

Carbon tax, Spatial heterogeneity and Distribution: evidences from the French energy consumption

Ibrahim Ahamada (Univ. Paris 1)

Mouez Fodha (Univ. Orléans et PSE) Djamel Kirat (Univ.
Orléans)

Orléans, le 1er avril 2014

Le cadre global de l'analyse (1)

Les programmes de lutte contre les émissions de gaz à effets de serre

- Le changement climatique est un problème majeur et global
- Protocole de Kyoto (1997): engagement des pays européens sur une réduction des émissions de 5,2% sur la période 2008-2012 par rapport aux émissions de 1990
- Lancement du SCEQE (2005) par les autorités européennes: un moyen de remplir les engagements pris dans le cadre du protocole de Kyoto. L'objectif du SCEQE a été atteint mais:
 - Le prix des permis a été relativement faible durant les trois phases du SCEQE (non représentatif de la valeur sociale du carbone)
 - L'effort de réduction est supporté principalement par les producteurs d'électricité. Beaucoup de secteurs ne sont pas concernés, notamment le résidentiel et le tertiaire



Le cadre global de l'analyse (2)

Les politiques environnementales de taxation carbone en Europe

En complément (ou en substitut) du SCEQE, des politiques fiscales nationales de taxation carbone: Finlande (depuis 1990), Suède (depuis 1991), Norvège (1991), Danemark (1993), Allemagne (1999) et Grande-Bretagne (2001), Suisse (2008), ...etc

Pays	Croiss. émissions CO2/tête 1990-2006 (%)	Croiss. intensité CO2/tête 1990-2006 (%)	Croiss du PIB/tête 1990-2006 (%)	Montant de la taxe carbone en 2009 (€ / tonne CO2)
Finlande	4,0	-24,5	28,5	20
Suède	-4,3	-30,0	25,7	97
Danemark	-2,9	-27,1	24,2	20,60
Norvège	19,3	-17,9	37,2	40
Allemagne*	-10,5	-25,5	15,0	
France	4,2	-17,2	21,4	

Le cadre global de l'analyse (3)

Les projets de taxation carbone en France

- Juillet 2009: Contribution Climat Energie (Rocard): reprise des conclusions du rapport Quinet: préconisation d'une taxe carbone initiale de 32€/tonne avec une croissance dans le temps pour atteindre 52€ (2020) et 100€ (2030)
- Septembre 2009: Annonce par le président (NS) d'une taxe à 17€/tonne de CO₂ applicable dès janvier 2010 portant sur le contenu en carbone des consommations d'énergie des ménages et entreprises non assujetties au SCEQE
- Septembre 2013: Le premier ministre annonce que dans le projet de loi de finance 2014 est prévue une mise en place progressive d'une taxation carbone (7€/ tonne en 2014, 14,50€/tonne en 2015 et 22€/tonne en 2016)

Le cadre global de l'analyse (4)

Les difficultés de mise en place de taxes carbone et leurs solutions

- La mise en place d'une taxe carbone rencontre des problèmes liés à l'acceptabilité sociale en raison des craintes :
 - de perte de pouvoir d'achat pour les ménages
 - de perte de compétitivité pour les entreprises
- La mise en place (seule) d'une taxe carbone est source d'inégalités sociales (impôt régressif) et d'inefficacité économique (Combet *et al.*, 2010)
- La solution consiste à compenser le coût de la taxe: redistribution aux ménages, double dividende (Goulder, 1995 ; Chiroleu-Assouline, 2001)
(Qu'en est-il en France...)?

Problématique du papier

Impacts d'une taxe sur les émissions CO₂ des secteurs résidentiel et tertiaire (France)

- Quels seraient les impacts d'une taxe carbone (projet France, 2009), en supposant :
 - Taxe homogène de 17€/tonne de CO₂ pour les secteurs résidentiel et tertiaire
 - La taxe vient s'ajouter aux prix du gaz et du fioul domestique
 - La consommation d'énergie dépend des besoins (conditions climatiques), des revenus (revenus/tête) et de la technologie (coût des émissions)

Objectifs du papier

- 1 Mettre en lumière les hétérogénéités régionales (climatiques, économiques, technologiques, autres non observables) qui expliquent les différences dans les consommations d'énergies
- 2 Mesurer les conséquences de ces hétérogénéités sur les émissions de CO₂
- 3 Evaluer les effets régionaux d'une politique de taxation carbone
- 4 Analyser les mesures d'accompagnement pour lutter contre les inégalités induites par cette politique: deux types de mesures pour une contribution relative équitable entre les régions
- 5 Prospective en fonction de scénarios climatiques

Une vue d'ensemble du papier (1)

Méthodologie

- Construction des données régionales des émissions de CO₂ et des coûts liés aux émissions de CO₂
- Modèle de données de panel à effets aléatoires, sur données régionales françaises
- Estimation des élasticités prix, revenus, climatiques par rapport aux émissions par tête
- Evaluation de scénarios de politiques fiscales avec, et sans, changement climatique
- Proposition de mesures d'accompagnement pour corriger les effets anti-redistributifs

