

Annexes techniques et matériaux complémentaires

« Taxe carbone, retraites et déficits publics : le coût caché du cloisonnement des expertises »
Emmanuel Combet et Jean Charles Hourcade, *Revue d'Economie Politique*, 2014.

I. Origine et traitement des données	2
I.1. Structure des tableaux comptables d'IMACLIM-S.2.4.....	2
I.2. Sources statistiques, nomenclatures et manipulation des données	5
I.3. Statistiques à l'année de base (2004) et statistiques projetées (2020)	12
II. IMACLIM-S.2.4 : formulaire	23
II.1. Les comportements des agents institutionnels	24
II.1.1. Les ménages	24
II.1.2. Les sociétés.....	28
II.1.3. Les administrations publiques.....	29
II.1.4. Le reste-du-monde	34
II.2. Les arbitrages dans les systèmes productifs	34
II.3. Le fonctionnement des marchés.....	40
II.3.1. Les marchés des biens et services.....	40
II.3.2. Le marché du travail.....	41
II.3.3. Les flux de capitaux	43
II.4. Variantes du système d'équations	44
III. Modulation du système pour produire les statistiques projetées (2020)	46
III.1. Evolutions exogènes contraintes	46
III.2. Bouclage du modèle de projection	50
IV. Affectation des valeurs aux paramètres	51
IV.1. Variables, paramètres calibrés et non calibrés	52
IV.1. Affectation des valeurs aux paramètres non calibrés	60
V. Expériences numériques : définition, indicateurs et résultats	61
V.1. Définition des simulations numériques.....	61
V.2. Définition des indicateurs	63
V.3. Résultats détaillés	68

I. Origine et traitement des données

Nous donnons la structure des tableaux comptables de la version S.2.4 d'IMACLIM (section I.1), puis les éléments nécessaires à leur construction - le détail des sources de données, les correspondances entre les nomenclatures et la liste des manipulations – (section I.2), et enfin nous donnons les tableaux élaborés pour 2004, et ceux projetés à l'horizon 2020 (section I.3).

I.1. Structure des tableaux comptables d'IMACLIM-S.2.4

Le système comptable de la version S.2.4 d'IMACLIM comprend :

- les Tableaux Entrées-Sorties (TES) qui enregistrent les transactions monétaires associées aux échanges de biens et services (Table A) ;
- le Tableau Economique d'Ensemble (TEE) qui enregistre les sources, usages et échanges de revenus des agents (Table B) ;
- le Tableau Démographique qui décrit la structure de la population (Table C) ;
- les Tableaux Entrées-Sorties qui enregistrent les volumes, les prix et les coefficients d'émissions de CO₂ associés aux échanges et aux consommations d'énergies.

La définition de chacune des entrées des tableaux est précisée, ainsi que la correspondance avec les concepts du système de comptabilité nationale français (codes SNF) et le lien avec la formalisation mathématique du modèle, décrite ensuite (section I).

Table A : Tableau Entrées-Sorties d'IMACLIM-S.2.4 : description comptable des flux de biens en unité monétaire

		Branches de production - j				Codes SNF	Emplois finaux (VEF _j)				Emplois (E _j)
		1- Comp.	2- Pét. brut	3- Carbu.	4- Austr. Énerg.		VC _j	VG _j	VI _j	VX _j	
Produits - i (VC _{i,j})	1- Composite	p _{Cl,i,j} Cl _{i,j}	Matrice intersectorielle des consommations intermédiaires (valeurs des dépenses)	P2	p _{Cl} C _i	p _{G_i} G _i	p _i I _i	p _{X_i} X _i	VEF _j + Σ _j (VC _{i,j}) Valorisées aux prix d'acquisition		
	Dépenses de consommation des ménages									Dépenses de conso. des administrations	Dépenses de formation brute de capital
2- Pétrole brut											
3- Carburants											
	4- Autres énergies				P3 + P53	P3	P51	P7			
Valeur ajoutée (VA _j)	B1	w _j L _j	Rémunérations nettes (salariés & indépendants)	D1 + B3							
		τ _{CS} w _j L _j	Cotisations de sécurité sociale								
		p _K CCF _i	Valeur de la consommation de capital fixe	K1							
		τ _{VI} PD _j	Impôts moins subventions sur la production	D29 - D39							
		τ _{ENE} PD _j	Excédent net d'exploitation								
Prod. domestique (PD _j)		PD _j = Σ _i (VC _{i,j}) + VA _j		Valorisée au prix de production	P1						
Prod. importée (PM _j)		P _M M _j		Valeur totale au prix d'importation	P7						
Marges à l'aval des filières distribution et commercialisation (MA _j)		τ _{MC_i} (PD _j + PM _j)	Marges commerciales								
		τ _{MT_j} (PD _j + PM _j)	Marges de transport								
		τ _{MSE,i,j} VC _{i,j}	Marges spécifiques énergétiques (MSE) sur les ventes aux secteurs productifs								
		τ _{MSE,C,j} p _j C _j	MES sur les ventes aux particuliers								
	τ _{MSE,X,j} p _j X _j	MES sur les ventes à l'export									
Impôts moins subventions sur les produits (T _j)		[τ _{TVA,j} / (1 - τ _{TVA,j})] VEF _j	Taxe sur la valeur ajoutée	D211							
		τ _{TIPP,C_{i,j}} C _{i,j}	TIPP (branches)								
		τ _{TIPP,EF,j} CF	TIPP (consommateurs finaux)								
		τ _{TVA,j} (VC _j + VG _j + VI _j) / (1 + τ _{TVA,j})	TVA	solde D21							
	τ _{AIP,j} (VC _{i,j} + VC _j + VG _j + VI _j)	Autres impôts sur produits									
Ressources (R _j)		PD _j + PM _j + MA _j + T _j		Valorisées aux prix d'acquisition							

Table B : Tableau Economique d'Ensemble d'IMACLIM-S.2.4 : description comptable des flux de revenus en unité monétaire

Comptes nationaux	Secteurs institutionnels nationaux (S _i)			Etrangers	Opérations de répartition	Code SNF
	Sociétés (S11-12-15)	Administrations (S13)	Classes de ménages (S14 désagrégé)	Reste du monde (S2)		
Compte d'exploitation	-	-	-	$\sum_i (\rho_{M_i} M_i - \rho_{X_i} X_i)$	Valeur ajoutée nationale - PIB nominal	
	$\omega_{KS} \cdot EBE^*$	$\omega_{KG} \cdot EBE^*$	$\omega_{KH} \cdot EBE^*$	-	Solde commercial	P6 + P7
	-	-	$\omega_{Lh} \cdot \sum_i (w_j L_j)$	-	Excédent brut d'exploitation	B2
	-	$\sum_i (\tau_{CS} w_j L_j)$	-	-	Rémunérations des travailleurs	D1 + B3
	-	$\sum_i (\tau_{Vj} PD_i)$	-	-	Impôt moins subventions sur la production et fiscalité indirecte	D2 - D3
	-	$\sum_i (\tau_{TIPP,Ci,j} C_{i,j} + \tau_{MSE,X,j} p_j X_j)$	-	-	<i>Cotisations sociales</i>	D12
	-	$\sum_i [\tau_{AIP,j} \cdot (VCI_{ij} + VC_j + VG_j + VI_j)]$	-	-	<i>Imp. moins subv. sur la prod.</i>	D29-D39
-	$\sum_i [\tau_{TVA,j} (VC_j + VG_j + VI_j) / (1 + \tau_{TVA,j})]$	-	-	<i>Taxe int. sur les prod. pétroliers</i>	-	
-	-	-	-	<i>Autres impôts sur produits</i>	D122-D124	
-	-	-	-	<i>Taxe sur la valeur ajoutée</i>	D211	
Compte d'affectation	$-i_s D_s$	$-i_g D_g$	$-i_h D_h$	$\sum_k (i_k D_k)$	Revenus de la propriété	D4
Compte de distribution secondaire des revenus	-	$-\sum_h (\rho_{UH} \cdot N_{Uh})$	$\rho_{UH} \cdot N_{Uh}$	-	Revenus secondaires	
	-	$-\sum_h (\rho_{Ph} \cdot N_{Ph})$	$\rho_{Ph} \cdot N_{Ph}$	-	Transferts sociaux	D62
	-	$-\sum_h (\rho_{Ah} \cdot N_{Ah})$	$\rho_{Ah} \cdot N_{Ah}$	-	<i>Chômage</i>	
	-	$-\sum_h (T_{COMP,h})$	$T_{COMP,h}$	-	<i>Retraites</i>	
	$\omega_{ATS} \cdot A_T$	$\omega_{ATG} \cdot A_T$	$\omega_{ATh} \cdot A_T$	$\omega_{ATRDM} \cdot A_T$	<i>Autres</i>	
	$T_{IS} = -T_{IS} \cdot EBE_s$	$\sum_h (T_{IRh}) + T_{IS}$	$T_{IRh} = -T_{IRh} \cdot RDBA_h^{**}$	-	<i>Compensation taxe carbone</i>	
	-	T_{IS}	$T_h = -IPC \cdot T_{h0}$	-	Autres transferts	D7 + D9
-	$\sum_h (Th)$	-	-	Fiscalité directe	D5	
Solde des revenus	\sum	\sum	\sum	\sum	<i>Impôts sur le revenu</i>	
Compte d'utilisation des revenus	-	$\sum_i (p_{G_i} \cdot G_i)$	$(1 - \tau_{Sh}) \cdot \sum_i (p_{Ci} \cdot C_{ih})$	-	<i>Impôt sur les sociétés</i>	
Compte de capital	$FBCF_s$	$FBCF_g$	$(1 - \tau_{Sh}) \cdot RDB_h$	-	<i>Autre impôts directs</i>	
Solde des dépenses	$FBCF_s$	$CONS_g + FBCF_g$	$CONS_h + FBCF_h$	-	Revenu disponible brut (RDB)	B6
Solde des comptes courants (flux de revenus)	$RDB_s - DEF_s$	$RDB_g - DEF_g$	$RDB_h - DEF_h$	$RDB_{RDM} = \sum_k (DEF_k - RDB_k)$	Consommations (CONS)	P3
Comptes de patrimoine (Stocks de richesses)	$D_s = D_{s0} + f(CAF_s)$	$D_g = D_{g0} + f(CAF_g)$	$D_h = D_{h0} + f(CAF_h)$	$D_{RDM} = D_{RDM0} + f(CAF_{RDM})$	Formation brute de capital fixe (FBCF)	P51
					Dépenses pour emplois finaux (DEF)	
					Capacité d'autofinancement (CAF)	B9A
					Position financière nette (D) (Solde des dettes sur les créances)	F - F1

* L'excédent brut d'exploitation est égal à la somme des consommations de capital fixe, des marges nettes, des marges de transport et de commerce, et des marges spécifiques énergétiques.

** Le revenu disponible brut des ménages avant impôts est égal à leurs revenus après redistribution secondaire mais avant déduction des impôts directs.

Table C : Tableau sociodémographique d'IMACLIM-S.2.4

Variables sociodémographiques	Unités	Classes de ménages (S14 désagrégé)	Secteurs productifs (j)
Population totale	Milliers de personnes	N_h	
Effectif de retraités	Milliers de personnes	N_{Ph}	
Effectif de chômeurs	Milliers de personnes	N_{Uh}	
Effectif de travailleurs	Milliers de personnes	N_{Lh}	
Force de travail	Milliers d'équ. temps plein*		L_j
Population de ménages	Milliers de ménages	N_{Hh}	
Taille et composition des ménages	Unités de consommation**	UC_h	
Taux de cotisation sociales propre	Sans unité	T_{csh}	

* La force de travail est employée par les secteurs de production ; la mesure en équivalents temps plein permet de tenir compte du travail à temps partiel.

** Selon l'échelle d'équivalence de l'OCDE par exemple on comptabilise une unité de consommation (UC) au premier adulte du ménage, 0,5 UC aux autres personnes de 14 ans et plus, 0,3 UC aux moins de 14 ans.

1.2. Sources statistiques, nomenclatures et manipulation des données

Une telle comptabilité intégrée et cohérente des relations entre macroéconomie, environnement et distribution n'est pas encore proposée par les statisticiens. Elle résulte d'un effort pour réconcilier les statistiques énergétiques, les données provenant d'enquêtes auprès des ménages et les tableaux de synthèse de la comptabilité nationale.

Les tableaux pour la France sont construits pour une année passée (dans cet article 2004). Les sources utilisées dans cette étude sont listées dans la Table D. Les procédures d'hybridation des flux d'énergie et de désagrégation du compte des ménages¹ ont été mises en œuvre pour réconcilier ces données hétérogènes. Ce travail repose sur une double correspondance entre la nomenclature d'IMACLIM (comptabilité nationale), la nomenclature de l'enquête *Budget des familles* (Table E), et la nomenclature des bilans énergétiques de l'Agence Internationale de l'Energie (Table I). La Table J résume quant à elle les quelques autres modifications apportées aux TES et TEE publiés par l'INSEE.

¹ La version S.2.4 du modèle IMACLIM comprend en effet une description de vingt classes de ménages distingués selon leur niveau de vie économique. Dans cet article néanmoins, nous ne présentons que les résultats agrégés, obtenus pour la population.

Table D : Sources statistiques

Etape de traitement des données	Sources statistiques
Modification du TES en valeurs	Tableau Entrées-Sorties (INSEE, 2004) au niveau G (116 secteurs). Tableau d'Excédents bruts d'exploitation par branche, niveau G (INSEE, t. 4.614) Tableau de consommation de capital fixe par branche, niveau F, 16 secteurs (INSEE, t. 4.614). « Rendement fiscal des taxes sur les carburants », Annexe E 'transferts financiers' des comptes des transports, DAEI/SES (Tableau E1.2). « Rendement de la TICGN et la TIFP depuis 1996 », Observatoire de l'Energie (anciennement DGEMP).
Modification du TEE en valeurs	Tableau Economique d'Ensemble (INSEE, 2004). Compte du patrimoine des secteurs institutionnels (INSEE, t. 45004). Compte de la protection sociale, DREES (tirés de la publication « les revenus sociaux en 2004 »).
Agrégats sociodémographiques	Emploi intérieur total par branche (Nombre de personnes en "équivalent temps plein"), niveau G (INSEE, t 4.618). Population, emploi et chômage, France entière, y compris DOM (INSEE, t 1.702). Nombre de retraités : publication de la DRESS, « Les retraités en 2004 ». Nombre de ménages : données en ligne de l'Institut National d'Etude Démographique (INED).
Procédure de désagrégation des ménages	Fichiers de détail de l'enquête <i>Budget de Famille 2001</i> , diffusés par l'ADISP du Centre Maurice Halbwachs.
Procédure d'hybridation des statistiques énergétiques	Bilan énergétique de la France pour 2004 (« Energy Balances of OECD countries 2003-2004 » AIE, édition 2006, p. II.67). OE/DGEMP : « Bilan énergétique 2004 » : correction du bilan des produits pétrolier de l'AIE (données modifiées : rendement du raffinage, volumes de produits raffinés exportés, importés, soutes internationales et variations de stocks). Prix des énergies en US\$/TEP (« Energy prices and taxes » AIE, 2007, p. 349-358). Prix des énergies (base de données PEGAZE, Observatoire de l'Energie, anciennement DGEMP). Annuaire du pétrole (CPDP, 2004) : désagrégation du bilan des produits pétroliers raffinés. « La consommation de charbon du secteur résidentiel et tertiaire par usage » (OE/DGEMP d'après CEREN) : partage des volumes de charbon entre consommation intermédiaire et consommation finale. « Marché des soutes maritimes, soutes françaises et soutes étrangères » (Annuaire du pétrole (CPDP, 2004, p. C31) : répartition des volumes servant à l'avitaillement des soutes maritimes entre consommation intermédiaire et exportations. « Les véhicules utilitaires légers en 2000 » (DAEI/SES, 2002, publication Info rapides N°173) : partage des volumes de carburant entre consommation intermédiaire et consommation finale des ménages. « La consommation des fiouls lourds et domestique du secteur résidentiel et tertiaire par usage » (OE/DGEMP d'après CEREN) : partage des volumes de fioul lourd entre consommation intermédiaire et consommation finale. « La consommation de gaz de pétrole liquéfié (GPL ou butane et propane) du secteur résidentiel et tertiaire par usage » (OE/DGEMP d'après CEREN) : partage des volumes de gaz entre consommation intermédiaire et consommation finale. « La consommation de gaz naturel du secteur résidentiel et tertiaire par usage » (OE/DGEMP d'après CEREN) : partage des volumes de gaz entre consommation intermédiaire et consommation finale. « La consommation d'électricité du secteur résidentiel et tertiaire par usage » (OE/DGEMP d'après CEREN) : partage des volumes de gaz entre consommation intermédiaire et consommation finale. Coefficients d'équivalence des énergies (TEP/Unité physique de quantité) : annuaire du Comité Professionnel du Pétrole (CPDP, 2004, page A7). Coefficients d'émissions des énergies (ADEME).

