation; +6,5% *avec* adaptation



Variation relative (%) des surfaces en cultures fourragères par rapport au scénario de référence (CTL)

Réallocation des terres, productions agricoles (2)

- Baisse moyenne des surfaces en prairie
 - 6% *sans* adaptation; -21% *avec* adaptation



Variation relative (%) des surfaces en prairie par rapport au scénario de référence (CTL)

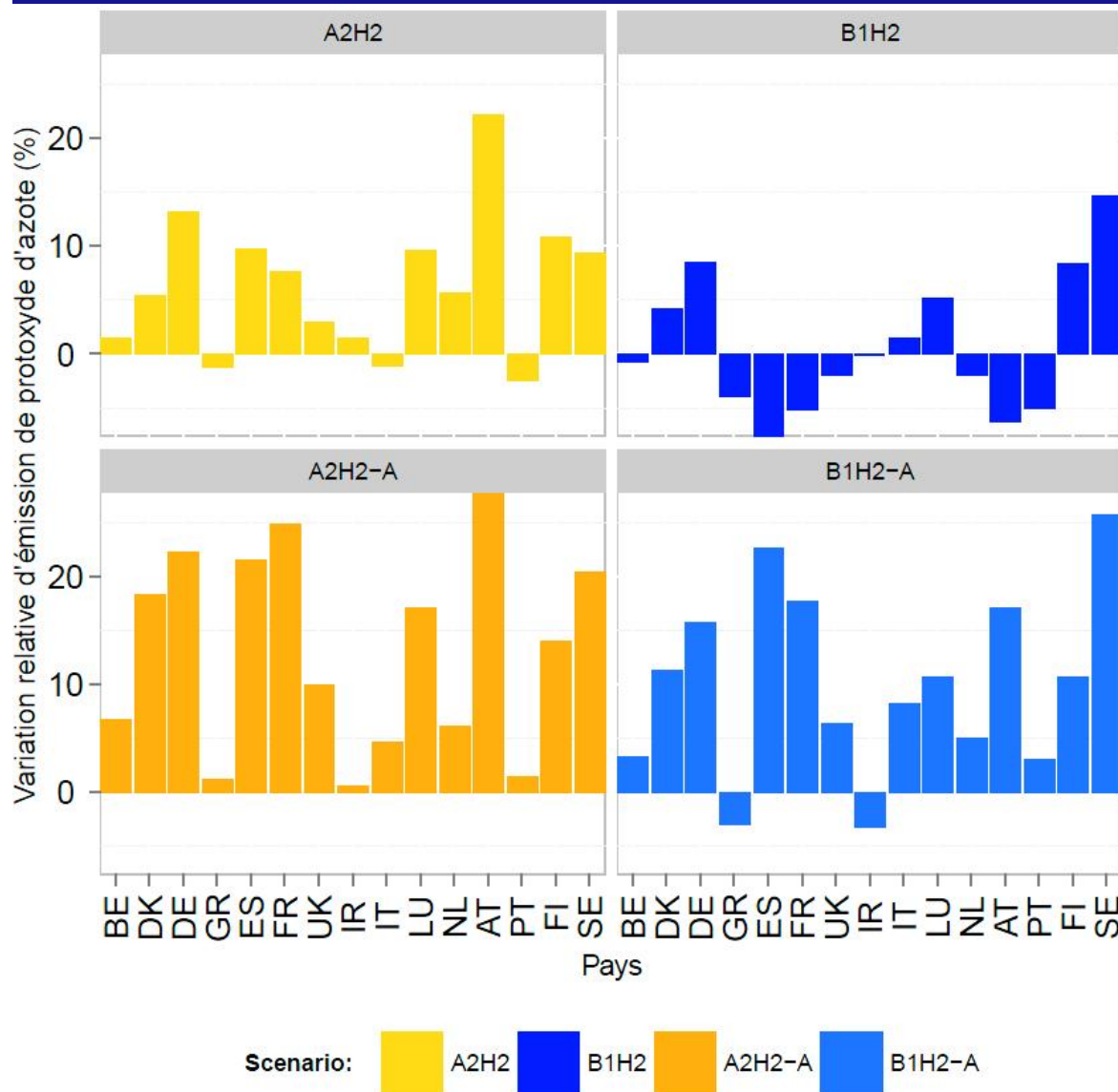
Réallocation des terres, production animale