Une vue d'ensemble du papier (2)

Quelques résultats

- Effets significatifs de toutes les variables explicatives
- Courbe de Kuznets environnementale, point de retournement à 31 322€
- Evaluation des effets d'une taxe carbone accise sur le coût des émissions
 - baisse des émissions/tête entre 2 et 3%
 - caractère régressif de la taxe : la Lorraine plus grand contributeur (0.11% PIB), Ile de France plus faible (0.04% PIB)
- Evaluation de mesures d'accompagnement (redistribution forfaitaire entre Régions ou taxation différenciée)
- Un francilien devrait payer en moyenne 15€/an, en plus de la hausse du prix du carbone, alors qu'un lorrain devrait recevoir en moyenne 8€/an

Revue de littérature

Trois branches de la littérature

- 1 EKC: Courbe de Kuznets environnementale
- 2 Modélisation économétrique de la demande d'énergie
- 3 Régressivité de la taxe carbone et redistribution

Revue de littérature (1)

Littérature EKC : lien non-linéaire entre émissions et PIB

- Existence d'une relation en U inversé entre PIB par tête et dégradation de l'environnement (Grossman and Krueger, 1994; Panayotou, 1993; Selden and Song, 1994; Galeotti, 2003)
- Relation remise en cause : Holtz-Eakin and Selden (1995), Torras and Boyce (1998), Hettige et al.(1999), de Bruyn et al. (1998); Cole and Elliott (2003)
- Pas de consensus sur la validité de l'EKC, dépend de la nature des données, des polluants, des périodes...mais non-linéarité confirmée.
- Débat porte sur la forme...

Revue de littérature (2)

Littérature sur la demande d'énergie : existence de non-linéarités

Modélisation économétrique de la demande d'énergie:

- En fonction des revenus: Ang (1987), Destais Fouquau et Hurlin (2009) → relation en U inversé
- En fonction des conditions climatiques:
 - Engle Granger, Rice et Weiss (1986) → relation en V
 - Bessec et Fouquau (2008) → relation en U
- En fonction des revenus, des conditions climatiques et des prix des énergies : Tol (2012) → effets significatifs

Revue de littérature (3)

Taxe carbone et distribution : régressivité

- Les taxes environnementales sont regressives Johnstone and Alavalapati (1998), Metcalf (1999), Speck(1999)
- Empiriquement, en France. Ruiz and Trannoy (2008), Bureau (2011) : taxe sur la consommation d'énergie ou les transports pèse relativement plus sur les ménages à faibles revenus.
- Suède. Brannlund and Nordstrom (2004). Evaluation du doublement de la taxe carbone : les régions les moins denses en population sont pénalisées.
- Danemark : Wier et al. (2005). Grande-Bretagne : Ekins and Dresner (2004)...
- Des mécanismes de corrections existent Goulder (1995), Combet *et al.* (2010), Chiroleu-Assouline - Fodha (2014)

Notre contribution

- Evaluation des effets d'une taxation carbone avec :
 - Prise en compte des hétérogénéités spatiales économiques et climatiques
 - Source supplémentaire d'inégalités face aux politiques climatiques
- Cette hétérogénéité géographique vient amplifier le caractère régressif de la taxe environnementale. (Tol, 2012)

Pourquoi ? Comment ?

Données disponibles

- Un panel équilibré de données:
 - 22 régions françaises
 - Données annuelles: 1995, 1997, 1999, 2002, 2004-2009
- Données régionales sur:
 - Prix du gaz et du fioul domestique
 - Consommations gaz et fioul par les secteurs "résidentiel-tertiaire"
 - PIB par tête et population
 - Température annuelle moyenne et nombre annuel de jours de gel

Construction des variables d'intérêt

- Les émissions par tête:

$$\frac{Emissions_{it}}{Population_{it}} = \frac{Cgaz_{it} * 2.3 + Cfioul_{it} * 3.2}{Pop_{it}}$$

- Le coût des émissions carbone:

$$P_{it} = \frac{Cgaz_{it} * P_t^{gaz} + Cfioul_{it} * P_t^{fioul}}{Cgaz_{it} * 2.3 + Cfioul_{it} * 3.2}$$