Table E : Correspondance entre les nomenclatures d'IMACLIM-S.2.4, de la comptabilité nationale française et de l'enquête *Budget des Famille* (BDF)

Nomenclature IMACLIM-S.2.4	Comptabilité nationale	Tableau	Code SNF	Budget des Familles 2000-2001	Fichier	Code BDF
EBE	EBE des ménages producteurs de service de logement	TES	B2	Loyers imputés (fictifs)	MENAGE	REV81
				Loyers des logements de rapport		REV54
				Loyers de biens ou d'actifs professionnels		REV56
Revenus mixtes	EBE ou Revenu mixte - EBE	TES t.4.614	B2 ou B3 B2	Revenus d'activité indépendante	MENAGE	REV10
				Salaires auto-versés		REV11
Rémunérations nettes	Rémunération superbrute des salariés + Revenu mixte x Part des salaires nets dans le coût du travail au niveau agrégé	TES déduit TEE	D1	Salaires et autres rémunérations	MENAGE	REV20
				Revenus activités secondaires ou occasionnelles		REV21
Revenus nets de la propriété	Intérêts (Ressources R – emplois E) + Revenus distribués des sociétés (R) + Bénéfices réinvestis d'investissements directs étrangers (R) + Revenus de terrains et gisements (R-E)	TEE	D4	Intérêts de livrets d'épargne	MENAGE	REV50
				+ Intérêts d'épargne logement		REV51
				+ Intérêts et dividendes de valeurs mobilières		REV52
				+ Intérêts d'assurance-vie, épargne retraite		REV53
				+ Loyers des terres et terrains		REV55
				+ Autres revenus de l'épargne		REV59
				- Remboursements de prêts résidence principale		C13311
				- Remboursements de prêts résidence secondaire		C13321
				- Remboursements de prêts		C13331
Prestations de retraite	60,4% des « prestations sociales autres que transferts sociaux en nature » ¹	TEE	D62	Retraites	MENAGE	REV23
				+ Pensions de réversion		REV24
				+ Pré-retraites		REV25
				+Minimum-vieillesse		REV26
				+Allocations ou majorations pour tierce personne		REV27
Prestations chômage	9,8% des « prestations sociales autres que transferts sociaux en nature »	TEE	D62	Allocations chômage	MENAGE	REV22
Autres prestations sociales	29,8% des « prestations sociales autres que transferts sociaux en nature »	TEE	D62	Allocation logement et APL	MENAGE	REV01
				Allocation adultes handicapés		REV28

¹ La désagrégation des prestations sociales est construite à partir des données du compte de la protection sociale (publication de la DREES : « les revenus sociaux en 2004 »).

			Pensions d'invalidité		REV29
			Pensions d'ancien combattant		REV30
			Indemnités journalières		REV31
			Bourses d'études ou de recherche		REV32
			Solde des appelés du contingent		REV33
			RMI		REV34
			Aide sociale		REV35
			Autres ressources individualisables		REV39
			Allocations familiales		REV40
			Complément familial		REV41
			Allocation de rentrée scolaire		REV42
			Allocation pour jeune enfant		REV43
			Aide à la garde d'enfant		REV44
			Allocation parentale d'éducation		REV45
			Allocation parent isolé		REV46
			Allocation de soutien familial		REV47
			Allocation d'éducation spéciale		REV48
Nombre de personnes	Population France entière y. c. DOM	t. 1702	Nombre de personnes du ménage	MENAGE	NBPERS
Nombre de retraités	Nombre de retraités estimé par la DRESS (Publication : « les retraités en 2004 »)	-	Nombre de retraités	MENAGE	CS (modalité 7)
Nombre de chômeurs	Chômeurs France entière y. c. DOM	t. 1702	Nombre de chômeurs	MENAGE	NBCHOM
Nombre d'actifs occupés	Population active occupée France entière y. c. DOM	t. 1702	Nombre d'actifs occupés		NBACT
Nombre d'inactifs	Population - population active	t. 1702	Nombre d'inactifs	calculé	Solde
Dépenses d'achat d'énergie pour les services résidentiels	Dépenses finales de consommation des ménages ²	TES	Electricité et gaz non dissociables	CONSOMEN	C04500
			Electricité		C04511
			Gaz de ville et gaz naturel		C04521
			Hydrocarbures liquéfiés		C04522
			Combustibles liquides		C04531
			Combustibles solides		C04541
			Eau chaude et glace		C04551

² La nomenclature des secteurs-produits énergétiques est réarrangée pour ne couvrir que le champ des flux d'énergie (cf. méthode d'hybridation, chapitre 4, section 2)

Dépenses d'achat de carburants	Dépenses finales de consommation des ménages	TES		Carburants et lubrifiants		C07221
Dépenses d'achat de composite	Dépenses finales de consommation des ménages	TES		Dépense totale de consommation du ménage - dépenses d'énergie résidentielle - dépenses d'achat de carburants	CONSOMEN <i>cf. supra</i> <i>cf. supra</i>	CTOTALE
Impôts sur le revenu	Compte des administrations publiques Impôts sur le revenu	t. 7.301	D51	Impôts sur le revenu	CONSOMEN	C13141
Autres impôts directs	Compte des administrations publiques autres impôts courants	TEE	D59	Impôts et taxes de la résidence principale + Impôts et taxes de la résidence secondaire + Impôts et taxes d'un autre logement + Taxes automobile + Autres impôts et taxes	CONSOMEN	C13111 C13121 C13131 C13151 C13161
Formation brute de capital fixe	Dépenses de FBCF des ménages	TEE	P51	Gros travaux d'équipement et d'entretien de la résidence principale + Gros travaux d'entretien et d'équipement dans la RS + Gros travaux d'entretien et d'équipement dans un autre logement + Achats de logements, terrains, garages	CONSOMEN	C13211 C13221 C13231 C13411
Dette nette	Compte de patrimoine Actifs financiers (passif –actif) - or monétaire et DTS	t. 8.200	AF AF1	Découpe identique à celle des revenus nets de la propriété.		
Transferts courants nets	Indemnités d'assurance dommage +Transferts courants entre ménages + Autres transferts courants divers - Primes nettes d'assurance dommage - Transferts courants aux ISBLSM - Transferts courants entre ménages - Amendes et pénalités - Autres transferts courants divers	TEE	D72 D752 D759 D71 D751 D752 D754 D759	Sommes versées par une compagnie d'assurance + Dommages et intérêts Assurances liées au logement (proxy) Assurances liées à la santé (proxy) Assurances liées aux transports (proxy) Autres assurances (proxy) Transferts à d'autres ménages ou à une institution	MENAGE CONSOMEN	REV62 REV63 C12421 C12431 C12441 C12451 C135

Table F : Correspondance entre les nomenclatures d'IMACLIM-S.2.4 et de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE)

Nomenclature IMACLIM-S.2.4	Statistiques énergétiques (AIE)
Agrégat d'énergie résidentiel-tertiaire	Agrège les énergies transformées qui servent à la production de services énergétiques dans les bâtiments par les secteurs avec une finalité productive ou pour la consommation finale des ménages. Cet agrégat comprend du charbon, du gaz, des produits pétroliers raffinés (fioul lourd et domestique) et de l'électricité. Le détail du mix est connu pour l'année de base (2004), ainsi que son hétérogénéité selon les usages (entre secteurs productifs et ensemble des ménages). Les volumes consommés sont associés à des coefficients d'émission et des tarifs différenciés selon les consommateurs.
Agrégat de carburant	Agrège les énergies transformées qui servent à la production de services de transport routier par les secteurs pour produire ou par les ménages pour leur mobilité au moyen de véhicules particuliers. Cet agrégat comprend des produits raffinés (essences, diesel, etc.) et du « gaz naturel véhicule ». De même, le détail du mix, les coefficients d'émission et l'hétérogénéité des tarifs sont connus à l'année de base.
Agrégat de pétrole brut	Comprend les volumes de pétrole brut utilisés pour le raffinage de produits raffinés pour usages énergétiques (ces volumes ne comprennent pas les quantités servant à la production de produits à usages non énergétiques).
Production domestique d'énergie	<ul style="list-style-type: none"> - Comprend les volumes issus de la production primaire (charbon, pétrole brut, gaz naturel) et ceux issus de la transformation (raffinage de produits pétroliers, production chaleur par centrales cogènes et de cogénération). - Les écarts statistiques du bilan des produits pétroliers et les retours de produits (<i>Backflows</i>) sont affectés aux ressources en produits raffinés. - La production d'électricité correspond aux kWh totaux disponibles produits par les centrales électriques et de cogénération (sources nucléaire, hydro, géosolaire et thermique) et par les installations décentralisées (éoliennes, solaire) mais avant soustraction des pertes de distribution et des consommations propres de la branche.
Importations/exportations	Volumes importés/exportés dans/hors du territoire national.
Consommations intermédiaires d'énergies des productions de biens et services non énergétiques (Composite)	<ul style="list-style-type: none"> - Comprend l'intégralité des volumes d'énergie consommés par l'industrie, les transports autres que routiers, l'agriculture, la sylviculture et la pêche. Sont distingués les usages productifs et commerciaux des consommations de carburant et d'énergie pour usages tertiaires (chauffage-éclairage des bâtiments, production, commerce et services publics). Sont incluses les consommations non-spécifiées du bilan AIE qui comprennent celles des militaires. - Les produits pétroliers raffinés comprennent aussi la fraction des soutes maritimes internationales qui correspond à l'avitaillement des navires français ou de transporteurs pour le compte d'affréteurs français.
Consommations intermédiaires d'énergies des branches énergies	<p>Les consommations croisées des branches comprennent :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les volumes d'énergies primaires servant d'intrants dans les procédés de transformation d'énergie ; - une fraction du total des consommations des branches de production d'énergie pour leur usage propre (chauffage, pompage, traction et éclairage). <p>Les autoconsommations des branches comprennent :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la consommation d'intrants de charbon pour la transformation du charbon - les pertes de distribution et de transport pour le gaz, l'électricité et le charbon. - une fraction du total des consommations des branches de production d'énergie pour leur usage propre. - les écarts statistiques (bilans du charbon et des produits pétroliers).

Table G : Etapes du traitement des données

Principales modifications apportées au Tableau Entrées-Sorties (TES)

- La nomenclature et les valeurs des secteurs-produits énergétiques sont modifiées pour les faire correspondre aux statistiques énergétiques.
- Des matrices entrées-sorties en unité physique (quantités d'énergies en Méga tonne équivalent pétrole, MTEP) et un TES en prix moyens (Euros par MTEP) sont construites à partir des données du bilan énergétique de l'AIE et de statistiques énergétiques complémentaires. Les étapes de construction des matrices en quantités et en prix et celle de leur mise en cohérence avec le TES en valeurs constituent la procédure d'hybridation (cf. chapitre 3, section 2).
- Les marges spécifiques permettent de différencier les tarifs de base d'achats d'énergie ; elles sont calibrées à partir des équations de prix (6 à 10) de façon à reproduire les différences constatées dans les statistiques énergétiques.
- La TIPP est distinguée des autres impôts sur produits à partir des données détaillées sur les recettes fiscales des administrations.
- La valeur ajoutée des secteurs est désagrégée. Le poste « EBE ou revenu mixte » est désagrégé à partir des données sectorielles a) d'EBE, b) de consommation de capital fixe. On distingue ainsi une estimation du coût d'usure du capital productif des marges d'excédent net d'exploitation. Les revenus des entrepreneurs individuels indépendants (revenu mixte) sont agrégés à la rémunération des salariés pour constituer le poste de « rémunération du travail » d'IMACLIM. Un taux de cotisations sociales moyen tiré du TEE est utilisé pour distinguer les rémunérations nettes dans chaque secteur (sans différenciation, à défaut de données par secteur).
- Les variations de stocks sont annulées en modifiant l'activité des secteurs en conséquence (ceci au moyen d'une hypothèse de structures de coûts et de rendements constants). Le choix de ne pas représenter les stocks vient de l'horizon de moyen terme retenu, sur lequel l'effet de la réforme sur l'ajustement des stocks est négligé.
- Le passage d'une « logique de branche » à une « logique de produit » est effectué en annulant les transferts de produits fatals des branches (leurs productions secondaires). On augmente en conséquence l'activité des secteurs-produits qui reçoivent ces transferts et on diminue l'activité de ceux qui les émettent. On utilise pour cela la structure de coûts de la branche qui produit majoritairement le produit (hypothèse de « structure-produit »).
- Les dépenses de consommation des administrations agrègent les dépenses collectives, les dépenses individualisables prise en charges par la collectivité et les dépenses des associations sans but lucratif au service des ménages.
- La consommation des ménages agrège leur consommation courante et l'acquisition d'objets de valeur.

Principales modifications apportées au Tableau Economique d'Ensemble (TEE)

- Le passif a été retranché à l'actif dans chacun des comptes des secteurs institutionnels, les grandeurs agrégées des opérations de répartition correspondant donc aux soldes nets des échanges.
 - La structure des prélèvements obligatoires a été détaillée à partir du compte des administrations publiques.
 - Les transferts monétaires versés aux ménages par les administrations ont été aussi désagrégés selon trois « risques » identifiés (chômage, retraite, autres) ; les proportions sont tirées du compte de la protection sociale.
 - Le compte des ménages a été désagrégé en 20 classes de revenu à partir des données de l'enquête *Budget de Famille* de 2001 selon la méthodologie de désagrégation (cf. chapitre 4, section 3).
 - Les positions financières nettes des catégories d'agents sont tirées des comptes du patrimoine. Par convention, nous les avons exprimées en « dettes » : la valeur des passifs moins la valeur des actifs financiers (hormis l'or monétaire et DTS). La définition de ces stocks de titres correspond à la définition des transferts de revenus de la propriété (D4).
-

1.3. Statistiques à l'année de base (2004) et statistiques projetées (2020)

Nous présentons ci-dessous : 1) les tableaux comptables obtenus pour notre année de base (2004) et 2) les tableaux comptables projetés (pour l'année 2020). Les modalités du calcul de cette projection sont présentées plus loin (section III).

Table H : Statistiques à l'année de base (2004) - Tableau Entrées-Sorties

		Consommations intermédiaires (CI)				Consommations finales (CF)			Exportations	
		COMP	PETBRUT	CARB	AUTRES E	Ménages	Publiques*	Investissement		
CI	1- Composite	1 410 352	125	3 819	13 046	853 944	416 026	320 393	419 304	
	2- Pétrole brut	-	-	10 578	6 642	-	-	-	14	
	3- Carburants	13 489	-	1 089	1 125	33 958	-	-	2 132	
	4- Autres énergies	21 700	7	1 814	6 681	30 610	-	-	5 362	
Valeur ajoutée (VA)	Rémunérations nettes	631 612	39	223	4 337					
	Cotisations sociales	334 215	21	118	2 295					
	Conso. de capital fixe	208 372	5	319	4 294					
	Taxe sur la production	51 902	-4	176	1 617					
	Excédent net d'exploit.	255 514	112	366	2 618					
<i>PROD. DOMESTIQUE</i>		<i>2 927 156</i>	<i>305</i>	<i>18 502</i>	<i>42 654</i>					
IMPORTATIONS (M)		390 899	17 233	4 120	11 732					
MARGES	Commerciales	-9 881	17	5 794	4 071					
	Transport	-2 040	30	1 094	915					
	Energétiques spécifiques sur les CI		-	-	-1 436	-3 391				
			-	-	-	-2				
			-	-235	-116	-375				
			-	-147	-120	-1 774				
	E. spé. CF ménages	-	-	-5 785	10 356					
	E. spé. CF publique*	-	-	-	-					
	E. spé. exportations	-	-0	-1 418	-5 908					
TAXES sur les produits	TVA	107 444	-	7 244	4 606					
	TIPP CI	-	-	5 764	678					
	TIPP CF	-	-	17 910	414					
	Autres	23 431	30	239	2 199					

* La consommation d'énergie qui sert à la production des services publics est par convention comptabilisée dans les consommations intermédiaires de composite.