- modification du produit brut animal
 - 0 à 2%
- baisse des achats d'aliments concentrés (en valeur)
 - -1,4% *sans* adaptation; -4,2% *avec* adaptation

Scénario	Effectifs animaux	Produit brut animal	Dépense alimentaire
A2H2	0,2	0,9	-2,4
B1H2	-0,4	-0,1	-0,3
A2H2-A	0,3	1,7	-4,2
B1H2-A	0,4	1,7	-4,2

Variation relative (%) des activités animales dans les scénarios de changement climatique par rapport au scénario de référence (CTL)

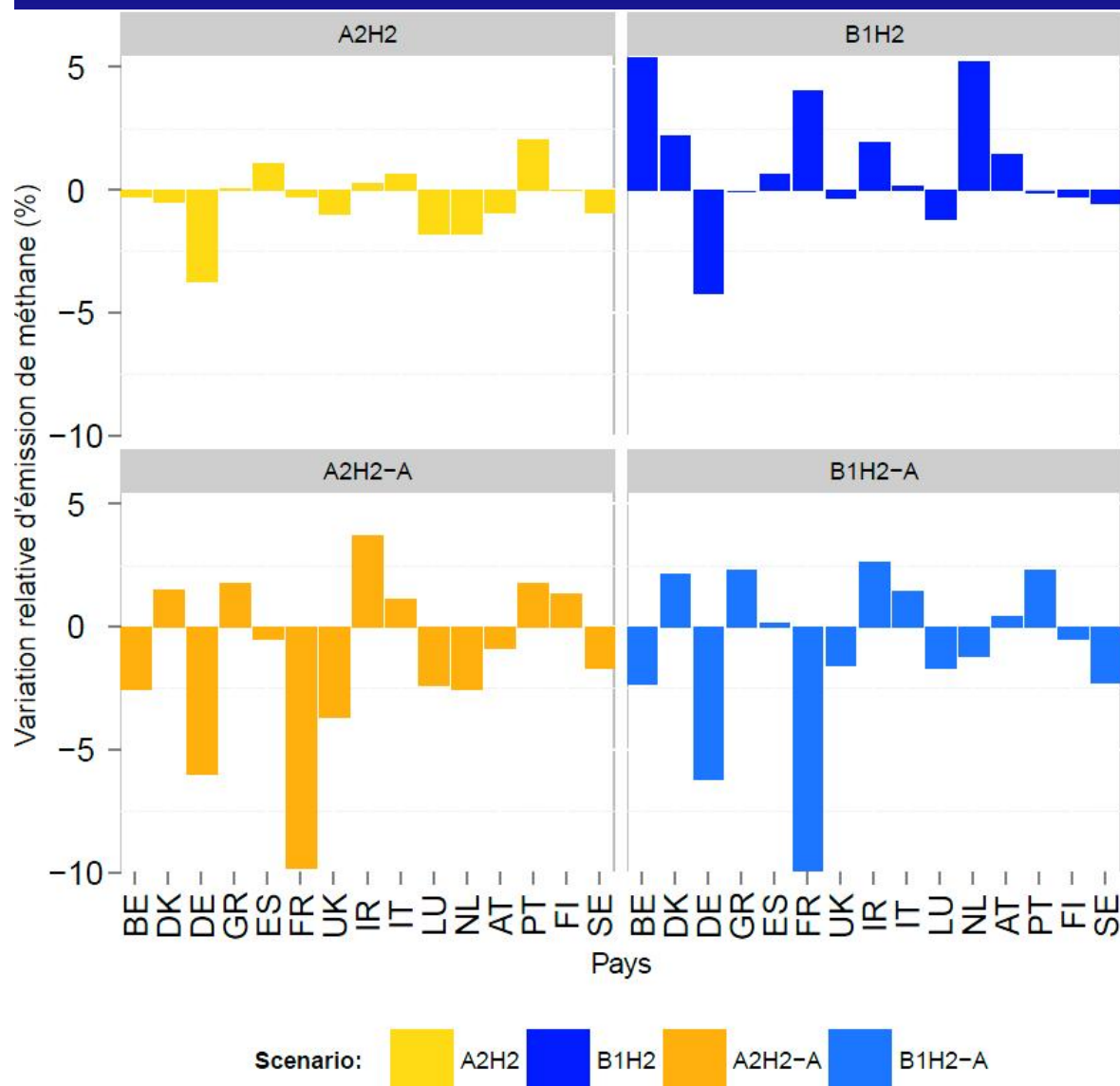
Emissions de GES: protoxyde d'azote



- hausse des émissions de N₂O liée à:
 - consommation d'intrants azotés, qui augmente avec les rendements
 - productivité marginale plus favorable

Variation relative (%) des émissions de protoxyde d'azote par rapport au scénario de référence (CTL)