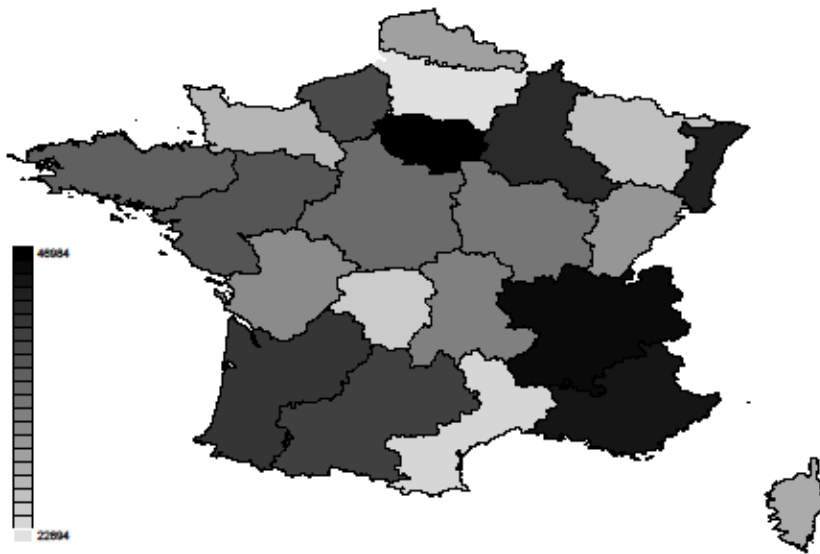


Figure: Regional GDP per capita in 2009

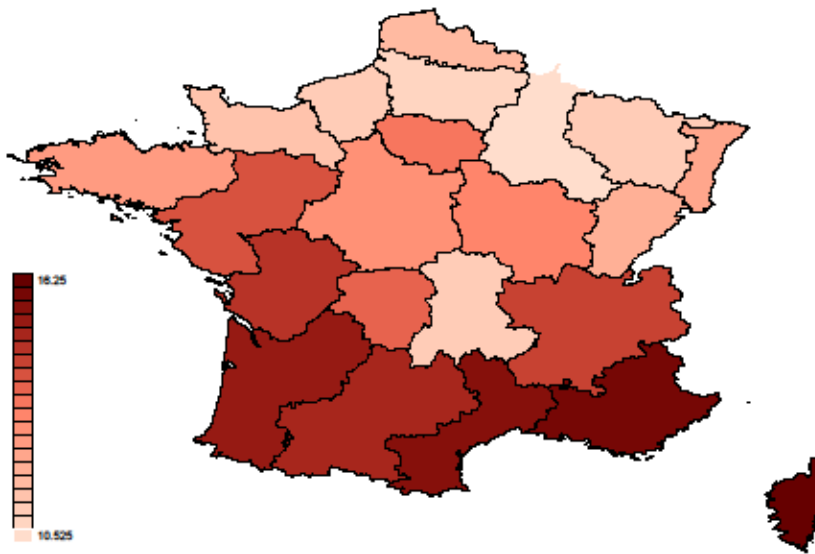


Figure: Regional temperatures in 2009

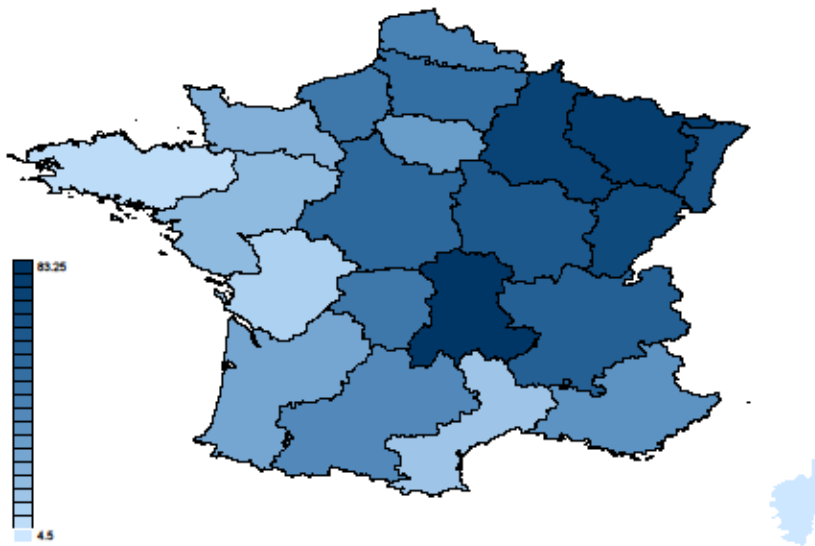


Figure: Number of annual frost days by region in 2009

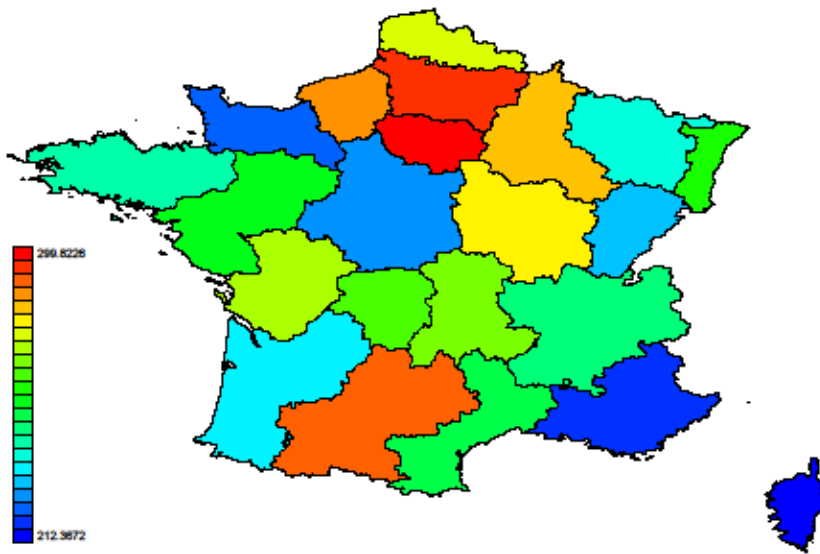


Figure: Regional carbon costs reflecting differences in heating technologies (in euros)