Table I : Statistiques à l'année de base (2004) - Tableau Economique d'Ensemble

	Sociétés	Administrations	Ménages	Reste du Monde
Solde commercial	-	-	-	-2 826
Excédent brut d'exploitation	286 791	41 266	133 193	-
Rémunérations nettes des travailleurs	-	-	636 210	-
Impôt moins subventions sur la production et fiscalité indirecte*				
<i>Cotisation sociales</i>	-	336 648	-	-
<i>Imp. moins subv. sur la prod.</i>	-	53 691	-	-
<i>Taxe int. sur les prod. pétroliers</i>	-	24 766	-	-
<i>Autres impôts sur produits</i>	-	25 899	-	-
<i>Taxe sur la valeur ajoutée</i>	-	119 294	-	-
Revenus de la propriété	-75 235	-36 825	111 510	550
Transferts sociaux				
<i>Chômage</i>	-	-32 063	32 063	-
<i>Retraites</i>	-	-196 569	196 569	-
<i>Autres</i>	-	-97 045	97 045	-
<i>Compensation taxe carbone</i>	-	-	-	-
Autres transferts	-17 019	-14 711	20 939	10 791
Fiscalité directe				
<i>Impôts sur le revenu</i>		129 951	-129 951	
<i>Impôt sur les sociétés</i>	-38 448	38 448		
<i>Autre impôts directs</i>		14 652	-14 652	
Revenu disponible brut (RDB)	156 089	407 402	1 082 925	8 515
Consommations (CONS)	-	416 026	918 512	-
Formation brute de capital fixe (FBCF)	171 499	51 591	97 303	0
Dépenses pour emplois finaux (DEF)	171 499	467 617	1 015 815	-
Capacité d'autofinancement (CAF)	-15 410	-60 215	67 110	8 515
Position financière nette (D) (Solde des dettes sur les créances)	1 177 322	750 844	-2 016 255	88 089

* IMACLIM-S.2.4 ne précise pas les catégories d'agents qui s'acquittent de la partie des impôts versée par les secteurs (cf. le TES). Le TEE comptabilise le total des montants reçus par les administrations ainsi que les montants acquittés directement par les agents (fiscalité directe).

Table J : Statistiques à l'année de base (2004) - Tableau des quantités d'énergie

<i>Unité : Mtep</i>	Ressources		Emplois					
	Production	Importations	Consom. Intermédiaires				Ménages	Exports
Pét. brut	1	76	-	-	47	30	-	0
Carbu.	46	14	20	-	2	2	30	7
Autr. Énerg.	84	69	59	0	4	26	38	24

Table K : Statistiques à l'année de base (2004) – Tableau des prix des énergies

<i>Unité : €/tep</i>	Ressources	Emplois					
	Importations	Consom. Intermédiaires				Ménages	Exports
Pét. brut	75,9	-	-	223	223	-	227
Carbu.	14,2	667	-	667	667	1 147	293
Autr. Énerg.	68,6	367	461	430	254	800	220

Table L : Statistiques à l'année de base (2004) – Tableau des coefficients d'émission de CO₂

<i>Unité : tCO₂/tep</i>	Consom. Intermédiaires				Ménages
Pét. brut	-	-	0,1538	0,1538	-
Carbu.	3,0909	-	3,0927	3,0910	3,1077
Autr. Énerg.	1,6549	0,4371	2,7636	2,5230	1,5496

Table M : Statistiques à l'année de base (2004) - Tableau Economique d'Ensemble désagrégé par vingtile de niveau de vie

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20
Solde commercial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Excédent brut d'exploitation	4 170	4 320	4 318	4 576	4 897	4 283	5 045	5 309	5 965	5 823	5 567	6 391	6 654	6 167	7 602	8 122	8 028	8 847	10 190	16 916
Rémunérations nettes des travailleurs	3 659	5 520	7 992	10 853	13 541	14 654	17 097	20 942	21 813	26 325	24 712	32 228	34 753	37 971	40 377	45 288	51 045	56 331	68 222	102 888
Impôt moins subventions sur la production et fiscalité indirecte*																				
<i>Cotisation sociales</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Imp. moins subv. sur la prod.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taxe int. sur les prod. pétroliers</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Autres impôts sur produits</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taxe sur la valeur ajoutée</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Revenus de la propriété	1 212	719	1 185	1 222	1 728	1 372	2 443	2 115	2 196	2 830	2 715	2 995	4 104	4 294	5 791	6 228	8 530	11 232	14 338	34 260
Transferts sociaux																				
<i>Chômage</i>	1 103	1 796	1 848	1 412	1 948	1 717	1 676	1 631	1 863	1 082	1 726	1 379	1 416	1 488	1 269	1 390	1 726	1 585	2 209	1 802
<i>Retraites</i>	2 881	4 589	5 396	6 714	6 957	6 767	8 170	7 687	9 430	8 863	9 608	9 065	9 006	10 030	11 761	12 346	12 577	15 247	16 503	22 971
<i>Autres</i>	5 717	8 267	7 600	7 382	6 968	5 956	5 772	5 920	5 242	4 843	4 312	4 189	3 297	3 470	3 303	3 540	2 807	2 289	2 528	3 644
<i>Compensation taxe carbone</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autres transferts	228	135	223	229	325	258	459	397	412	531	510	562	771	806	1 087	1 170	1 602	2 109	2 692	6 433
Fiscalité directe																				
<i>Impôts sur le revenu</i>	-1 158	-497	-535	-689	-1 592	-1 012	-1 381	-1 540	-1 977	-2 453	-2 402	-3 645	-4 435	-5 241	-6 232	-7 935	-12 109	-12 799	-18 650	-43 667
<i>Impôt sur les sociétés</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Autre impôts directs</i>	-322	-307	-348	-361	-423	-417	-537	-536	-632	-642	-600	-742	-818	-830	-873	-990	-1 025	-1 222	-1 359	-1 668
Revenu disponible brut (RDB)	17 490	24 542	27 678	31 339	34 349	33 578	38 742	41 924	44 313	47 201	46 147	52 421	54 748	58 155	64 086	69 158	73 182	83 619	96 674	143 578
Consommations (CONS)	21 884	23 155	25 215	27 201	33 969	30 007	35 789	37 773	38 274	42 991	39 522	47 452	48 194	53 240	55 089	60 621	66 189	68 535	77 119	86 293
Formation brute de capital fixe (FBCF)	1 503	1 397	1 562	944	2 501	1 240	2 416	2 787	3 174	3 765	3 516	3 575	4 172	5 178	6 040	8 795	8 967	9 343	12 178	14 251
Dépenses pour emplois finaux (DEF)	23 387	24 551	26 778	28 144	36 471	31 247	38 205	40 559	41 447	46 756	43 038	51 026	52 367	58 417	61 130	69 416	75 156	77 878	89 296	100 544
Capacité d'autofinancement (CAF)	-5 897	-9	900	3 194	-2 122	2 331	537	1 365	2 866	445	3 109	1 395	2 381	-262	2 956	-258	-1 974	5 740	7 377	43 034
Position financière nette (D) (Solde des dettes sur les créances)	-21 921	-13 001	-21 427	-22 090	-31 248	-24 804	-44 164	-38 240	-39 714	-51 165	-49 086	-54 151	-74 213	-77 648	-104 714	-112 619	-154 240	-203 088	-259 257	-619 466

V# : classes de ménages distinguées selon le niveau de vie économique défini par l'INSEE (revenu disponible courant divisé par le nombre d'unités de consommation selon l'échelle de l'OCDE)

V1 : premier vingtile (5% des ménages "les plus pauvres") ; V20 dernier vingtile (5% des ménages "les plus riches")

* IMACLIM-S.2.4 ne précise pas les catégories d'agents qui s'acquittent de la partie des impôts versée par les secteurs (cf. le TES). Le TEE comptabilise le total des montants reçus par les administrations ainsi que les montants acquittés directement par les agents (fiscalité directe).

Table O : Statistiques projetées (2020) - Tableau Entrées-Sorties

		Consommations intermédiaires (CI)				Consommations finales (CF)			Exportations	
		COMP	PETBRUT	CARB	AUTRES E	Ménages	Publiques*	Investissement		
CI	1- Composite	2 075 140	126	8 050	16 669	1 515 932	619 697	507 865	350 499	
	2- Pétrole brut	-	-	31 775	15 942	-	-	-	22	
	3- Carburants	25 908	-	2 785	1 195	76 210	-	-	3 558	
	4- Autres énergies	39 811	11	4 088	14 310	55 365	-	-	6 757	
Valeur ajoutée (VA)	Rémunérations nettes	1 092 552	47	399	6 916					
	Cotisations sociales	308 834	13	113	1 955					
	Conso. de capital fixe	330 736	6	522	6 355					
	Taxe sur la production	76 730	-4	468	2 666					
	Excédent net d'exploit.	377 747	115	974	4 315					
<i>PROD. DOMESTIQUE</i>		<i>4 327 457</i>	<i>313</i>	<i>49 174</i>	<i>70 323</i>					
IMPORTATIONS (M)		577 898	48 311	10 950	29 413					
MARGES	Commerciales	-22 911	47	15 399	7 465					
	Transport	-4 670	84	2 908	1 679					
	Énergétiques spécifiques sur les CI		0	-	-3 303	-5 306				
			0	-	-	1				
			0	-706	-354	151				
			0	-354	-152	-9 324				
	E. spé. CF ménages	0	-	-18 521	18 357					
	E. spé. CF publique*	0	-	-	-					
	E. spé. exportations	0	-0	-2 365	-5 199					
TAXES sur les produits	TVA	178 593	-	16 257	8 331					
	TIPP CI	-	-	7 330	942					
	TIPP CF	-	-	31 961	529					
	Autres	37 611	44	372	2 982					

* La consommation d'énergie qui sert à la production des services publics est par convention comptabilisée dans les consommations intermédiaires de composite.

Table P : Statistiques projetées (2020) - Tableau Economique d'Ensemble

	Sociétés	Administrations	Ménages	Reste du Monde
Solde commercial	-	-	-	305 735
Excédent brut d'exploitation	431 318	62 062	200 315	-
Rémunérations nettes des travailleurs	-	-	1 099 913	-
Impôt moins subventions sur la production et fiscalité indirecte*				
<i>Cotisation sociales</i>	-	310 915	-	-
<i>Imp. moins subv. sur la prod.</i>	-	79 860	-	-
<i>Taxe int. sur les prod. pétroliers</i>	-	40 762	-	-
<i>Autres impôts sur produits</i>	-	41 009	-	-
<i>Taxe sur la valeur ajoutée</i>	-	203 181	-	-
Revenus de la propriété	-104 016	-338 038	161 155	280 899
Transferts sociaux				
<i>Chômage</i>	-	-36 283	36 283	-
<i>Retraites</i>	-	-351 567	351 567	-
<i>Autres</i>	-	-175 450	175 450	-
<i>Compensation taxe carbone</i>	-	-	-	-
Autres transferts	-25 350	-21 913	31 189	16 074
Fiscalité directe				
<i>Impôts sur le revenu</i>	-	219 547	-219 547	-
<i>Impôt sur les sociétés</i>	-57 824	57 824	-	-
<i>Autre impôts directs</i>	-	15 104	-15 104	-
Revenu disponible brut (RDB)	244 128	107 013	1 821 220	602 709
Consommations (CONS)	-	619 697	1 647 507	-
Formation brute de capital fixe (FBCF)	268 230	76 848	162 788	-
Dépenses pour emplois finaux (DEF)	268 230	696 545	1 810 295	-
Capacité d'autofinancement (CAF)	-24 102	-589 532	10 925	602 709
Position financière nette (D) (Solde des dettes sur les créances)	1 513 171	6 273 696	-2 679 554	-5 107 313

* IMACLIM-S.2.4 ne précise pas les catégories d'agents qui s'acquittent de la partie des impôts versée par les secteurs (cf. le TES). Le TEE comptabilise le total des montants reçus par les administrations ainsi que les montants acquittés directement pas les agents (fiscalité directe).

Table Q : Statistiques projetées (2020) - Tableau des quantités d'énergie

<i>Unité : Mtep</i>	Ressources		Emplois					
	Production	Importations	Consom. Intermédiaires				Ménages	Exports
Pét. brut	1	109	-	-	74	37	-	0
Carbu.	69	18	25	-	3	1	51	7
Autr. Énerg.	106	83	75	0	7	39	47	21

Table R : Statistiques projetées (2020) - Tableau des prix des énergies

<i>Unité : €/tep</i>	Ressources		Emplois				
	Importations		Consom. Intermédiaires			Ménages	Exports
Pét. brut	442	-	-	431	431	-	440
Carbu.	608	1 028	-	1 029	1 028	1 487	542
Autr. Énerg.	355	531	669	625	364	1 168	326

Table S : Statistiques projetées (2020) - Tableau des coefficients d'émission de CO₂

<i>Unité : tCO₂/tep</i>	Consom. Intermédiaires				Ménages
Pét. brut	-	-	0,1538	0,1538	-
Carbu.	3,0849	-	3,0874	3,0874	3,0849
Autr. Énerg.	1,1863	0,4371	2,7636	2,6891	1,5129

Table T : Statistiques projetées (2020) - Tableau Economique d'Ensemble désagrégé selon les vingtiles de niveau de vie

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20
Solde commercial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Excédent brut d'exploitation	6 272	6 497	6 494	6 882	7 365	6 442	7 588	7 984	8 971	8 758	8 372	9 612	10 008	9 275	11 434	12 215	12 074	13 305	15 326	25 441
Rémunérations nettes des travailleurs	7 410	11 107	15 241	19 753	24 368	26 387	30 205	36 495	38 217	45 433	42 720	56 246	59 591	65 338	68 875	77 374	87 336	95 930	116 647	175 238
Impôt moins subventions sur la production et fiscalité indirecte*																				
<i>Cotisation sociales</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Imp. moins subv. sur la prod.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taxe int. sur les prod. pétroliers</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Autres impôts sur produits</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taxe sur la valeur ajoutée</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Revenus de la propriété	-4 650	298	1 702	4 437	-1 072	3 539	2 411	2 788	4 319	2 299	5 019	3 513	5 547	2 727	7 361	3 706	4 481	15 065	19 200	78 466
Transferts sociaux																				
<i>Chômage</i>	1 272	2 072	2 054	1 553	2 066	1 747	1 742	1 730	1 902	1 184	1 864	1 409	1 647	1 670	1 587	1 696	2 064	2 042	2 665	2 315
<i>Retraites</i>	5 153	8 208	9 651	12 009	12 443	12 104	14 612	13 748	16 866	15 851	17 184	16 212	16 107	17 939	21 036	22 081	22 495	27 269	29 515	41 084
<i>Autres</i>	10 212	14 910	13 764	13 441	12 609	10 806	10 507	10 646	9 529	8 748	7 848	7 550	5 933	6 241	5 983	6 381	5 051	4 153	4 570	6 566
<i>Compensation taxe carbone</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autres transferts	339	201	331	342	483	384	683	592	614	791	759	838	1 148	1 201	1 620	1 742	2 386	3 142	4 010	9 582
Fiscalité directe																				
<i>Impôts sur le revenu</i>	-1 587	-850	-922	-1 243	-2 551	-1 775	-2 302	-2 590	-3 388	-4 051	-4 093	-6 120	-7 390	-8 519	-10 321	-12 723	-19 064	-21 092	-30 678	-78 288
<i>Impôt sur les sociétés</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Autre impôts directs</i>	-332	-316	-359	-372	-436	-430	-554	-553	-651	-662	-618	-765	-844	-856	-900	-1 021	-1 057	-1 259	-1 401	-1 720
<i>Revenu disponible brut (RDB)</i>	24 089	42 127	47 957	56 803	55 276	59 203	64 893	70 840	76 379	78 353	79 055	88 495	91 749	95 016	106 674	111 452	115 768	138 553	159 854	258 685
Consommations (CONS)	27 798	40 667	45 342	52 206	54 902	55 344	61 862	66 541	70 000	74 070	72 100	83 354	85 018	90 094	97 496	103 020	108 988	123 237	140 038	195 432
Formation brute de capital fixe (FBCF)	2 070	2 397	2 707	1 711	4 025	2 186	4 047	4 709	5 470	6 250	6 023	6 034	6 992	8 460	10 054	14 173	14 185	15 481	20 137	25 676
<i>Dépenses pour emplois finaux (DEF)</i>	29 868	43 064	48 049	53 917	58 927	57 530	65 909	71 250	75 470	80 320	78 123	89 388	92 010	98 554	107 550	117 193	123 174	138 717	160 174	221 108
Capacité d'autofinancement (CAF)	-5 779	-938	-92	2 886	-3 651	1 673	-1 016	-410	910	-1 967	933	-893	-261	-3 538	-877	-5 742	-7 406	-164	-320	37 577
Position financière nette (D) (Solde des dettes sur les créances)	77 324	-4 954	-28 299	-73 770	17 820	-58 837	-40 091	-46 359	-71 805	-38 231	-83 444	-58 414	-92 232	-45 349	-122 393	-61 620	-74 508	-250 486	-319 244	-1 304 663

V# : classes de ménages distinguées selon le niveau de vie économique défini par l'INSEE (revenu disponible courant divisé par le nombre d'unités de consommation selon l'échelle de l'OCDE)

V1 : premier vingtile (5% des ménages "les plus pauvres") ; V20 dernier vingtile (5% des ménages "les plus riches")

* IMA CLIM-S.2.4 ne précise pas les catégories d'agents qui s'acquittent de la partie des impôts versée par les secteurs (cf. le TES). Le TEE comptabilise le total des montants reçus par les administrations ainsi que les montants acquittés directement pas les agents (fiscalité directe).