Emissions de GES: méthane



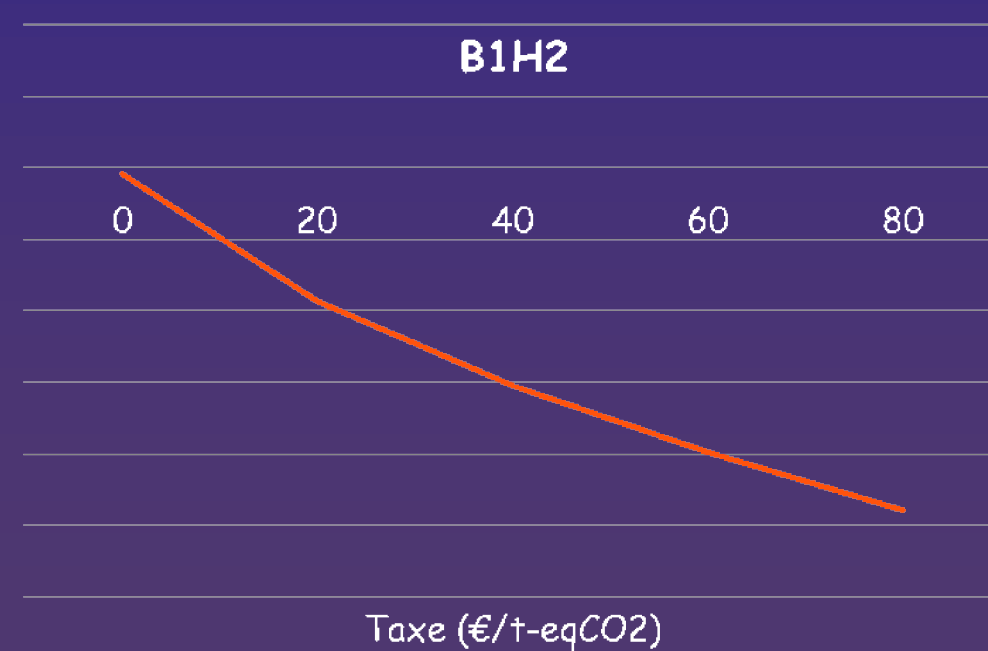
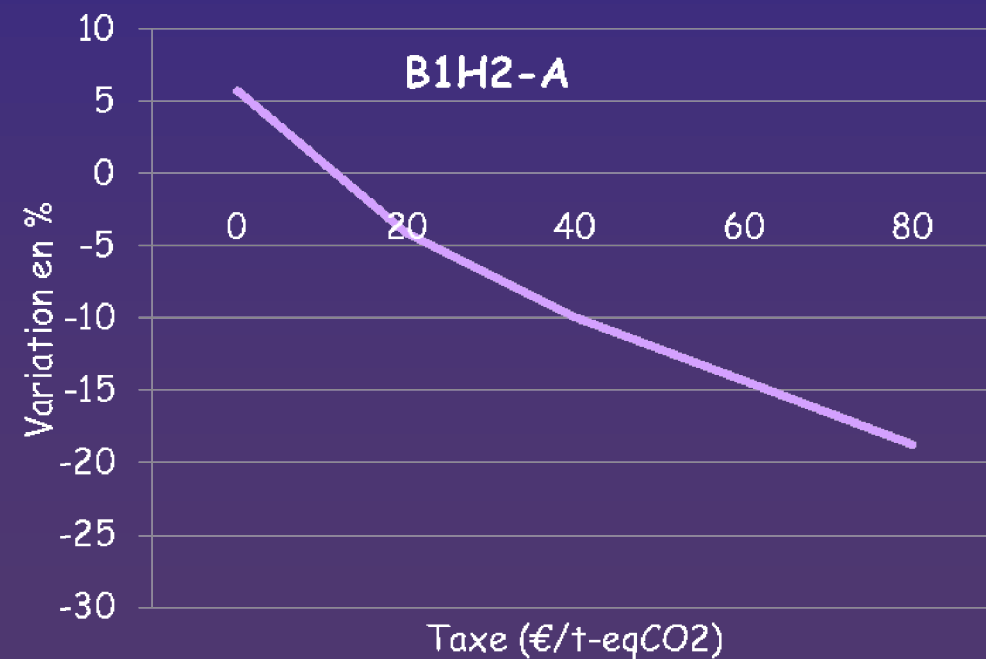
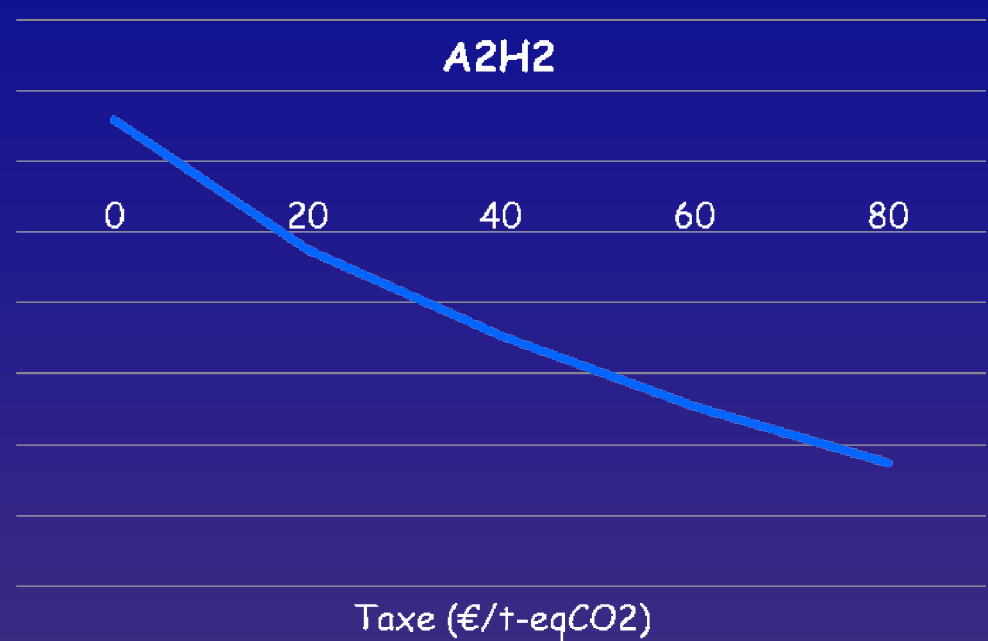
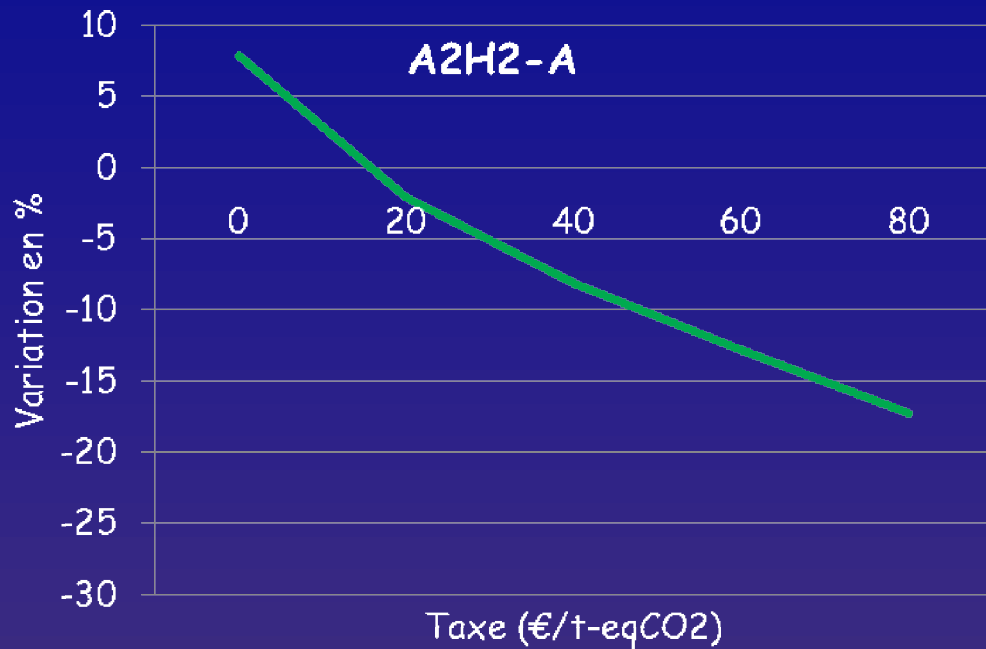
- baisse des émissions de CH₄ liée à:
 - baisse des productions fourragères, en particulier les prairies
 - compensée par des aliments supposés moins méthanogènes