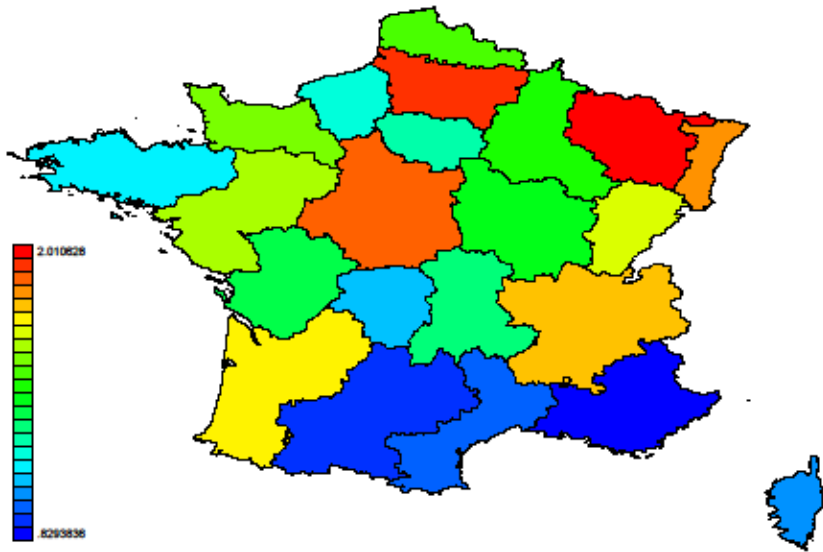


Figure: Emission per capita in 2009 by region (in tons)

Le modèle empirique

- Extension du modèle empirique de consommation d'énergie
Ang (1987):

$$E_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{it} + \alpha_2 Y_{it}^2 + \alpha_3 P_{it} + \alpha_4 T_{it} + \alpha_5 G_{it} + \varepsilon_{it}$$

- Choix entre modèle à effets fixes et à effets aléatoires :
 - Si caractéristiques inobservées sont corrélées avec régresseurs, modèle à effets fixes :

$$E_{it} = \alpha + \alpha_{0j} + \alpha_1 Y_{it} + \alpha_2 Y_{it}^2 + \alpha_3 P_{it} + \alpha_4 T_{it} + \alpha_5 G_{it} + \varepsilon_{it}$$

- Sinon, modèle à effets aléatoires :

$$\begin{cases} E_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{it} + \alpha_2 Y_{it}^2 + \alpha_3 P_{it} + \alpha_4 T_{it} + \alpha_5 G_{it} + \varepsilon_{it} \\ \varepsilon_{it} = \mu_j + \omega_{it} \end{cases}$$

Table: OLS estimation results of random effect and fixed effect models

Model	Random effects		Fixed effects	
GDP	12.972***	(2.730)	12.826***	(2.941)
GDP ²	-0.626***	(0.136)	-0.619***	(0.148)
Carbon price	-0.354***	(0.059)	-0.348***	(0.069)
Temperature	-0.054***	(0.017)	-0.035	(0.024)
Frost days	0.001*	(0.000)	0.001*	(0.000)
Constant	-64.181***	(13.69)	-63.697***	(14.67)
F-test for individual effects				
F(21,193)	18.83 [0.000]			
Breusch Pagan test for random effects				
$\chi^2_{(1)}$	390.90 [0.000]			
Hausman test of fixed effects versus random effects				
$\chi^2_{(5)}$	1.66 [0.893]			

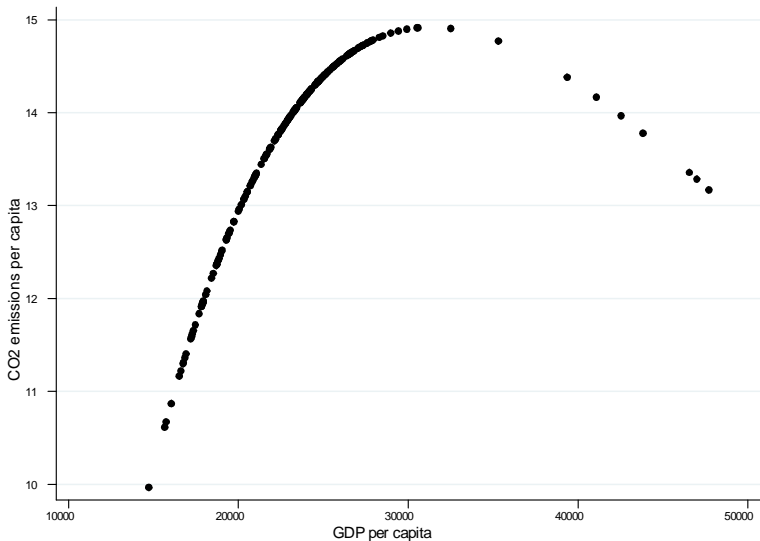
Note: Standard errors are in (); *, ** and *** refer respectively to the 10%, 5% and 1% significance levels; P-values are in [].