II. IMACLIM-S.2.4 : formulaire

L'architecture de statique comparative IMACLIM-S se résume à un système d'équations simultanées :

$$\left\{ \begin{array}{l} f_1(\mathbf{x}_1, \dots, \mathbf{x}_n, z_1, \dots, z_m) = 0 \\ f_2(\mathbf{x}_1, \dots, \mathbf{x}_n, z_1, \dots, z_m) = 0 \\ \dots \\ f_n(\mathbf{x}_1, \dots, \mathbf{x}_n, z_1, \dots, z_m) = 0 \end{array} \right.$$

avec :

- $\mathbf{x}_i, i \in [1, n]$, un ensemble de variables (autant que d'équations),
- $z_i, i \in [1, m]$, un ensemble de paramètres. Certains prennent des valeurs scénarisées (« non calibrés »), tandis que d'autres sont calculés (« calibrés ») pour reproduire les agrégats statistiques contenus dans les tableaux d'IMACLIM-S.2.4.
- $f_i, i \in [1, n]$, un ensemble de fonctions, dont certaines sont non linéaires en \mathbf{x}_i . Il s'agit soit d'identités comptables, toujours vérifiées, soit d'équations qui formalisent les comportements économiques.

Table U : Notations

Catégories	Notations
Grandeurs endogènes (variables)	Lettres grecques ou latines <i>grasses sans barre</i>
Grandeurs exogènes	
- Paramètres calibrés	Lettres grecques ou latines <i>maigres avec barre</i>
- Paramètres non calibrés	Lettres grecques ou latines <i>maigres sans barre</i>

Lorsqu'un paramètre calibré est indicé de 0, c'est qu'il prend la valeur qu'il lui a été affecté au calibrage pour que le modèle reproduise les statistiques pour 2004 ou 2020. Cette procédure de calibrage et plus généralement la méthode d'affectation des valeurs aux paramètres est présentée plus bas (section III).

Nous présentons d'abord la formalisation mathématique des comportements de chaque catégorie d'agents (section II.1), puis des comportements de production qui caractérisent le fonctionnement des systèmes productifs (section II.2), qu'ils soient gérés par des entrepreneurs individuels (ménages), des sociétés privées ou des administrations publiques. Enfin, nous décrivons les relations macroéconomiques qui résultent de l'interaction de ces comportements (section II.3).

II.1. Les comportements des agents institutionnels

II.1.1. Les ménages

Les vingt classes de ménages tirent leurs revenus de la rémunération de leur travail (salaires et revenus « mixtes » des indépendants), de leur capital (Excédent brut d'exploitation) et de la redistribution opérée par les administrations publiques (transferts sociaux). Ils s'acquittent de leurs impôts directs, consomment, investissent et échangent des capitaux sur les marchés financiers en fonction de leur capacité d'autofinancement : la différence entre leur épargne et leurs dépenses d'investissement. Il peut y avoir un écart entre l'épargne et l'investissement, ce qui permet de rendre compte de situations durables d'endettement ou de créances vis-à-vis des autres agents. En retour, les ménages reçoivent ou paient des revenus de la propriété financière en proportion de leur position financière nette et de l'évolution des taux d'intérêts. Les ménages font face à un taux d'intérêt distinct de celui auquel sont soumises les sociétés et les administrations, mais qui varie selon un taux directeur unique, déterminé par la règle de bouclage macroéconomique.

Démographie

A une date donnée, la population totale $\overline{N_{h0}}$ est constante, ainsi que le nombre par classe de ménages $\overline{H_{h0}}$ et d'unités de consommation $\overline{UC_{h0}}$ (selon l'échelle d'équivalence de l'OCDE). Par contre le nombre de chômeurs $N_{u,h}$, de retraités $N_{p,h}$ et d'actifs occupés $N_{l,h}$ peuvent varier. La règle qui détermine l'évolution du nombre de chômeur par classe est décrite plus bas (cf. Equation 84, page 42). Le « ratio démographique » (ratio population active $N_{A,h}$ sur population de retraités $N_{P,h}$) peut évoluer, par exemple sous l'effet du report de l'âge de départ en retraite. Dans ce cas, il est supposé que l'évolution est identique au sein de chaque classe ménage h (équation 1).

$$\frac{N_{A,h}}{N_{P,h}} = (1 + r_{DEM}) \frac{\overline{N_{A,h0}}}{\overline{N_{P,h0}}} \quad (1)$$

Dans la configuration de référence du modèle, la population active $N_{A,h}$ au sens du Bureau International du Travail (BIT) est constante, de même que le nombre $N_{P,h}$ de retraités (équation 2).

$$N_{P,h} = \overline{N_{P,h0}} \quad \text{et} \quad r_{DEM} = \overline{r_{DEM0}} \quad (2)$$

Dans les variantes, le ratio démographique peut évoluer selon un taux de variation δ_{DEM} scénarisé (équation 3) ou bien être déterminé par l'équilibre du modèle (équation 4).

$$N_{A,h} + N_{P,h} = \overline{N_{h0}} \quad \text{et} \quad r_{DEM} = \delta_{DEM} \cdot \overline{r_{DEM0}} \quad (3)$$

$$N_{A,h} + N_{P,h} = \overline{N_{h0}} \quad (4)$$

Les différentes modalités d'évolution du ratio démographique correspondent à la contrainte REPAGE de variantes de « report de l'âge légal de départ en retraite » (cf. section II.4).

Revenu disponible

$R_{DBAI,h}$ le revenu primaire brut d'une classe de ménages h est défini comme l'addition et la soustraction des termes suivants :

- Une part $\omega_{L,h}$ de la somme des revenus salariaux nets $w_i l_i Y_i$, endogène, qui dépend du nombre d'actifs occupés dans chaque classe de ménage (Equation 85, page 43).
- Une part $\overline{\omega_{K,h}}$ de la fraction des « revenus du capital » (de l'Excédent Brut d'Exploitation comptable) revenant aux ménages, EBE_H (cf. Equation 7). Les $\overline{\omega_{K,h}}$ sont exogènes, calibrés à partir de l'enquête Budget des Familles 2001 et du TEE 2004.
- Des transferts sociaux, en trois agrégats (pensions de retraite $\rho_{P,h} N_{P,h}$, allocations chômage $\rho_{U,h} N_{U,h}$, autres transferts sociaux $\rho_{A,h} \overline{N}_h$) dont le calcul repose de manière similaire sur le produit d'un revenu par tête ρ et d'une population ciblée $N_{\cdot,h}$.
- Une compensation forfaitaire directe $T_{COMP,h}$ associée à la mise en œuvre de la taxe carbone, dans le cas où elle serait prévue dans le dispositif.
- Une part exogène $\overline{\omega_{AT,h}}$ de transferts résiduels $A_{T,H}$ (qui correspondent à la somme des « autres transferts courants » et des « transferts en capital », comptes D7 et D9, du TEE).
- Un « service de la dette » $i_H D_h$ qui correspond de fait - l'écrasante majorité des classes étant créancières nettes -, à des revenus de la propriété (agrégat D4 du TEE : intérêts, revenus distribués, revenus fonciers etc.). Ce service est le produit de la dette nette des classes D_h (généralement négative), dont l'évolution est expliquée ci-dessous (Equation 12) et d'un taux d'intérêt effectif i_H endogène (cf. Equation 89, page 44).

D'où le revenu disponible avant impôt :

$$R_{DBAI,h} = \omega_{L,h} \sum_{i=1}^n w_i l_i Y_i + \overline{\omega_{K,h}} EBE_H + \rho_{P,h} N_{P,h} + \rho_{U,h} N_{U,h} + \rho_{A,h} \overline{N}_h + T_{COMP,h} + \overline{\omega_{AT,h}} A_{T,H} - i_H D_h \quad (5)$$

avec notamment $A_{T,H}$ et EBE_H définis comme des parts constantes $\overline{\omega_{ATH}}$ et $\overline{\omega_{KH}}$ de A_T (cf. Equation 88, page 43) et EBE (cf. Equation 62, page 37) :

$$A_{T,H} = \overline{\omega_{ATH}} A_T \quad (6)$$

$$EBE_H = \overline{\omega_{KH}} EBE \quad (7)$$

$R_{DB,h}$ le revenu disponible brut de la classe h est obtenu en soustrayant de $R_{DBAI,h}$ l'impôt sur le revenu $T_{IR,h}$ dont le taux est en référence supposé constant (Equation 27), et les autres impôts directs acquittés T_h qui évoluent comme l'*IPC* (Equation 28). R_h le revenu consommé de la classe h se déduit alors du revenu disponible brut par soustraction de l'épargne. Selon la règle de bouclage macroéconomique, le taux d'épargne $\tau_{S,h}$ est endogène, ou exogène, calibré selon le $\overline{R_{DB,h0}}$ et le $\overline{R_{h0}}$ de référence de chaque classe (cf. section II.3.3).

$$R_{DB,h} = R_{DBAI,h} - T_{IR,h} - T_h \quad (8)$$

$$R_h = (1 - \tau_{S,h}) R_{DB,h} \quad (9)$$

Choix d'épargne et investissement

L'investissement des ménages $FBCF_h$ (leur Formation Brute de Capital Fixe) est distinct de leur épargne, et se voit imposer la règle simple d'un ratio fixe au revenu disponible brut $\overline{\tau_{FBCF,h}}$. Comme pour le taux d'épargne, ce ratio est calibré selon la $\overline{FBCF_{h0}}$ et le $\overline{R_{DB,h0}}$ observés. La différence entre l'épargne et l'investissement donne alors CAF_h la capacité d'autofinancement (CAF) de la classe h .

$$FBCF_h = \overline{\tau_{FBCF,h}} R_{DB,h} \quad (10)$$

$$CAF_h = \tau_{S,h} R_{DB,h} - FBCF_h \quad (11)$$

L'évolution de CAF_h entre la référence et l'équilibre dérivé permet alors d'estimer l'évolution de la dette nette D_h . Le calcul se fonde sur l'hypothèse simple d'un décrochage progressif de la CAF, au fil des ans, depuis l'origine de la réforme située à t_{REF} années dans le passé.

$$D_h = \overline{D_{h0}} + \frac{t_{REF}}{2} (\overline{CAF_{h0}} - CAF_h) \quad (12)$$

Consommation

La version IMACLIM-S.2.4 décrit trois produits énergétiques (pétrole brut, carburants automobiles, autres énergies), et un bien composite, agrégat des biens et services non énergétiques. Les ménages ne consommant pas de pétrole brut, l'arbitrage de leur demande se résume à une consommation de carburants automobiles $C_{CARB,h}$, une consommation d'autres énergies $C_{RES,h}$ (énergie résidentielle), et une consommation de composite $C_{COMP,h}$.

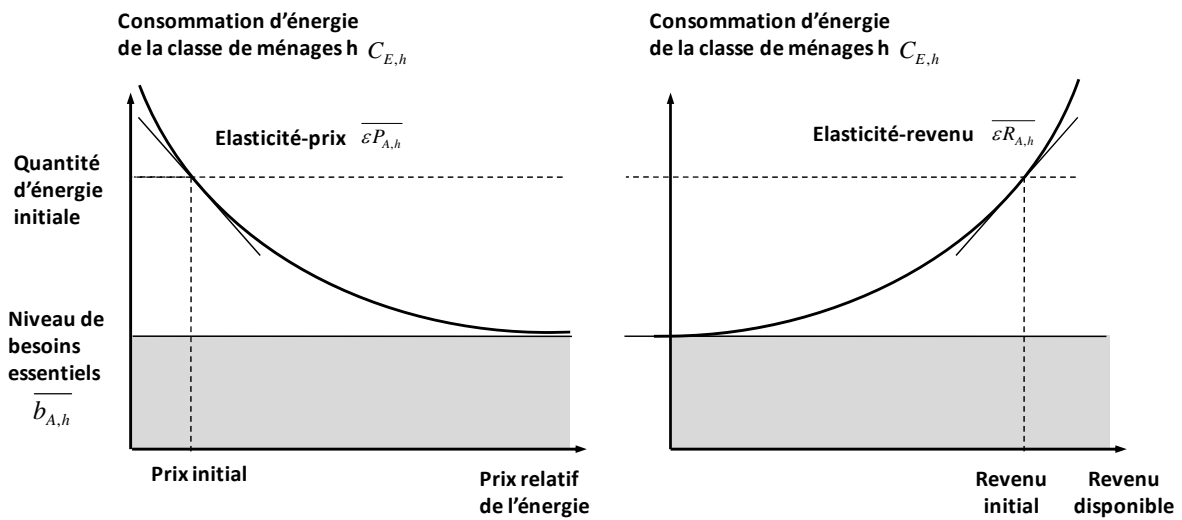
Les consommations énergétiques des ménages sont contraintes par des niveaux de besoins contraints (essentiels), étant donné le temps fini t_{REF} de développement des réformes analysées. Par ailleurs, $C_{CARB,h}$ et $C_{RES,h}$, les consommations énergétiques des ménages, ont été définies sans recours à une fonction d'utilité explicite¹, comme la somme d'un besoin de base exogène, commun à

¹ Aucune hypothèse d'agent représentatif n'est faite. Les ajustements décrits ne supposent pas l'homogénéité des objectifs ou des contraintes à partir desquels les agents forment leurs choix de consommation. Seuls sont supposés l'existence 1) d'une sensibilité

l'ensemble des classes, et d'une consommation au-delà de ce besoin qui varie avec le revenu consommé réel et le prix relatif de l'agrégat d'énergie, selon deux valeurs d'élasticités (respectivement, $\sigma_{Cr,i,h}$ et $\sigma_{CP,i,h}$) :

$$\forall i \in [\text{CARB}, \text{RES}], C_{i,h} = \beta_{i,h} \overline{C_{i,h0}} + (1 - \beta_{i,h}) \left(\frac{P_{C,i}}{\text{IPC}} \frac{1}{P_{C,i0}} \right)^{\sigma_{CP,i,h}} \left(\frac{R_h}{\text{IPC}} \frac{1}{R_{h0}} \right)^{\sigma_{Cr,i,h}} \overline{C_{i,h0}} \quad (13)$$

Où $\beta_{i,h}$ représente la part de la consommation de référence de la classe h correspondant à un besoin essentiel, et avec les prix indicés comme les consommations qu'ils valorisent.



Possibilités d'ajustement des consommations d'énergie des ménages

$C_{COMP,h}$ la demande en bien composite de la classe h est alors simplement définie par le solde de son revenu consommé, ce qui revient à imposer la saturation de la contrainte budgétaire.

$$P_{C,COMP} C_{COMP,h} = R_h - P_{C,CARB} C_{CARB,h} - P_{C,RES} C_{RES,h} \quad (14)$$

Dans l'article, les comportements des classes de ménages sont supposés homogènes². Les élasticités des classes sont toutes identiques :

$$\forall h \in [1, m], \quad \sigma_{Cr,i,h} = \sigma_{Cr,i} \quad \text{et} \quad \sigma_{CP,i,h} = \sigma_{CP,i} \quad (15)$$

et les niveaux de besoins essentiels sont également identiques :

positive de la consommation d'énergie aux revenus, 2) d'une sensibilité négative aux prix, et 3) d'une quantité d'énergie insensible, obligatoire à l'horizon considéré, en raison de l'inertie des stocks d'équipement, d'habitat et des localisations.

² Rappelons que ceci ne veut pas dire que les réactions à la taxe carbone sont identiques. Si les équations et le paramétrage exogène des comportements de consommation des classes sont identiques, les paramètres calibrés (les niveaux de consommation et de revenus initiaux) sont différents. Les ménages plus « pauvres » ont une consommation plus proche initialement du niveau de besoins essentiels, leur consommation est donc plus rapidement contrainte.

$$\forall h \in [1, m], \quad \beta_{hi} = \beta_i \quad (16)$$

Enfin, la taxe carbone induit une diminution linéaire du coefficient d'émissions $\gamma_{CF,i}$ de l'agrégat d'énergie résidentiel (en supposant ces émissions nulles à 600€/tCO₂) :

$$\text{Pour } i = \text{RES}, \quad \gamma_{CF,i} = \max \left(\delta_{TPH} \left(1 - \frac{t_{CF}}{600} \right) \overline{\gamma_{CF,i0}} ; 0 \right) \quad (17)$$

On considère implicitement qu'à un tel niveau, la substitution pour les usages tertiaires de l'électricité aux énergies fossiles serait totale.

II.1.2. Les sociétés

L'unique fonction des sociétés est de produire mais elles peuvent aussi contribuer à la détermination du partage des richesses produites, en incluant à cela les choix d'autofinancement. Elles tirent leur revenu d'une fraction de l'excédent brut d'exploitation, s'acquittent de l'impôt sur les sociétés, investissent et échangent des capitaux sur les marchés financiers, mais elles ne consomment pas pour elles-mêmes. Comme les ménages, elles empruntent (ou prêtent) des capitaux et en retour échangent des revenus de la propriété financière en versant (ou recevant) des dividendes et des intérêts en fonction de leur position financière nette.