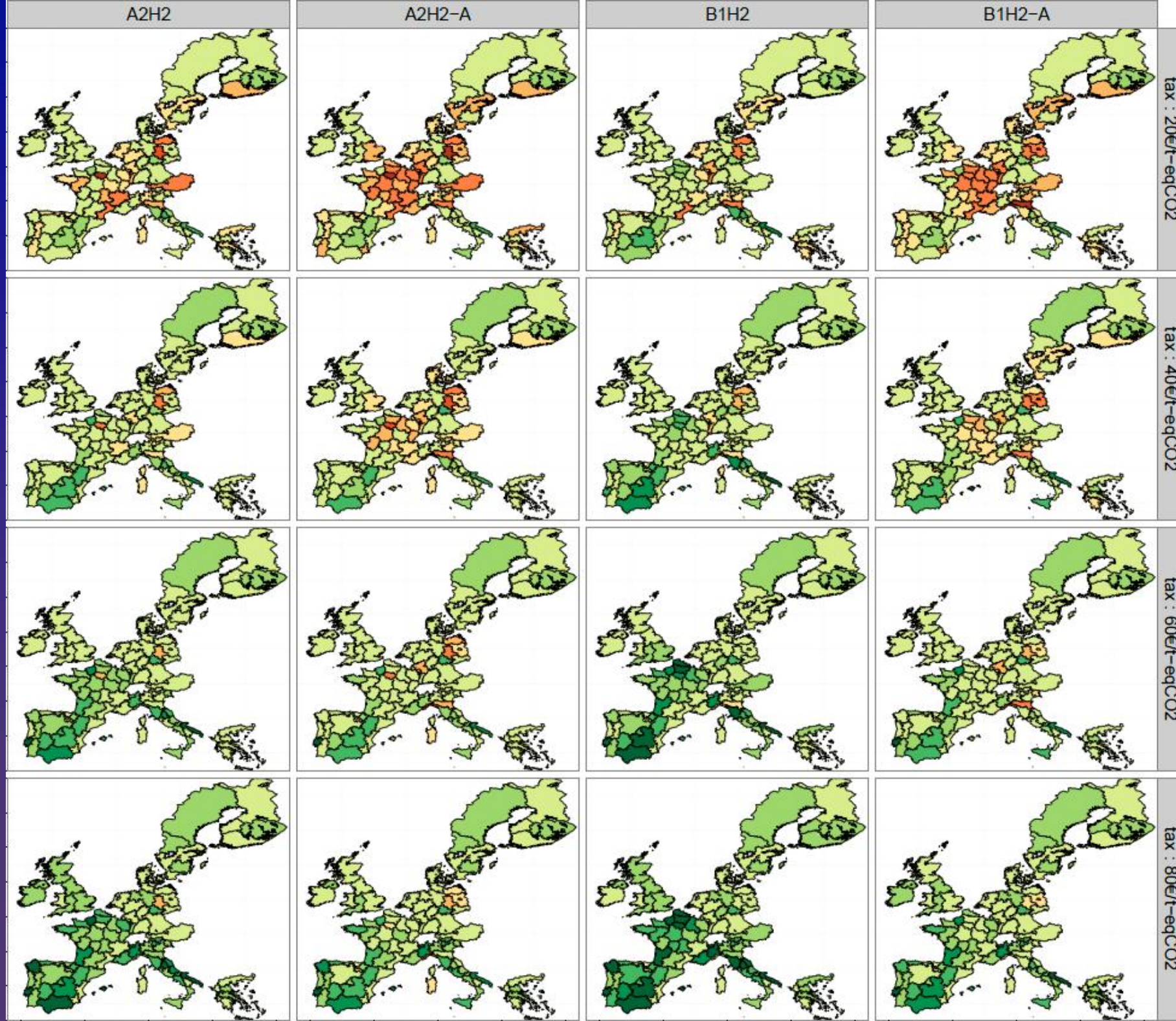
Variation relative (%) des émissions de méthane par rapport au scénario de référence (CTL)