Table: FGLS estimation results of the random effect model

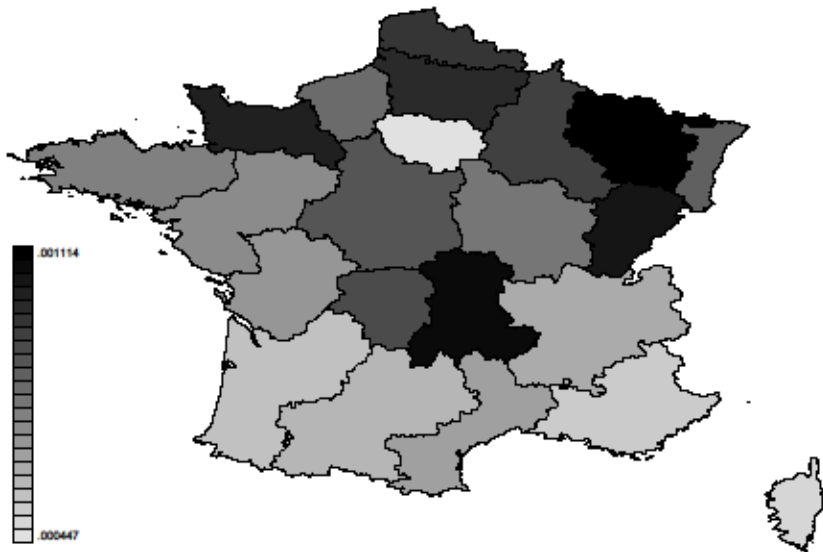
	Panel Groupwise Heteroscedasticity			
	No cross-sectional correlation		Cross-sectional correlation	
GDP	14.627***	(2.174)	14.634***	(1.518)
GDP ²	-0.707***	(0.105)	-0.706***	(0.073)
Carbon price	-0.320***	(0.040)	-0.401***	(0.037)
Temperature	-0.067***	(0.008)	-0.069***	(0.006)
Frost days	0.001**	(0.000)	0.001***	(0.000)
Constant	-72.611***	(11.06)	-72.340***	(7.783)

Note: Standard errors are in () ; *, ** and *** refer respectively to the 10%, 5% and 1% significance levels.