Revenu disponible

De manière analogue à celui des ménages R_{DBS} le revenu disponible brut des sociétés est défini comme l'addition ou la soustraction :

- d'une part exogène ω_{KS} des revenus du capital *i.e.* de l'**EBE** (cf. Equation 62, page 37),
- d'un « service de la dette » (intérêts, dividendes) $i_S D_S$, fortement positif en référence (les sociétés sont endettées), calculé sur un taux i_S évoluant comme i_H (Equation 89, page 44),
- d'un montant d'impôt sur les sociétés T_{IS} ,
- et d'une part exogène $\overline{\omega_{ATS}}$ des autres transferts A_T , qui sont supposés constituer une part fixe du PIB (Equation 88, page 43).

$$R_{DBS} = \overline{\omega_{KS}} EBE - i_S D_S - T_{IS} + \overline{\omega_{ATS}} A_T \quad (18)$$

Autofinancement des sociétés

Le ratio de la FBCF des sociétés à ce RDB est supposé constant : $\overline{\tau_{FBCF,S}}$; comme pour les ménages et conformément à la comptabilité nationale, la CAF découle alors de la différence entre le

R_{DBS} et la $FBCF_S$. La dette nette des sociétés est calculée à partir de la CAF selon le même raisonnement que celui appliqué aux ménages.

$$FBCF_S = \overline{\tau_{FBCF,S}} R_{DBS} \quad (19)$$

$$CAF_S = R_{DBS} - FBCF_S \quad (20)$$

$$D_S = \overline{D_{S0}} + \frac{t_{REF}}{2} (\overline{CAF_{S0}} - CAF_S) \quad (21)$$

II.1.3. Les administrations publiques

Les administrations regroupent les administrations d'État, les collectivités territoriales et la fonction publique hospitalière. Elles consomment, investissent et échangent des capitaux sur les marchés financiers comme les ménages, mais organisent aussi les finances publiques et la redistribution des revenus en suivant un certain nombre de règles budgétaires et fiscales. Par convention comptable, les administrations ne consomment que du bien composite, la consommation d'énergie pour la production de service public est contenue dans les consommations intermédiaires en énergie du secteur de production de bien composite.

L'état des finances publiques est synthétisé par la contrainte budgétaire des administrations qui met en regard les sources de revenu (essentiellement les recettes des prélèvements obligatoires et l'excédent brut d'exploitation des entreprises publiques ou sous contrôle public) avec les postes de dépense (consommation et investissement publics, transferts sociaux). Le compte public présentera donc généralement un certain niveau de déficit ou d'excédent courant.

Il est possible de simuler une grande diversité d'ajustement des finances publiques. Les modalités se distinguent entre elles et par rapport à la gestion de référence par la « clôture » du compte public, c'est-à-dire le jeu de variables d'ajustement et les contraintes qui définissent les objectifs (les règles de gestion).

Domaines	Contraintes (règles de gestion)	Variables d'ajustement
Dispositif de fiscalité carbone	Taux de taxe carbone ; modalité de recyclage ; règle de « neutralité budgétaire », système de compensation, d'exonération.	Taux de prélèvement(s) obligatoire(s) (PO) désigné(s) pour le recyclage des recettes ; niveau des compensations.
Gestion des finances publiques	Règle d'évolution des dépenses publiques (consommation et investissement) ; cible de désendettement ou de contrôle des déficits ; indexation des prestations sociales.	Taux de PO désigné(s) en cas d'ajustement des recettes ; déficits ou niveau des dépenses en cas de constance des taux de fiscalité.
Autres réformes	Financement des dépenses des régimes de retraite.	Report de l'âge légal de départ en retraite ; taux de PO désigné(s) ; niveau des dépenses publiques.

Remarque : certaines règles de gestion sont incompatibles avec d'autres. La formalisation des contraintes et les différentes modalités de bouclage du compte public sont résumées et détaillées dans l'annexe technique (cf. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, page **Erreur ! Signet non défini.**).

Modalités alternatives de gestion des finances publiques

Prélèvements obligatoires et modes de gestion des finances publiques

Les prélèvements obligatoires constituent la majorité des ressources des administrations publiques. Le system fiscal se compose d'un prélèvement déduit des subventions sur la production T_Y , d'une accise sur l'énergie (taxe intérieure sur les produits pétroliers, T_{TIPP}), d'autres impôts sur les produits et services T_{AIP} , d'une taxe sur la valeur ajoutée T_{TVA} , d'un impôt sur les sociétés T_{IS} , d'un impôt sur le revenu des ménages $T_{IR,h}$, et d'autres impôts directs sur les ménages T_h , des cotisations sociales sur les salaires T_{CS} , et dans le cas où elle est simulée, une taxe carbone T_{CARB} . Les différents produits fiscaux qui en découlent se définissent par application de ces taux à leur assiette respective :

$$T_Y = \sum_{i=1}^n \overline{\tau_{Y,i}} p_{Y,i} Y_i \quad (22)$$

$$T_{TIPP} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \overline{t_{TIPP_{CI},j}} \alpha_{ji} Y_i + \sum_{i=1}^n \overline{t_{TIPP_{CF},i}} (C_i + G_i + I_i) \quad (23)$$

$$T_{AIP} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \overline{t_{AIP,j}} \alpha_{ji} Y_i + \sum_{i=1}^n \overline{t_{AIP,i}} (C_i + G_i + I_i) \quad (24)$$

$$T_{TVA} = \sum_{i=1}^n \frac{\overline{\tau_{TVA,i}}}{1 + \overline{\tau_{TVA,i}}} (p_{C,i} C_i + p_{G,i} G_i + p_{I,i} I_i) \quad (25)$$

$$T_{IS} = \overline{\tau_{IS}} EBE_S \quad (26)$$

$$T_{IR,h} = \tau_{IR,h} R_{DBAI,h} \quad (27)$$

$$T_h = IPC \overline{T_{h0}} \quad (28)$$

$$T_{CS} = \tau_{CS} \sum_{i=1}^n w_i l_i Y_i \quad (29)$$

$$T_{CARB} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \overline{t_{CI}} \gamma_{CI,j} \alpha_{ji} Y_i + \sum_{i=1}^n \overline{t_{CF}} \gamma_{CF,i} C_i, \quad (30)$$

T désigne la somme des prélèvements obligatoires :

$$T = T_{CS} + T_Y + T_{TIPP} + T_{AIP} + T_{TVA} + T_{IS} + \sum_{h=1}^m T_{IR,h} + \sum_{h=1}^m T_h + T_{CARB} \quad (31)$$

En l'absence de réforme fiscale, les autres taux de prélèvement sont fixes (option AFC).

$$\forall k \in \{CS, TVA, \dots\} \text{ et } k \notin \{RECYCL\}, \quad \tau_k = \overline{\tau_{k0}} \quad (32)$$

Lorsqu'une réforme est simulée, une contrainte sur le niveau d'endettement public est imposée (cette contrainte correspondant à l'objectif de financement des retraites). Les taux de taxe

désignés dans le dispositif de réforme s'ajustent pour respecter cette contrainte. La baisse du ratio de la dette publique au PIB requis est atteint (δ_{DP} exprimé en pourcentage de réduction).

$$\frac{D_G}{PIB} = (1 - \delta_{DP}) \frac{\overline{D_{G0}}}{\overline{PIB_0}} \quad (33)$$

Ces différentes modalités de politique budgétaire correspondent à la contrainte FINPUB de variantes de gestion des finances publiques (cf. section II.4).

Dans le cas où la règle budgétaire retenue demande l'ajustement d'une ressource ou d'une dépense publique, il est nécessaire de définir une modalité d'ajustement³ (le ou les taux de taxe, le niveau des dépenses, etc.) Les différentes modalités d'ajustement du compte public correspondent à la contrainte AJUST de variantes de gestion des finances publiques (cf. section II.4).

Modalités du dispositif de fiscalité carbone

Chaque dispositif de fiscalité carbone est défini par (i) le champ d'application de la taxe (ménages, systèmes productifs, délimitation due à des exonérations diverses, etc.), (ii) les taux de taxe t_C (sur les systèmes productifs) et t_{CF} (sur les ménages) atteints au terme de l'horizon temporel considéré, (iii) les modalités d'affectation des recettes de la taxe qui peuvent combiner le financement (a) de compensations forfaitaires directes aux ménages ou aux entreprises, (b) d'une résorption des déficits publics ou d'une hausse des dépenses publiques de consommation ou d'investissement, (c) de la baisse de prélèvements obligatoires existants.

Dans cet article, nous considérons une taxe imposée à l'ensemble des ménages et des entreprises, sur le contenu carbone de toutes les consommations d'énergie, sans compensations forfaitaires. Seule la modalité d'affectation des recettes peut changer. Les recettes peuvent soit ne pas être recyclées (ie. affectées directement à la résorption des déficits publics), soit être recyclée en finançant une baisse des cotisations sociales.

Champ d'application de la taxe

La taxe couvre l'ensemble des émissions de CO₂ nationales, qu'elle soient dues aux secteurs productifs ou aux ménages (taxe universelle); **CHAMTC**_{Cl,i} (émissions des consommations intermédiaires d'énergie) et **CHAMTC**_{CF} (émissions des consommations finales d'énergie) prennent donc la valeur 1 dans les équations suivantes :

$$t_{Cl,i} = t_C \cdot \text{CHAMTC}_{Cl,i} \quad (34)$$

$$t_{CF} = t_C \cdot \text{CHAMTC}_{CF} \quad (35)$$

³ L'option AFC ne demande pas de spécifier de modalité d'ajustement. Par définition, le compte public peut s'ajuster librement par le niveau des déficits publics, sauf dans les cas très particuliers où l'évolution des dépenses compenserait spontanément l'évolution des recettes des administrations publiques.

$$CHAMTC_{CF} = CHAMTC_{cl,i} = 1 \quad (36)$$

Système de compensations directes

Aucune compensation directe des ménages ou des systèmes productifs n'est mise en œuvre :

$$T_{COMP,h} = 0 \quad (37)$$

$$T_{COMP,i} = 0 \quad (38)$$

Modalité d'usage des recettes carbone

Deux modalités d'usage des recettes sont simulées :

- *Aucun recyclage*, ce qui revient à maintenir tous les taux de fiscalité constants sauf ceux qui servent le cas échéant à ajuster le budget public (les éléments de l'ensemble AJUST). Dans ce cas, les recettes de la taxe carbone sont affectées comme les autres prélèvements obligatoires au budget général des administrations publiques.

$$\forall k \in \{CS, TVA, \dots\} \text{ et } k \notin \{AJUST\}, \quad \tau_k = \overline{\tau_{k0}} \quad (39)$$

- Une *baisse des cotisations sociales* :

$$T_{CS} = \overline{\tau_{CS0}} \sum_{i=1}^n w_i l_i Y_i - \left[T_{CARB} - \sum_h T_{COMP,h} - \sum_i T_{COMP,i} \right] \quad (40)$$

Les différentes modalités d'usage des recettes correspondent à une même contrainte RECYCL de variantes de dispositif (cf. section II.4).

Revenu disponible

Comme pour les ménages et les sociétés, le revenu disponible brut des administrations publiques R_{DBG} est composé de la somme des prélèvements obligatoires T et de parts exogènes $\overline{\omega_{KG}}$ de l'EBE et $\overline{\omega_{ATG}}$ des « autres transferts » A_T , dont on soustrait les dépenses publiques $p_G G$, les transferts sociaux R_P , R_U et R_A , ainsi que le service de la dette $i_G D_G$:

$$R_{DBG} = T + \overline{\omega_{KG}} EBE + \overline{\omega_{ATG}} A_T - \sum_{i=1}^n p_{G,i} G_i - R_P - R_U - R_A - i_G D_G \quad (41)$$

Dépenses, investissement et transfert

Les dépenses publiques $p_G G$ suivent l'évolution de la richesse nationale ; elles sont supposées constituer une part constante du PIB :

$$\frac{\sum_{i=1}^n p_{G,i} G_i}{PIB} = \frac{\sum_{i=1}^n \overline{p_{G,i0}} \overline{G_{i0}}}{\overline{PIB_0}}, \quad (42)$$

Les transferts sociaux R_P , R_U et R_A sont la somme sur l'ensemble des classes de ménages h des transferts par classe définis plus haut comme composantes du revenu disponible brut avant impôt des classes, $R_{DBAI,h}$ (Equation 5) :

$$R_P = \sum_{h=1}^m N_{P,h} \rho_{P,h} \quad (43)$$

$$R_U = \sum_{h=1}^m N_{U,h} \rho_{U,h} \quad (44)$$

$$R_A = \sum_{h=1}^m \overline{N_h} \rho_{A,h}, \quad (45)$$

sachant que les transferts par tête ρ_P , ρ_U et ρ_A sont indexés sur le salaire moyen :

$$\forall K \in [P, U, A], \forall h \in [1, m] \quad \rho_{K,h} = \frac{w}{w_0} \overline{\rho_{K,h0}} \quad (46)$$

Enfin, le taux i_G auquel les intérêts de la dette D_G sont servis suit une même évolution que i_H et i_S (équation 89, page 44).

L'investissement public $FBCF_G$, comme les dépenses $p_G G$, est supposé constituer une part constante du PIB. Soustrait au RDB, il donne la CAF, qui détermine l'évolution de la dette D_G :

$$\frac{FBCF_G}{PIB} = \frac{\overline{FBCF_{G0}}}{\overline{PIB_0}} \quad (47)$$

$$CAF_G = R_{DBG} - FBCF_G \quad (48)$$

$$D_G = \overline{D_{G0}} + \frac{t_{REF}}{2} (\overline{CAF_{G0}} - CAF_G) \quad (49)$$

Dans les simulations, il est possible de faire évoluer le niveau des volumes de consommation et d'investissement publics en ajustant le taux de variation $r_{G,FBCFH}$ pour respecter la cible de contrôle des déficits publics :

$$G_i = (1 + r_{G,FBCFH}) \overline{G_{i0}} \quad \text{et} \quad \frac{FBCF_G}{P_{L,i}} = (1 + r_{G,FBCFH}) \frac{\overline{FBCF_{G0}}}{\overline{P_{L,i0}}} \quad (50)$$

Dans ce cas, le taux de variation $r_{G,FBCFH}$ est une variable calculée par le modèle.

II.1.4. Le reste-du-monde

Le reste-du-monde a un comportement « passif » dans le modèle, c'est-à-dire qu'aucune équation ne lui attribue une quelconque rationalité économique. Mais un comportement lui est attribué de facto à travers la description des marchés des biens et services et des marchés financiers. Les échanges commerciaux avec la France sont réglés par le ratio entre le prix des biens mondiaux et le prix français sous deux hypothèses : d'une part, celle d'un taux de change constant, car la France, appartenant à l'union monétaire européenne, ne dispose pas des instruments de la politique monétaire ; et d'autre part, l'hypothèse que les prix des biens étrangers ne sont pas affectés par les évolutions nationales : la France est un petit pays à l'échelle des marchés mondiaux. Quant aux flux de capitaux, le reste-du-monde offre/reçoit les montants souhaités par les agents français.

II.2. Les arbitrages dans les systèmes productifs

Le comportement des systèmes productifs détermine les arbitrages techniques du côté des secteurs de production, les choix de tarification et les décisions d'investissement.

Les arbitrages techniques

La modélisation des choix techniques dans les systèmes productifs suit le même principe que celle des choix de consommation des ménages. Elle formalise un comportement de minimisation des coûts unitaires de production sous une contrainte de possibilités techniques à l'horizon de l'analyse. On remarquera qu'au niveau d'agrégation retenu, les arbitrages relatifs à la production de bien composite ne décrivent pas seulement les choix techniques à une échelle microéconomique ou sectorielle (c'est-à-dire l'adoption de nouvelles technologies, de procédés de production), ils représentent l'induction d'un changement structurel de l'économie : l'importance relative des secteurs d'activité, la disparition et la création de filières⁴.

Les ajustements techniques sont décrits par un jeu de six fonctions de demande d'intrants (trois consommations intermédiaires énergétiques, une consommation intermédiaire non énergétique, du travail et du capital). Cette description comprend trois spécificités importantes :

- Une distinction entre la valeur réelle de la productivité marginale du « capital machine » (le stock d'outils physiques de production, le « capital fixe ») et la rémunération de la propriété du capital (la « marge » ou l'« excédent net d'exploitation », dégagé(e) une fois le travail rémunéré et les impôts acquittés). Cette distinction conduit à introduire dans l'équation de prix le coût de

⁴ Au niveau du secteur de production de bien composite, l'« *innovation possibility curve* » au sens d'Ahmad (1966) définit une frontière de production agrégée à l'horizon de moyen terme considéré (cf. Ghersi et Hourcade, 2006). Les ajustements aux variations de prix synthétisent non seulement une croyance sur le niveau d'inertie des capacités installées à une échelle microéconomique (hypothèse « *putty-clay* » de Johansen, 1959), mais aussi toutes les croyances qui portent sur les potentiels de substitution disponibles à d'autres échelles.

l'amortissement du capital, comme valorisation de la consommation réelle de capital fixe, lui-même constitué de l'accumulation passée en bien composite (investissement)⁵.