Emission de GES

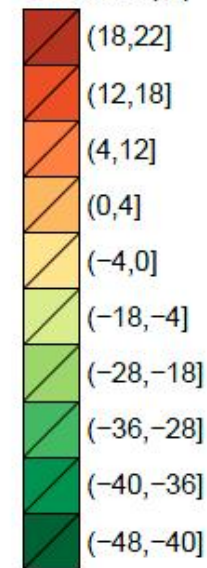


- effet d'une taxe





Regional variation of total non-CO2 emission (%)



Conclusion et perspectives

- Les cultures fourragères seraient favorisées par le changement climatique.
- L'adaptation des systèmes de production agricole accroîtrait fortement l'impact négatif du changement climatique sur la part de surface dédiée aux prairies.
- L'amélioration de la productivité marginale de la terre -que le modèle de culture confère aux principales cultures de vente- induit la réallocation des terres agricoles en leur faveur.

- Les émissions de GES seraient fortement affectées à la hausse.
- Quant aux productions animales, sans que soient pris en compte les impacts directs du climat (dont on ne disposait pas), les effectifs animaux varieraient peu, toutes choses égales par ailleurs.
- Les grands postes de l'alimentation animale seraient modifiés:
 - baisse de l'autoconsommation de fourrages
 - hausse de l'autoconsommation de céréales
 - baisse de l'alimentation concentrée achetée