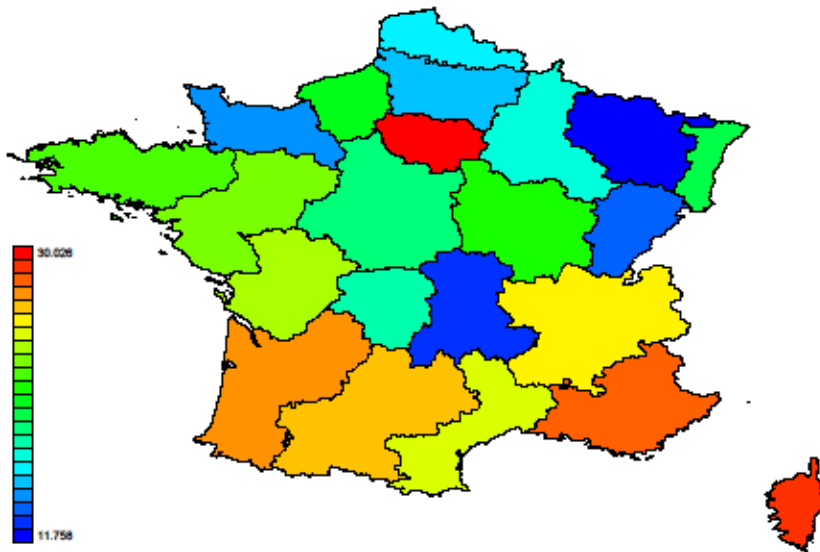
La courbe de Kuznets environnementale



Mise en lumière des inégalités en termes de recettes/pib

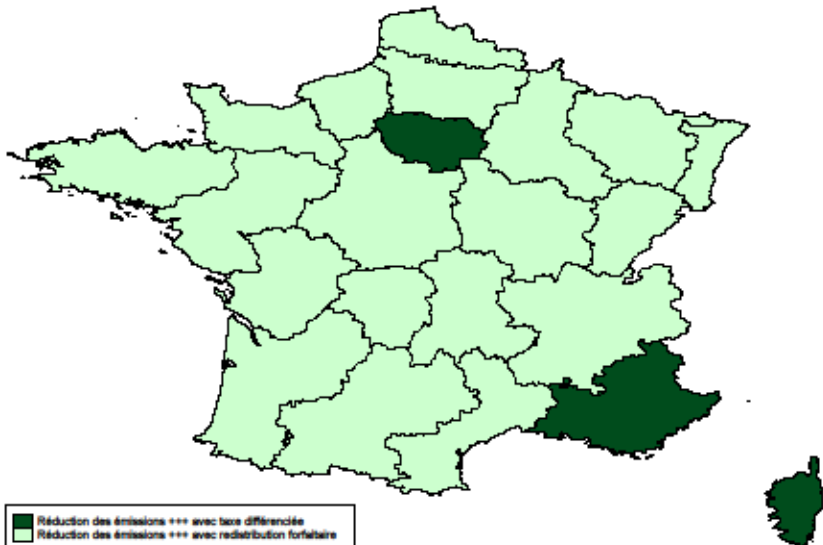


Correction des inégalités: taxes régionales différenciées



Redistribution forfaitaire VS taxation différenciée

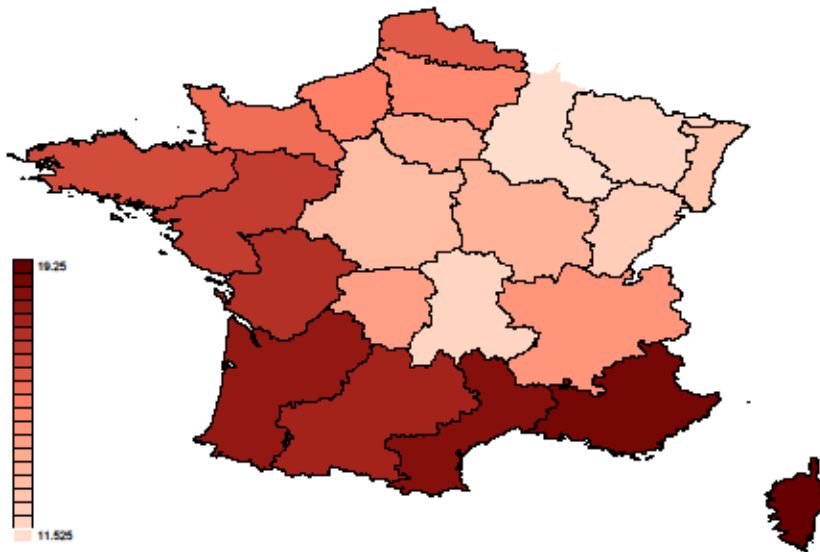
Réduction des émissions au niveau national -2,432% VS -2,395%



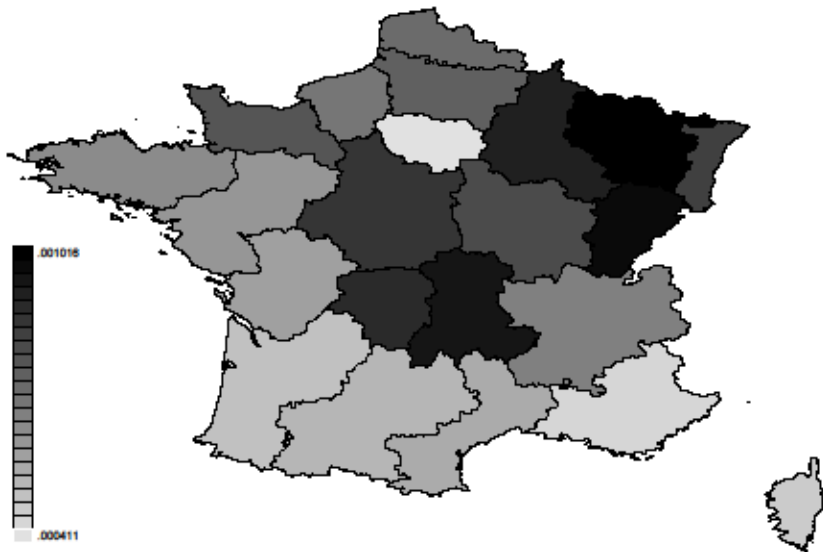
Le scénario climatique

- Nous retenons un scénario moyen de Météo-France à l'horizon 2030:
 - Les régions littorales: $+3^{\circ}C$ et -50% de jours de gel
 - Les régions continentales: $+1^{\circ}C$ et -25% de jours de gel