- Un changement technique induit et un moteur de croissance endogène. Les consommations unitaires d'intrant de chaque secteur diminuent avec leur prix relatif, selon une élasticité de substitution donnée, et avec le niveau d'investissement, selon un taux de progrès technique endogène (« learning-by-doing » de Arrow, 1962) ; elles augmentent avec le niveau de production, selon un coefficient de décroissance des rendements « statiques » (cette décroissance reflète les limites de capacité productive du capital installé).

- Des potentiels de substitution contraints. Comme pour les consommations finales des ménages, l'efficacité du signal-prix introduit par la politique climatique est limitée par un certain niveau d'inerties techniques. De même, ces inerties sont synthétisées par des asymptotes techniques, limitant les potentiels de substitution à l'horizon d'analyse et renvoyant à des niveaux de consommation minimaux d'intrants, insensibles aux prix. En conséquence, l'élasticité de substitution diminue également au fur et à mesure que les consommations unitaires d'intrants se rapprochent de ces asymptotes.

La minimisation des coûts unitaires de production débouche sur une formulation des consommations unitaires de facteurs secondaires α_{ji} , de travail l_i et de capital k_i qui s'écrit comme la somme de la valeur plancher, et d'une consommation au-delà de cette valeur, où l'on retrouve l'expression connue des demandes conditionnelles de facteurs d'une fonction de production CES d'élasticité σ (dont les coefficients $\overline{\lambda_{ji0}}$, $\overline{\lambda_{L,i0}}$ et $\overline{\lambda_{K,i0}}$ sont calibrés à l'équilibre de référence).

$$\alpha_{ji} = \frac{\Theta_i}{\Phi_i} \left[\beta_{ji} \overline{\alpha_{ji0}} + \left(\frac{\overline{\lambda_{ji0}}}{P_{Cl,ji}} \right)^\sigma \left(\sum_{j=1}^n \overline{\lambda_{ji0}}^\sigma P_{Cl,ji}^{1-\sigma} + \overline{\lambda_{L,i0}}^\sigma P_{L,i}^{1-\sigma} + \overline{\lambda_{K,i0}}^\sigma P_K^{1-\sigma} \right)^{\frac{1}{\rho}} \right] \quad (51)$$

$$l_i = \frac{\Theta_i}{\Phi_i} \left[\beta_{L,i} \overline{l_{i0}} + \left(\frac{\overline{\lambda_{L,i0}}}{P_{L,i}} \right)^\sigma \left(\sum_{j=1}^n \overline{\lambda_{ji0}}^\sigma P_{Cl,ji}^{1-\sigma} + \overline{\lambda_{L,i0}}^\sigma P_{L,i}^{1-\sigma} + \overline{\lambda_{K,i0}}^\sigma P_K^{1-\sigma} \right)^{\frac{1}{\rho}} \right] \quad (52)$$

$$k_i = \frac{\Theta_i}{\Phi_i} \left[\beta_{K,i} \overline{k_{i0}} + \left(\frac{\overline{\lambda_{K,i0}}}{P_{K,i}} \right)^\sigma \left(\sum_{j=1}^n \overline{\lambda_{ji0}}^\sigma P_{Cl,ji}^{1-\sigma} + \overline{\lambda_{L,i0}}^\sigma P_{L,i}^{1-\sigma} + \overline{\lambda_{K,i0}}^\sigma P_K^{1-\sigma} \right)^{\frac{1}{\rho}} \right], \quad (53)$$

avec par commodité d'écriture :

$$\rho = \frac{\sigma - 1}{\sigma} \quad (54)$$

⁵ La valeur comptable de l'amortissement, la niveau de consommation de capital fixe, sert ici d'approximation de l'investissement cumulé.

Cette somme est toutefois modifiée par la prise en compte conjuguée de coefficients de rendements décroissants statiques Θ_i et de progrès techniques endogènes Φ_i . Les rendements décroissants statiques Θ_i sont supposés s'ajuster aux volumes produits selon des élasticités $\sigma_{\Theta,i}$ définies de manière à tenir l'hypothèse d'une tarification au coût marginal. Le coefficient Φ_i traduit l'hypothèse d'un progrès technique endogène neutre au sens de Hicks ; il est élastique à la variation du volume de consommation de capital fixe retenue comme une approximation de celle de l'investissement cumulé. Dans cet article, Φ_i a été neutralisé (identique à 1).

$$\Theta_i = \left(\frac{Y_i}{Y_{i0}} \right)^{\sigma_{\Theta,i}} \quad (55)$$

$$\sigma_{\Theta,i} = \frac{\pi_{i0}}{1 - \pi_{i0}} \quad (56)$$

$$\Phi_i = \left(\frac{k_i Y_i}{k_{i0} Y_{i0}} \right)^{\sigma_{\Phi,i}} \quad (57)$$

Soulignons à nouveau que le « prix du capital » p_K qui entre dans les arbitrages de la production est *stricto sensu* le prix du « capital machine », donc une simple somme pondérée des prix à l'investissement des différents biens immobilisés (cf. plus bas, équation 75), sans lien avec les taux d'intérêt pratiqués sur les marchés financiers : d'un côté les arbitrages de la production sont pratiqués sur le strict coût des intrants, parmi lesquels celui du capital physique k_i (calibré sur les consommations de capital fixe du TES) ; d'un autre côté, indépendamment de cet arbitrage, l'exploitation et une règle d'autofinancement de l'investissement (**FBCF_s**, Equation 19) débouchent sur une variation des positions financières D_s , dont le service n'est pas supposé peser sur l'intrant capital physique plus que sur les autres intrants.

La taxe carbone induit une diminution linéaire du coefficient d'émissions $\gamma_{cl,ij}$ pour la consommation d'énergie tertiaire dans la production de composite sous l'hypothèse que ces émissions sont nulles lorsque la taxe atteint le niveau de 600€/tCO₂. On considère implicitement qu'à un tel niveau, la substitution pour les usages tertiaires de l'électricité aux énergies fossiles serait totale. Cette hypothèse est similaire à celle faite sur l'évolution du coefficient d'émission des ménages due à la consommation de l'agrégat d'autres énergies qui sert aux usages résidentiels (Equation 17).

$$\text{Pour } i = \text{RES et } j = \text{COMP, } \gamma_{cl,ij} = \max \left(\delta_{TPS} \left(1 - \frac{t_{cl}}{600} \right) \overline{\gamma_{cl,ij0}} ; 0 \right) \quad (58)$$

Les choix de tarification et les prix d'acquisition

La concurrence oligopolistique entre les entreprises domestiques et avec les concurrents étrangers est prise en compte simplement dans la formation du prix de production en appliquant un taux de marge qui introduit un écart entre les prix et les coûts moyens de production (« markup

pricing »). Cette règle de tarification est cohérente avec l'hypothèse d'imperfection de concurrence sur les marchés des biens et services retenue dans notre cahier des charges. Elle suppose l'existence de pouvoirs de marché en fonction desquels les entreprises peuvent intervenir sur le niveau prix

$p_{Y,i}$ le prix à la production domestique du bien i est calculé à partir de la structure de coût pour la production du bien i , définie comme la somme des consommations intermédiaires, du coût du travail, du coût du capital, d'un impôt sur la production et d'un taux de marge (excédent net d'exploitation) :

$$p_{Y,i} = \sum_{j=1}^n p_{CI,j} a_{ji} + p_{L,i} l_i + p_K k_i + \overline{\tau_{Y,i}} p_{Y,i} + \pi_i p_{Y,i} \quad (59)$$

Le coût du travail facteur de production est égal aux salaires nets w_i augmentés des cotisations sociales salariales et patronales selon un taux unique τ_{CS} (non différencié par production) :

$$p_{L,i} = (1 + \tau_{CS}) w_i \quad (60)$$

Dans cet article, le taux de marge de chaque secteur est constant et calibré sur les données du TES l'année de base.

$$\pi_i = \overline{\pi_{i,0}} \quad (61)$$

L'Excédent Brut d'Exploitation (**EBE**) du secteur i découle des arbitrages techniques, de la règle qui détermine le taux de marge π_i , ainsi que du taux de marge spécifiques τ_{MS} constants :

$$EBE = \sum_{i=1}^n (p_{K,i} k_i Y_i + \pi_i p_{Y,i} Y_i) + M_S \quad (62)$$

L'EBE correspond à la rémunération du capital et constitue un revenu que les agents se partagent en parts constantes calibrées à partir des tableaux à l'année de base (2004).

Chaque agrégat d'énergie est vendu aux catégories d'agents à des prix hors taxe différenciés, ce qui permet de tenir compte de différences de qualité (types de produits énergétiques) et de l'hétérogénéité des contrats d'approvisionnement (volumes, fréquences, etc.). Des « marges spécifiques » sont donc appliquées pour différencier ces prix. Etant donné que la valeur totale des énergies tirée des statistiques énergétiques ne correspond pas à la valeur totale des activités correspondantes dans les comptes nationaux, ces marges ne se compensent pas totalement. Leur somme M_S n'est donc pas nulle :

$$M_S = \sum_i \sum_j \overline{\tau_{MSCI,ij}} p_i a_{ij} Y_j + \left(\overline{\tau_{MSC,i}} p_i C_i + \overline{\tau_{MSG,i}} p_i G_i + \overline{\tau_{MSI,i}} p_i I_i + \overline{\tau_{MSX,i}} p_i X_i \right) \quad (63)$$

Les prix d'acquisition (pour la consommation finale, l'investissement, les exportations) sont une moyenne pondérée des prix de production domestiques précédents et des prix des

importations, auxquels sont appliqués les taux de fiscalité indirecte, ainsi que des taux de marges pour le transport et la commercialisation des produits.

$p_{M,i}$ le prix du bien i importé est supposé invariant. Plus précisément, l'un des biens internationaux est utilisé comme numéraire du modèle (le bien composite international) et les prix des autres biens relativement à celui de ce numéraire sont supposés constants.

$$p_{M,i} = \overline{p_{M,i0}} \quad (64)$$

p_i le prix moyen de la ressource en bien i est la moyenne, pondérée par les quantités, des deux prix précédents :

$$p_i = \frac{p_{Y,i} Y_i + p_{M,i} M_i}{Y_i + M_i} \quad (65)$$

$p_{Cl,ij}$ le prix du bien i consommé par la production de bien j est égal au prix de la ressource en bien i augmenté des marges commerciales, des marges de transport, des marges spécifiques, de la Taxe Intérieure sur les Produits Pétroliers (TIPP)⁶, des autres impôts sur produits et enfin de la taxe sur les émissions de carbone.

$$p_{Cl,ij} = p_i \left(1 + \overline{\tau_{MC,i}} + \overline{\tau_{MT,i}} + \overline{\tau_{MSCI,ij}} \right) + \overline{t_{TIPPCI,i}} + \overline{t_{AIP,i}} + \overline{t_{CI}} \gamma_{Cl,ij} \quad (66)$$

Les prix à la consommation du bien i pour les ménages $p_{C,i}$, les administrations publiques $p_{G,i}$ et l'investissement $p_{I,i}$, ainsi que les prix à l'exportation $p_{X,i}$, sont construits de manière similaire et ne diffèrent qu'en fonction de l'application ou non de la TVA (taux moyen et identique par agrégat de bien) et la taxation du carbone. Cette dernière n'est appliquée qu'aux prix des ménages, qui sont considérés seuls consommateurs finals d'énergie par la comptabilité nationale⁷ ($\overline{t_{CF}} \gamma_{CF,i}$).

$$p_{C,i} = \left[p_i \left(1 + \overline{\tau_{MC,i}} + \overline{\tau_{MT,i}} + \overline{\tau_{MSC,i}} \right) + \overline{t_{TIPPCF,i}} + \overline{t_{AIP,i}} + \overline{t_{CF}} \gamma_{CF,i} \right] (1 + \overline{\tau_{TVA,i}}) \quad (67)$$

$$p_{G,i} = \left[p_i \left(1 + \overline{\tau_{MC,i}} + \overline{\tau_{MT,i}} + \overline{\tau_{MSG,i}} \right) + \overline{t_{TIPPCF,i}} + \overline{t_{AIP,i}} \right] (1 + \overline{\tau_{TVA,i}}) \quad (68)$$

$$p_{I,i} = \left[p_i \left(1 + \overline{\tau_{MC,i}} + \overline{\tau_{MT,i}} + \overline{\tau_{MSI,i}} \right) + \overline{t_{TIPPCF,i}} + \overline{t_{AIP,i}} \right] (1 + \overline{\tau_{TVA,i}}) \quad (69)$$

$$p_{X,i} = p_i \left(1 + \overline{\tau_{MC,i}} + \overline{\tau_{MT,i}} + \overline{\tau_{MSX,i}} \right) + \overline{t_{TIPPCF,i}} + \overline{t_{AIP,i}} \quad (70)$$

Les marges commerciales $\tau_{MC,i}$ et sur les transports $\tau_{MT,i}$, communes pour chaque bien i à l'ensemble des prix intermédiaires et finals, sont constantes (calibrées à l'équilibre de référence), à

⁶ La TIPP prélevée sur les consommations intermédiaires et finales de carburants et d'autres énergies est différenciée de manière à prendre en compte les mix énergétiques sous-jacents.

⁷ Les administrations publiques ne consomment qu'un « service public » dont les consommations d'énergie apparaissent dans la production, et sont taxées pour leur contenu carbone à ce niveau.

l'exception de celles sur les productions englobant les transports et le commerce (ci-après indicées COM et TRANS), qui sont simplement ajustées, dans l'équilibre dérivé, de sorte que les sommes des deux types de marge soient nulles :

$$\begin{aligned} & \sum_{j=1}^n \tau_{MC_{COM}} p_{COM} \alpha_{COM,j} Y_j + \tau_{MC_{COM}} p_{COM} (C_{COM} + G_{COM} + I_{COM} + X_{COM}) \\ & + \sum_{i \neq COM} \sum_j \overline{\tau_{MC,i}} p_i \alpha_{ij} Y_j + \sum_{i \neq COM} \overline{\tau_{MC,i}} p_i (C_i + G_i + I_i + X_i) = 0 \end{aligned} \quad (71)$$

et de manière similaire :

$$\begin{aligned} & \sum_{j=1}^n \tau_{MT_{TRANS}} p_{TRANS} \alpha_{TRANS,j} Y_j + \tau_{MT_{TRANS}} p_{TRANS} (C_{TRANS} + G_{TRANS} + I_{TRANS} + X_{TRANS}) \\ & + \sum_{i \neq TRANS} \sum_j \overline{\tau_{MT,i}} p_i \alpha_{ij} Y_j + \sum_{i \neq TRANS} \overline{\tau_{MT,i}} p_i (C_i + G_i + I_i + X_i) = 0 \end{aligned} \quad (72)$$

L'indice des prix à la consommation (**IPC**) est calculé selon la méthode de Fisher comme la moyenne géométrique des indices de Laspeyres (variation du coût du panier de biens de référence) et de Paasche (variation du coût du panier de biens dérivé) :

$$IPC = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n p_{C,i} \overline{C_{i0}} \sum_{i=1}^n p_{C,i} C_i}{\sum_{i=1}^n p_{C,i0} \overline{C_{i0}} \sum_{i=1}^n p_{C,i0} C_i}} \quad (73)$$

Les décisions d'investissement

Dans les systèmes productifs, l'investissement réel (en volume) est une décision qui appartient aux entrepreneurs. Dans chaque secteur d'activité, la demande d'investissement augmente en proportion du niveau d'activité et des besoins en capital productif du secteur. Le coefficient de proportionnalité reflète l'état des anticipations des entrepreneurs sur les potentiels futurs de croissance ou les risques liés aux décisions d'investissement (en raison de l'incertitude sur les taux d'intérêt futurs, la capacité d'auto-investissement de l'entreprise, la durée de vie des investissements, etc.).

Ces immobilisations se font de façon à ce que le ratio de la consommation de capital fixe réelle totale (la somme des $k_i Y_i$), à chacun des volumes immobilisés I_i , soit constant. En d'autres termes, le capital immobilisé par les différents secteurs est supposé homogène (bien composite), et l'ensemble de ses composantes varie comme la consommation agrégée de capital fixe.

$$I_i = \beta \cdot \sum_{j=1}^n k_j Y_j = \frac{\overline{I_{i0}}}{\sum_{j=1}^n k_{j0} Y_{j0}} \cdot \sum_{j=1}^n k_j Y_j \quad (74)$$

Le coût du capital facteur de production est entendu comme le coût du capital « machine ». Il est donc obtenu par la moyenne du prix des biens destinés à l'investissement.

$$p_K = \frac{\sum_{i=1}^n p_{L,i} I_i}{\sum_{i=1}^n I_i} \quad (75)$$

II.3. Le fonctionnement des marchés

Le modèle décrit la formation de l'équilibre comptable des échanges sur trois types de marchés : les marchés des biens et services, le marché du travail et les marchés financiers. La formation de ces équilibres est cohérente avec l'existence de comportement non walrasiens sur ces marchés. Ainsi, le système des prix n'assure pas nécessairement une diffusion efficace de l'information, une coordination efficace, et par voie de conséquence, une utilisation et une allocation optimales des ressources.