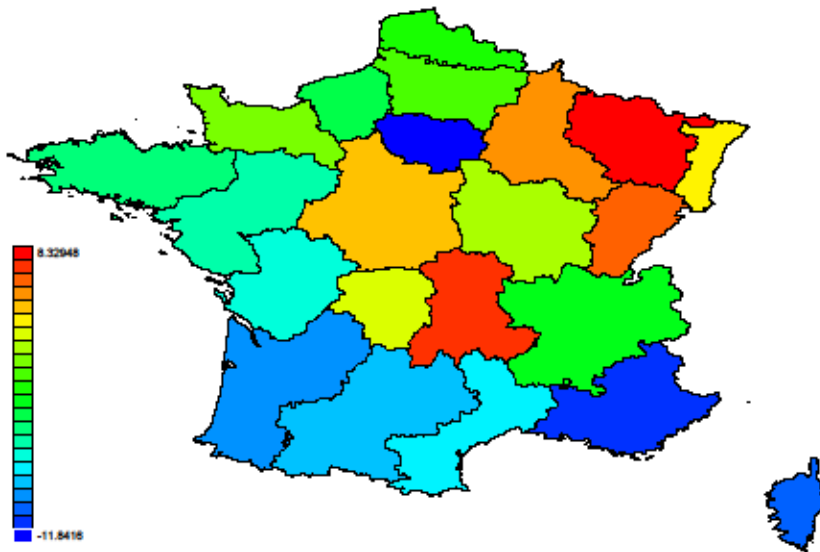
Le scénario climatique: les températures



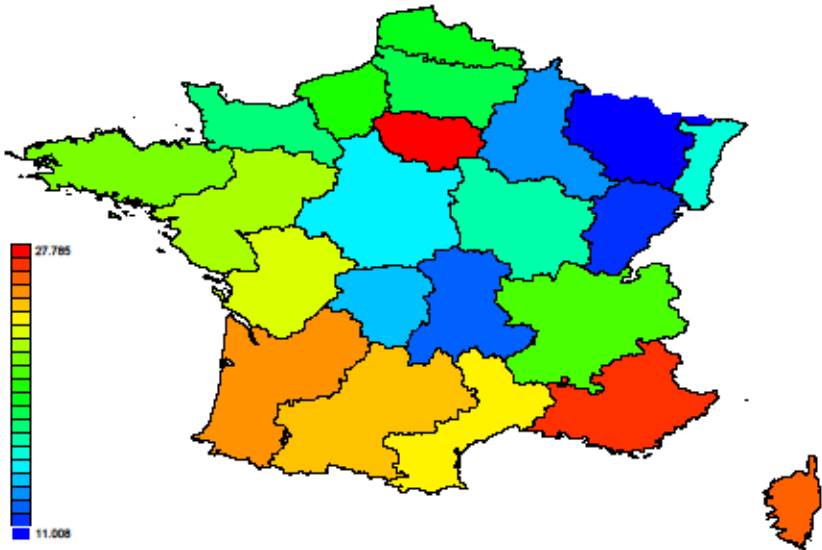
Mise en lumière des inégalités en termes de recettes/pib



Mise en lumière des inégalités en termes de reversement

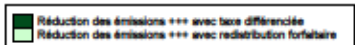
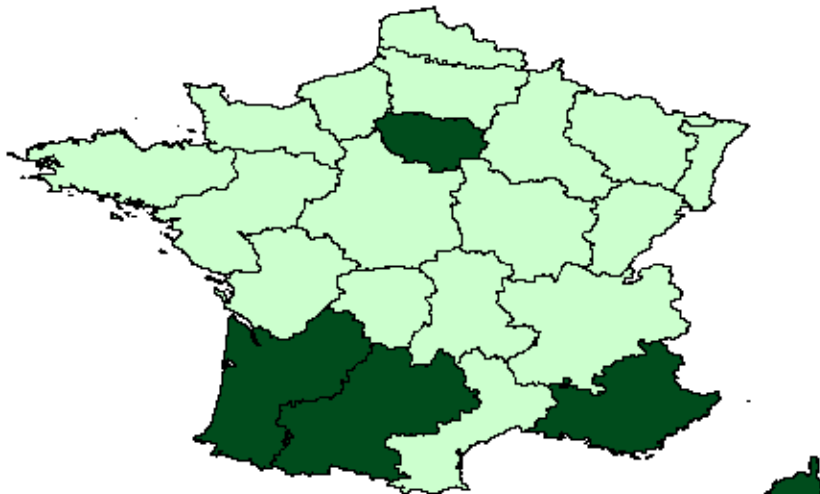


Correction des inégalités: taxes régionales différenciées



Redistribution forfaitaire VS taxation différenciée

Réduction des émissions au niveau national -2,428% VS -2,396%



Administrative regions	Uniform taxation at 17€ per ton		
	Emission reduction	Tax revenue ratio	Lump sum redistribution per capita (in Euro)
Alsace	-2.470%	0.0967%	5.215
Aquitaine	-2.534%	0.0803%	0.717
Auvergne	-2.423%	0.1077%	7.407
Basse Normandie	-2.589%	0.1065%	6.844
Bourgogne	-2.397%	0.0965%	4.808
Bretagne	-2.510%	0.0943%	4.289
Centre	-2.549%	0.0982%	5.257
Champagne-Ardenne	-2.385%	0.1021%	6.558
Corse	-3.041%	0.0755%	-0.507
Franche Comte	-2.546%	0.1075%	7.187
Haute Normandie	-2.340%	0.0966%	5.055
Ile De France	-2.187%	0.0447%	-15.49
Languedoc-Roussillon	-2.483%	0.0849%	1.667
Limousin	-2.440%	0.0982%	4.870
Lorraine	-2.526%	0.1114%	7.983

Administrative regions	Uniform taxation at 17€ per ton		
	Emission reduction	Tax revenue ratio	Lump sum redistribution per capita (in Euro)
Midi-Pyrenees	-2.331%	0.0811%	0.929
Nord-Pas-De-Calais	-2.397%	0.1029%	6.062
Pays de la Loire	-2.483%	0.0895%	3.152
Picardie	-2.212%	0.1057%	6.427
Poitou-Charente	-2.408%	0.0888%	2.679
PACA	-2.720%	0.0755%	-0.584
Rhone-Alpes	-2.503%	0.0829%	1.533

Administrative regions	Regional carbon taxes	
	Emission reduction	Regional tax
Alsace	-1.990%	13.579
Aquitaine	-2.451%	16.418
Auvergne	-1.757%	12.178
Basse Normandie	-1.898%	12.309
Bourgogne	-1.936%	13.616
Bretagne	-2.073%	13.934
Centre	-2.023%	13.369
Champagne-Ardenne	-1.820%	12.848
Corse	-3.125%	17.495
Franche Comte	-1.848%	12.187
Haute Normandie	-1.887%	13.594
Ile De France	-3.755%	30.026
Languedoc-Roussillon	-2.274%	15.514
Limousin	-1.936%	13.366
Lorraine	-1.771%	11.758

Administrative regions	Regional carbon taxes	
	Emission reduction	Regional tax
Midi-Pyrenees	-2.232%	16.253
Nord-Pas-De-Calais	-1.817%	12.755
Pays de la Loire	-2.158%	14.692
Picardie	-1.632%	12.412
Poitou-Charente	-2.111%	14.822
PACA	-2.794%	17.485
Rhone-Alpes	-2.348%	15.906

oooooooooooooooooooooooooooo

oooooooooooo

Administrative regions	Uniform taxation at 17€ per ton under climatic scenario		
	Emission reduction	Tax revenue ratio	Lump sum redistribution per capita (in Euro)
Alsace	-2.470%	0.0883%	6.008
Aquitaine	-2.534%	0.0636%	-0.738
Auvergne	-2.423%	0.0979%	7.795
Basse Normandie	-2.589%	0.0843%	4.261
Bourgogne	-2.397%	0.0883%	5.598
Bretagne	-2.510%	0.0753%	2.317
Centre	-2.549%	0.0900%	6.054
Champagne-Ardenne	-2.385%	0.0932%	7.198
Corse	-3.041%	0.0612%	-1.232
Franche Comte	-2.546%	0.0982%	7.656
Haute Normandie	-2.340%	0.0761%	2.606
Ile De France	-2.187%	0.0411%	-11.842
Languedoc-Roussillon	-2.483%	0.0674%	0.247
Limousin	-2.440%	0.0903%	5.658
Lorraine	-2.526%	0.1016%	8.329

Administrative regions	Uniform taxation at 17€ per ton under climatic scenario		
	Emission reduction	Tax revenue ratio	Lump sum redistribution per capita (in Euro)
Midi-Pyrenees	-2.331%	0.0641%	-0.608
Nord-Pas-De-Calais	-2.397%	0.0811%	3.539
Pays de la Loire	-2.483%	0.0710%	1.220
Picardie	-2.212%	0.0832%	3.848
Poitou-Charente	-2.408%	0.0706%	1.028
PACA	-2.720%	0.0597%	-1.859
Rhone-Alpes	-2.503%	0.0758%	2.786

Administrative regions	Regional carbon taxes under climatic scenario	
	Emission reduction	Regional tax
Alsace	-1.861%	12.689
Aquitaine	-2.643%	17.759
Auvergne	-1.652%	11.427
Basse Normandie	-2.048%	13.306
Bourgogne	-1.810%	12.699
Bretagne	-2.217%	14.924
Centre	-1.891%	12.445
Champagne-Ardenne	-1.710%	12.014
Corse	-3.292%	18.487
Franche Comte	-1.735%	11.392
Haute Normandie	-2.045%	14.768
Ile De France	-3.492%	27.785
Languedoc-Roussillon	-2.445%	16.723
Limousin	-1.805%	12.412
Lorraine	-1.664%	11.008

Administrative regions	Regional carbon taxes under climatic scenario	
	Emission reduction	Regional tax
Midi-Pyrenees	-2.413%	17.621
Nord-Pas-De-Calais	-1.965%	13.85
Pays de la Loire	-2.323%	15.87
Picardie	-1.770%	13.503
Poitou-Charente	-2.265%	15.947
PACA	-3.018%	18.96
Rhone-Alpes	-2.195%	14.83