II.3.1. Les marchés des biens et services

L'équilibre sur le marché des biens est un simple équilibre comptable entre ressources (production et importations) et emplois (consommation des ménages et des administrations publiques, investissement, exportations). Grâce à la procédure d'hybridation, pour les biens énergétiques cette équation est posée en Mega Tonne Equivalent Pétrole (MTEP) et conforme au bilan énergétique 2004 de l'AIE.

$$Y_i + M_i = \sum_h C_{i,h} + G_i + I_i + X_i \quad (76)$$

Combinée avec les équations des prix et les équations budgétaires des agents économiques, cette équation implique l'équilibre comptable *en valeur* sur les quatre marchés des biens et services.

Les équilibres emplois-ressources en quantités se font, pour la grande majorité des marchés, par l'ajustement des quantités produites étant donné les contraintes qui déterminent les niveaux (i) de consommation et d'investissement dans les secteurs productifs, (ii) de consommation finale des ménages et des administrations et (iii) d'échanges commerciaux avec le reste-du-monde.

Les termes de la compétition entre les productions nationales et les productions étrangères, à la fois sur le territoire national (ce qui détermine la proportion de produits importés) et à l'étranger (le niveau d'exportation), n'évoluent qu'avec le ratio des prix domestiques aux prix internationaux. Par conséquent, *la compétitivité des productions nationales est sensible aux coûts de production domestiques*. L'hypothèse retenue est celle d'une économie ouverte dont le poids ne suffit pas à influencer les prix de vente mondiaux. Par conséquent, l'ensemble des prix à l'importation $p_{M,i}$ conservent leur valeur relative.

On suppose alors, pour la majorité des biens, que le ratio des importations à la production domestique d'une part, et les volumes exportés « absolus » d'autre part, sont élastiques aux termes de l'échange, selon des élasticités fixes propres à chaque bien :

$$\frac{M_i}{Y_i} = \frac{\overline{M}_{i0}}{\overline{Y}_{i0}} \left(\frac{\overline{P}_{M,i0}}{\overline{P}_{Y,i0}} \frac{P_{Y,i}}{P_{M,i}} \right)^{\sigma_{Mpi}} \quad (77)$$

$$\frac{X_i}{X_{i0}} = \left(\frac{\overline{P}_{M,i0}}{\overline{P}_{X,i0}} \frac{P_{X,i}}{P_{M,i}} \right)^{\sigma_{Xpi}} \quad (78)$$

Sans variation des termes de l'échange, les volumes importés progressent donc proportionnellement à l'activité économique (la production domestique), tandis que ceux exportés ne varient pas (la demande mondiale est supposée constante).

La production domestique de pétrole est fixe ; l'approvisionnement en pétrole du pays est donc assuré par l'ajustement des volumes importés, sous l'hypothèse que cet approvisionnement n'est pas rationné et que la politique climatique domestique n'entraîne aucune réponse stratégique de la part des pays exportateurs (les prix d'importations sont constants).

II.3.2. Le marché du travail

Le fonctionnement du marché du travail modifie les niveaux d'emploi et de salaire moyens. Les valeurs d'équilibre de ces variables sont déterminées à l'intersection d'une courbe agrégée de demande de travail qui résulte des arbitrages techniques et des niveaux de production des secteurs (I_i, Y_i) , avec une « boucle salaire-chômage » ou « wage curve » (Blanchflower et Oswald, 1995) qui synthétise les forces qui président à la formation des salaires. Cette seconde courbe peut être interprétée comme le résultat d'un jeu de négociations entre salariés et employeurs, en supposant que le pouvoir de négociation des salariés se réduit avec le chômage. Elle peut aussi être interprétée comme une courbe agrégée d'offre de travail (Phelps, 1990) résultant de l'arbitrage d'une coalition de salariés entre un niveau de revendication salariale et un niveau d'emploi.

La courbe salaire-chômage décrit une corrélation entre une cible d'évolution du salaire moyen réel w et le taux de chômage u , selon une certaine sensibilité que traduit l'élasticité σ_{wu} :

$$\frac{\mathbf{w}}{IP_w} = \overline{w_0} \left(\frac{\mathbf{u}}{u_0} \right)^{\sigma_w u} \quad (79)$$

Le salaire net moyen \mathbf{w} étant défini comme :

$$\mathbf{w} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i l_i Y_i}{\sum_{i=1}^n l_i Y_i}, \quad (80)$$

Sous l'hypothèse que la mobilité des travailleurs est limitée à l'horizon de moyen terme considéré, les évolutions des salaires par secteur w_i sont homogènes et compatibles avec celle de \mathbf{w} :

$$w_i = \tau_{w,i} \overline{w_{i0}}, \quad (81)$$

Le modèle autorise donc un taux de chômage u non nul, étant donnée la dotation en travail des ménages L (total d'équivalent-temps-plein fournie par la population active N_A) :

$$(1-u)L = \sum_{i=1}^n l_i Y_i \quad \text{avec} \quad L = \sum_h \zeta_{NL} \cdot N_{A,h} \quad (82)$$

où ζ_{NL} désigne le nombre supposé constant d'équivalent-temps-plein par actif.

Dans cet article, ce sont les prix internationaux qui servent de référence pour l'indexation, ceci pour rendre compte d'un des effets de la concurrence internationale sur les marchés des biens et services. Puisque ces prix sont fixes (hypothèse petit pays), la valeur 1 est affectée au paramètre exogène IP_w . La sensibilité du salaire négocié est fixée à -10% (cf. Table X, page 60).

Les variations d'emploi correspondant à l'évolution de u sont ensuite réparties entre les classes de ménages selon leur taux de chômage spécifique u_h :

$$u_h = u_{h0} \frac{u}{u_0} \quad (83)$$

d'où $N_{U,h}$ le nombre de chômeurs de chaque classe :

$$N_{U,h} = u_h \overline{L_h} \quad (84)$$

$N_{L,h}$ le nombre d'actifs occupés de la classe h (défini comme $L_h - N_{U,h}$) permet en outre de définir la part $\omega_{L,h}$ des revenus du travail qui revient à la classe h :

$$\omega_{L,h} = \frac{\frac{N_{L,h}}{N_{L,h0}} \overline{\omega_{L,h0}}}{\sum_{h=1}^m \frac{N_{L,h}}{N_{L,h0}} \overline{\omega_{L,h0}}} \quad (85)$$

II.3.3. Les flux de capitaux

Le fonctionnement des marchés financiers détermine les échanges de capitaux mis en œuvre entre les quatre catégories d'agents. Les agents institutionnels prêtent et empruntent des capitaux en fonction de leur capacité d'autofinancement (la différence entre leurs revenus disponibles et leurs dépenses). Ils s'échangent aussi directement des fonds sans recourir à une intermédiation financière (transferts). Enfin, ils échangent des revenus en fonction de l'évolution de leur position financière nette sur les marchés financiers (la différence entre leurs stocks de créances et de dettes).

Les flux de capitaux avec le reste-du-monde égalise le solde des flux de capitaux des trois secteurs institutionnels nationaux (ménages, sociétés, administrations publiques), afin de garantir l'équilibre comptable des échanges financiers. Cette hypothèse détermine la CAF_{RDM} du RDM, qui, à nouveau, détermine l'évolution de D_{RDM} , sa dette financière nette :

$$CAF_{RDM} = \sum_{i=1}^n p_{M,i} M_i - \sum_{i=1}^n p_{X,i} X_i + \sum_{K=H.S.G} i_K D_K - \sum_{K=H.S.G} A_{TK} \quad (86)$$

$$D_{RDM} = \overline{D_{RDM0}} + \frac{t_{REF}}{2} (\overline{CAF_{RDM0}} - CAF_{RDM}) \quad (87)$$

Les CAF des quatre agents s'équilibrent donc (leur somme est nulle), et en conséquence, les positions nettes se compensent également.

Les autres transferts directs A_T (« autres transferts courants » et « transferts en capital » de la comptabilité nationale) sont supposés constituer une part fixe du PIB⁸ :

$$\frac{A_T}{PIB} = \frac{\overline{A_{T0}}}{\overline{PIB_0}} \quad (88)$$

Pour des niveaux d'activité et de prix donnés, les marchés financiers s'ajustent par l'évolution d'un taux d'intérêt directeur qui correspond au niveau de rémunération effectif des actifs financiers détenus par l'étranger. La valeur d'équilibre de ce taux d'intérêt permet d'ajuster la balance des paiements, ou alternativement, les intérêts qui doivent être versés au reste-du-monde pour que s'égalisent l'offre et la demande de capitaux pour l'investissement productif.

⁸ La somme sur les agents des comptes D7 et D9 étant par définition nulle (transferts entre agents) A_T est en fait calibré sur la somme des autres transferts strictement positifs. En conséquence les parts ω_{ATH} , ω_{ATS} , ω_{ATG} et ω_{ATRDM} sont à proprement parler des ratios puisque leur somme est par construction égale à 0.

Les taux d'intérêt apparents i_H , i_S et i_G auxquels font face les ménages, les sociétés et les administrations publiques permettent d'équilibrer le marché de l'investissement : leur évolution, d'un différentiel de points δ_i supposé identique (Equation 89), modifie le revenu disponible des ménages R_{DBG} et celui des sociétés R_{DBS} , dont découlent directement leurs FBCF respectives $FBCF_H$ et $FBCF_S$, de manière à ce que leur offre de capital, associée à la FBCF publique $FBCF_G$, assure le financement des immobilisations $p_{I,i} I_i$ (Equation 90).

$$\forall K \in [H, S, G] \quad i_K = \overline{i_{K0}} + \delta_i \quad (89)$$

$$\sum_{K=H,S,G} FBCF_K = \sum_{i=1}^n p_{I,i} I_i \quad (90)$$

La clôture du modèle se fait donc sur l'offre d'investissement des agents, qui s'adapte mécaniquement à la demande d'investissement des productions. Par la variation des taux d'intérêt, elle induit des variations de flux financiers entre agents créditeurs et débiteurs, qui se traduisent par une évolution de leurs positions financières nettes. Dès lors que l'option budgétaire retenue pour le comportement des administrations publiques suppose un quelconque contrôle de l'endettement, un effet en retour est obtenu par l'ajustement des fiscalités qui sont désignées comme les variables de contrôle (par exemple les cotisations sociales dans la configuration de référence).

Deux variantes de bouclage de la balance courante sont considérées dans l'article. Dans un cas (équation X) les taux d'épargne des ménages sont donnés et les flux de capitaux avec l'extérieur sont endogènes (ainsi que leur contrepartie, le niveau d'endettement national). Dans l'autre cas (équation X), les taux d'épargne sont endogènes, ajustés d'un même facteur, pour respecter une contrainte sur le niveau d'endettement national par rapport au PIB (δ_{DN} exprimé en pourcentage de réduction).

$$\tau_{S,h} = \overline{\tau_{S,h}} \quad (91)$$

$$\frac{-D_{RDM}}{PIB} = (1 - \delta_{DN}) \frac{-D_{G0}}{PIB_0} \quad (92)$$

Les différentes modalités de bouclage de la balance courante correspondent à une même contrainte DETNAT de variantes de dispositif (cf. section II.4).

II.4. Variantes du système d'équations

Pour simuler les différents dispositifs de réforme, certaines des équations précédentes ont été retenues, tandis que d'autres ont été abandonnées. La Table V suivante résume les équations alternatives retenues dans les simulations. Seules sont décrites les variantes qui ont été réalisées pour produire les résultats numériques de l'article.

Table V : Configuration alternatives du système

Domaine	Contrainte	Modalité	Intitulé	Equation
Réforme fiscale et finances publiques	Recyclage de la taxe carbone (RECYC)	RECYCL-0	Baisse des cotisations sociales	Equation 40, page 32
		RECYCL-3	Aucun recyclage	Equation 39, page 32
	Règle budgétaire	FINPUB-1	« Autres taux de fiscalité constants » (AFC)	Equation 32, page 30
		FINPUB-3	Objectif de désendettement public selon le facteur δ_{DP} (pourcentage requis de baisse du ratio Dette publique/PIB)	Equation 33, page 31
Ajustement du compte public		AJUST-1	Taux d'imposition sur le revenu	Cf. page 31
		AJUST-3	Taux de cotisations sociales	Cf. page 31
		AJUST-4	Taux de TVA	Cf. page 31
		AJUST-5	Taux de taxe carbone	Cf. page 31
Dépenses et investissement (DEPPUB)		DEPPUB-0	Budgets constants en proportion du PIB	Equation 47 et 42, page 33 et 33
		DEPPUB-3	Ajustement endogène des volumes de consommation et d'investissement publics	Equation 50, page 33
Réforme des retraites	Report de l'âge légal de départ en retraite	REPAGE-0	Ratio démographique et nombre de retraités constants	Equation 2, page 24
		REPAGE-1	Evolution exogène du ratio démographique selon de taux de variation δ_{DEM}	Equation 3, page 24
		REPAGE-2	Evolution endogène du ratio démographique	Equation 4, page 24
Balance courante	Endettement national	DET NAT-0	Evolution endogène de la dette nationale (aucun contrôle)	Equation 91, page 44
		DET NAT-1	Objectif de contrôle de la dette nationale selon le facteur δ_{DP} (pourcentage requis de baisse du ratio Dette publique/PIB)	Equation 92, page 44

III. Modulation du système pour produire les statistiques projetées (2020)

Le système d'équation a aussi été modifié pour construire, à l'horizon de projection, les tableaux statistiques de 2020 de l'article. Ces derniers intègrent l'information de divers travaux prospectifs. Les modifications à apporter au système dépendent de la nature des données que l'on souhaite conserver intacte. Nous présentons d'abord ces évolutions exogènes et les équations qui permettent de contraindre leur reproduction. Ces équations s'ajoutent aux équations d'IMACLIM-S.2.4 présentées plus haut, ou bien elles se substituent à certaines d'entre elles (nous précisons lesquelles). Nous explicitons ensuite la règle retenue pour « boucler » la description comptable.

III.1. Evolutions exogènes contraintes

Les évolutions exogènes retenues traduisent les informations tirées de quatre ensembles de travaux de prospective appliqués à la France : le dernier exercice de projection des finances du système de retraite construit par Conseil d'Orientation des Retraites (COR, 2010), des exercices de projection sociodémographique produits par l'INSEE, un exercice de projection du CEPII sur les effets macroéconomiques de la transition démographique, et, pour finir, un exercice de prospective sur les mutations des systèmes énergétiques et technique produit avec le modèle mondiale IMACLIM-R.

Sociodémographie

À l'horizon de projection t , l'évolution de la structure sociodémographique est déterminée par l'effectif de la population totale de l'INSEE ($N_{INSEE,t}$) et par les effectifs totaux de retraités et d'actifs du COR ($N_{A,COR,t}$ et $L_{COR,t}$). À défaut d'information plus fine, la structure sociodémographique des classes de ménages est supposée se déformer d'une manière homogène.

Ces hypothèses déterminent, premièrement l'effectif total de chaque classe :

$$N_{h,t} = \overline{\omega_{Nh0}} \cdot N_{INSEE,t} \quad (93)$$

Deuxièmement, le nombre de leurs retraités :

$$N_{ph,t} = \overline{\omega_{Ph0}} \cdot N_{A,COR,t} \quad (94)$$

Troisièmement, le nombre de leurs actifs, en supposant que la proportion du travail à temps partiel est inchangée ($\overline{\omega_{ETP0}}$ représente le nombre d'équivalent temps plein par actif) :

$$L_{h,t} = \overline{\omega_{Lh0}} \cdot \overline{\omega_{ETP0}} \cdot L_{COR,t} \quad (95)$$

Enfin, le nombre des chômeurs par classe est déterminé par les évolutions conjointes de la population active et du taux de chômage (*cf. infra*), et par la règle de répartition des variations d'emploi (*cf.* Equation 84, page 42).

Macroéconomie

Le régime de croissance et le partage de la valeur ajoutée sont calés sur un des scénarios macroéconomiques du COR¹. À l'horizon de projection, ces scénarios donnent le niveau de PIB réel ($PIB_{COR,t}$ égal au PIB nominal déflaté de l'indice de prix de Fisher $IP_{PIB,t}$), les rémunérations super-brutes ($REMU_{COR,t}$) et le taux de chômage ($u_{COR,t}$) :

$$\frac{PIB_t}{IP_{PIB,t}} = PIB_{COR,t} \quad (96)$$

$$\sum_{i=1}^n (p_{L,i,t} l_{i,t} Y_{i,t}) = REMU_{COR,t} \quad (97)$$

$$u_t = u_{COR,t} \quad (98)$$

Première remarque : la contrainte d'évolution du taux de chômage (Equation 98) se substitue à la *Wage Curve* (Equation 79, page 42) ; ces deux équations ne sont compatibles que dans des cas numériques très particuliers. Les deux autres contraintes sont ajoutées au système.

Une dernière contrainte macroéconomique est ajoutée pour reproduire la variation du taux d'épargne moyen des ménages estimée par le SCEPII ($\delta\tau_{S,CSEPII,t}$)². L'évolution des taux d'épargne $\tau_{Sh,t}$ de chaque classe de ménages est également supposée homogène. La contrainte s'écrit donc :

$$\frac{\sum_h \tau_{Sh,t} R_{DBh,t}}{\sum_h R_{DBh,t}} = \left(1 + \delta\tau_{S,CSEPII,t}\right)^h \frac{\sum_h \overline{\tau_{Sh0} R_{DBh0}}}{\sum_h \overline{R_{DBh0}}} \quad (99)$$

Finances publiques

Le besoin de financement du système de retraite (sans réforme) est estimé par le COR et reproduit dans le modèle en contraignant la masse des cotisations sociales perçues par les administrations publiques et la masse des prestations versées aux assurés.

$$T_{CS,t} = COTIS_{COR,t} \quad (100)$$

$$R_{P,t} = PREST_{COR,t} = \sum_{h=1}^m N_{Ph,t} \overline{\omega_{PPh0} \rho_{Ph,t}} \quad (101)$$

¹ Ces scénarios ont été produits par la Direction Générale du Trésor (DGTPE).

² Estimé pour l'Europe de l'ouest grâce au modèle d'équilibre général à générations imbriquées INGENU2 (*cf.* Aglietta et Borgy, 2008, page 26). Ce modèle permet d'estimer l'effet sur les comportements de consommation-épargne de la transition démographique, des régimes de retraite et des interdépendances macroéconomiques entre régions au sein d'un régime de croissance mondial.

Avec l'hypothèse que les inégalités du niveau moyen des prestations par classe sont inchangées ($\overline{\omega_{\rho Ph_0}}$), cette seconde équation détermine aussi le niveau des prestations de retraite par tête pour chacune des classes ($\rho_{Ph,t}$), car l'effectif de retraités $N_{Ph,t}$ est déterminé (Equation 94, page 46).

Les autres recettes et dépenses des administrations publiques évoluent en suivant l'option budgétaire d'une « fiscalité constante » (cf. Equation 32, page 30) et d'une indexation des autres prestations sociales sur le niveau des salaires (cf. Equation 46, page 33). Ces dernières hypothèses servent à traduire l'hypothèse où aucune réforme fiscale n'est mise en place (financement du budget public par endettement public) alors que l'on aligne la progression du niveau de vie des retraités sur celle des salariés.

Remarque : puisque le niveau des rémunérations super-brutes est aussi contraint par les hypothèses de projection du COR (Equation 97, page 47), le fait de fixer la masse des cotisations sociales (Equation 100, page 47) équivaut à fixer le taux moyen des cotisations sociales ($\tau_{CS,t}$).

Systemes énergétiques et techniques

L'évolution des systèmes énergétiques est callée sur un scénario de prospective énergétique produit par le modèle d'équilibre général récursif IMACLIM-R. Ce modèle intègre une description explicite et précise des systèmes techniques et des ressources énergétiques. Le futur énergétique à l'horizon de projection est décrit par les consommations unitaires énergétiques et non énergétiques des productions nationales, les coefficients d'émission des agrégats énergétiques pour les divers usages et l'évolution des prix des énergies importées :

$$\alpha_{ji,t} = \alpha_{ji,IMACLIMR,t} \quad (102)$$

$$\gamma_{CIij,t} = \gamma_{CIij,IMACLIMR,t} \quad (103)$$

$$\gamma_{CFij,t} = \gamma_{CFij,IMACLIMR,t} \quad (104)$$

$$p_{Mi,t} = \left(1 + \delta p_{M,IMACLIMR,t}\right) \overline{p_{Mi0}} \quad (105)$$

Remarque : la contrainte d'évolution des coefficients techniques se substitue aux fonctions de demande correspondantes dans le modèle IMACLIM-S.2.4 (Equations 51 à 53, pages 35-35). Les produits énergétiques décrits à un niveau plus fin dans IMACLIM-R sont agrégés précisément pour correspondre aux agrégats d'énergie d'IMACLIM-S.2.4.

Données de projection

Les valeurs affectées aux évolutions exogènes contraintes dans la projection à 2020 sont reprises de divers travaux prospectifs. Ces valeurs et leurs sources sont décrites dans le Tableau 2.

		Evolutions exogènes sur la période 2004-2020				Sources	
<i>Macroéconomie</i>							
	Croissance du PIB			+47,9%		COR (2010)*	
	Chômage			-3,2 points		COR (2010)*	
	Rémunérations superbrutes			+45,0%		COR (2010)*	
<i>Démographie</i>							
	Population totale			+16,2%		INSEE (2006)**	
	Population active			+2,0%		COR (2010)*	
	Effectif de retraités			+71,0%		COR (2010)*	
	Taille des ménages (UC/ménage)			-4,9%		INSEE (2007)	
<i>Finances publiques</i>							
	Cotisations sociales			+45,0%		COR (2010)*	
	Prestations de retraite			+214,8%		COR (2010)*	
<i>Environnement international</i>							
	Prix internationaux	Comp.		-0,5%		IMACLIM-R Monde***	
		Pet.		+94,7%			
		Carb.		+110,2%			
		A. E.		+107,2%			
<i>Epargne des ménages</i>							
	Taux d'épargne			-37,2%		Aglietta et Borgy (2008)****	
<i>Futur énergétique français</i>							
	Elasticités-prix (ménages)	Carb.		-0,57		IMACLIM-R France***	
		A. E.		-1,03			
	Elasticités-revenu (ménages)	Carb.		+0,29		IMACLIM-R France***	
		A. E.		+0,52			
	Coef. d'émissions (ménages)	Carb.		-0,7%		IMACLIM-R France***	
		A. E.		-2,4%			
	Coef. techniques (production)	Comp	Pet.	Carb.	A.E.	IMACLIM-R France***	
		Comp.	-0,1%	-	+40,4%		+0,1%
		Pet.	-	-	+4,1%		-2,1%
		Carb.	-14,9%	-	+11,1%		-45,7%
		A. E.	-13,3%	-	+4,1%		+17,9%
	Coef. d'émissions (production)	Comp	Pet.	Carb.	A.E.	IMACLIM-R France***	
		Pet.	-	-	id.		id.
		Carb.	-0,2%	-	-0,2%		-0,1%
		A. E.	-28,3%	-	id.		id.

UC : nombre d'unités de consommation selon l'échelle d'équivalence de l'OCDE ; Comp. : Composite des biens et services non énergétiques ; Pet. : Pétrole brut ; Carb. : Carburants ; A.E. : Autres énergies (pour l'usage résidentiel tertiaire).

* Scénario A sans réforme des retraites du COR (2010). Ce scénario est optimiste. Il suppose un rattrapage des effets de la crise et une hypothèse de rendements AGIRC-ARRCO constants. Les recettes de cotisations sociales sont évaluées en appliquant un taux de prélèvement constant (28%) sur la masse salariale superbrute et le niveau de prestations de retraite est estimé par les principaux régimes de retraite. Les projections de taux d'activité correspondent à l'exercice de projection de l'INSEE de 2006, mais ont été légèrement modifiées pour ajouter un effet de report de l'âge de départ en retraite induit par la réforme Fillon-2003.

** Scénario démographique « central » (hypothèses médianes de fécondité, d'espérance de vie, et de solde migratoire).

*** Scénarios tirés de Bibas et al. (2012) et caractérisés par l'absence d'engagements climatiques au niveau mondial et par peu d'efforts sur les infrastructures à l'échelon français (faible amélioration de l'efficacité énergétique du bâti et de l'accroissement des capacités de transport collectif et de fret ferroviaire et fluvial). Nous choisissons à dessein de nous placer dans le « pire des cas », celui d'une action unilatérale française et d'un potentiel technique médian (ni optimiste, ni pessimiste), pour intégrer l'état des malentendus sur l'effet d'une fiscalité carbone.

**** Scénario sans réforme des retraites d'Aglietta et Borgy (pages 25-26), caractérisé par un âge légal de départ à la retraite bas (62,5 ans en moyenne pour l'Europe occidentale) et un taux de remplacement plutôt élevé (45% en moyenne).

Tableau 2 Evolutions exogènes contraintes sur la période 2004-2020

III.2. Bouclage du modèle de projection

Les modifications précédentes sont apportées au système en ne contraignant véritablement que quatre grandeurs auparavant variables : Le PIB réel de Fisher (Equation 96, page 47), le taux de chômage (Equation 98, page 47), les consommations intermédiaires unitaires (Equation 102, page 48) et le niveau des rémunérations (Equation 97, page 47). Deux équations ont déjà dû être abandonnées puisqu'elles sont incompatibles avec les évolutions exogènes que l'on souhaite reproduire (il s'agit de la *Wage Curve* - Equation 79, page 42 - et des fonctions de demande pour les consommations intermédiaires : Equations 51 à 53, pages 35-35). Il faut donc rendre deux degrés de liberté au système pour qu'il ne soit pas surdéterminé.

La clôture du modèle est obtenue par l'ajout de deux variables :

- *Un facteur δ_L d'accroissement du travail effectif* qui peut être interprété, soit comme une source autonome de gain de productivité horaire par travailleur, soit comme une augmentation du volume d'heures travaillées par équivalent temps plein. Quel qu'en soit l'interprétation, il s'agit d'un moteur de croissance indépendant de l'évolution du chômage et de la force de travail.
- *Un facteur δ_X d'expansion des exportations effectives des productions françaises* qui peut être interprété, soit comme un phénomène exogène de conquête de nouvelles parts de marché, soit comme l'effet d'un niveau de croissance différent du reste-du-monde sur les quantités globales que celui-ci importe de la France. Là encore, quel qu'en soit l'interprétation, il s'agit d'une source de débouchés pour les productions domestiques si celles-ci ne sont pas consommées par les secteurs institutionnels nationaux.

Ces facteurs interviennent dans le système de projection en modifiant la quantité de travail effectif fourni par les actifs employés et l'équation d'export du modèle IMACLIM-S.2.4 (Equation 78, page 41). Ces équations sont remplacées par les deux suivantes :

$$L = (1 + \delta_L)(1 - u_{COR,t})L_{COR,t} \quad (106)$$

$$\frac{X_i}{X_{i0}} = (1 + \delta_{Xi}) \left(\frac{\overline{P_{Mi0}}}{P_{Xi0}} \frac{P_{Xi}}{P_{Mi}} \right)^{\sigma_{xp,i0}} \quad (107)$$

Pour résumer, le passage du système IMACLIM-S.2.4 dans sa configuration de référence au système de projection est obtenu en rendant exogène trois variables, endogène deux variables, en supprimant deux équations comportementales et en ajoutant une (Table W).

Table W : Modifications apportées à la clôture du modèle IMACLIM-S.2.4 pour construire la projection

Eléments modifiés		Configuration de référence	Configuration pour la projection
<i>Variables</i>			
PIB/IP_{PIB}	Produit intérieur brut réel	Endogène	Exogène
u	Taux de chômage	Endogène	Exogène
α_{ij}	Consommations intermédiaires unitaires	Endogène	Exogène
δ_L	Facteur d'accroissement du travail	Exogène*	Endogène
δ_X	Facteur d'expansion des exportations	Exogène*	Endogène
<i>Equations comportementales</i>			
Equ. 79	<i>Wage Curve</i>	Ajoutée	Supprimée
Equ. 95 à 98 et 100	Règle de partage de la valeur ajoutée**	Supprimée	Ajoutée
Equ. 51 à 53	Fonction de demande en CI unitaires	Ajoutée	Supprimée

* Ces facteurs prennent implicitement une valeur nulle dans le système IMACLIM-S.2.4.

** Le système constitué des équations 95 (population active), 96 (PIB), 97 (rémunérations super-brutes), 98 (taux de chômage), 100 (niveau des cotisations sociales) peut en effet être réduit à une équation de partage de la valeur ajoutée.

IV. Affectation des valeurs aux paramètres

Le *calibrage* est une procédure qui a pour objet d'affecter un jeu de valeurs aux paramètres du modèle de manière à ce que, en l'absence de perturbation, celui-ci reproduise l'état comptable que nous avons projeté (2020). Formellement, cette opération consiste à inverser le système d'équations simultanées d'IMACLIM-S.2.4 puis à le résoudre pour n grandeurs $\{z_1, \dots, z_n\}$ (des paramètres d'IMACLIM-S.2.4) étant donné les valeurs comptables connues pour n autres grandeurs $\{x_1, \dots, x_n\}$ (variables d'IMACLIM-S.2.4). La procédure de calibrage consiste donc à résoudre le système suivant :

$$\left\{ \begin{array}{l} f^{-1}_1(\bar{z}_1, \dots, \bar{z}_n, \bar{z}_{n+1}, \dots, \bar{z}_m, \mathbf{x}_1, \dots, \mathbf{x}_n) = 0 \\ f^{-1}_2(\bar{z}_1, \dots, \bar{z}_n, \bar{z}_{n+1}, \dots, \bar{z}_m, \mathbf{x}_1, \dots, \mathbf{x}_n) = 0 \\ \dots \\ f^{-1}_n(\bar{z}_1, \dots, \bar{z}_n, \bar{z}_{n+1}, \dots, \bar{z}_m, \mathbf{x}_1, \dots, \mathbf{x}_n) = 0 \end{array} \right.$$

avec :

- $\bar{z}_i, i \in [1, n]$, un ensemble des paramètres calibrés sur données comptables,
- $z_i, i \in [n+1, m]$, un ensemble des paramètres non calibrés,
- $\mathbf{x}_i, i \in [1, n]$, un ensemble de variables dont les grandeurs sont connues (données comptables),
- $f^{-1}_i, i \in [1, n]$, fonctions inverses d'IMACLIM-S.2.4.

Puisque $m > n$, tous les paramètres ne tirent pas leur valeur de cette opération de calibrage ; le choix des n paramètres à calibrer parmi les m paramètres du modèle dépend des informations supplémentaires disponibles et du rôle que jouent ces paramètres dans l'analyse. La taxe carbone sur les consommations intermédiaires, par exemple, est une variable de contrôle dans l'analyse ; elle sera évidemment traitée comme un paramètre exogène qui prend la valeur 0 lors du calibrage (situation « sans réforme »). Les valeurs des autres paramètres exogènes peuvent être renseignées à partir d'information complémentaire ou par hypothèse.

IV.1. Variables, paramètres calibrés et non calibrés

Les tableaux suivants synthétisent les notations et les définitions des variables et des paramètres, en distinguant les paramètres calibrés des paramètres non calibrés.

Variables

α_{ij}	Coefficient technique, quantité de bien i nécessaire à la production de bien j .
A_T	Autres transferts (équivalent des comptes D7 et D9 du TEE).
A_{TH}	Autres transferts aux ménages.
A_{TS}	Autres transferts aux sociétés.
A_{TG}	Autres transferts aux administrations publiques.
$\beta_{i,h}$	Part de la consommation de référence de bien i la classe h correspondant à un besoin essentiel.
β_{ji0}	Asymptote technique de référence du coefficient technique α_{ji} .
β_{Ki0}	Asymptote technique de référence de l'intensité en capital du bien i .
β_{Li0}	Asymptote technique de référence de l'intensité en travail du bien i .
CAF_h	Capacité d'autofinancement de la classe h .
CAF_S	Capacité d'autofinancement des sociétés.
CAF_G	Capacité d'autofinancement des administrations publiques.
CAF_{RDM}	Capacité d'autofinancement du reste-du-monde.
$CHAMTC_{Cl,i}$	Fraction des émissions de CO ₂ du secteur productif i couverte par la taxe carbone.
$CHAMTC_{CF}$	Fraction des émissions de CO ₂ des ménages couverte par la taxe carbone.
$C_{i,h}$	Consommation finale de bien i de la classe h .
D_h	Dette nette de la classe h . (équivalent du patrimoine financier net des comptes de patrimoine de l'INSEE)
D_S	Dette nette des sociétés. (équivalent du patrimoine financier net des comptes de patrimoine de l'INSEE)
D_G	Dette publique nette. (équivalent du patrimoine financier net des comptes de patrimoine de l'INSEE)

D_{RDM}	Dettes nettes du reste-du-monde. (équivalent du patrimoine financier net des comptes de patrimoine de l'INSEE)
δ_i	Différentiel de taux d'intérêt (« taux d'intérêt directeur »).
EBE_H	Excédent brut d'exploitation des ménages.
EBE_S	Excédent brut d'exploitation des sociétés.
EBE_G	Excédent brut d'exploitation des administrations publiques.
$FBCF_h$	Formation brute de capital fixe de la classe h .
$FBCF_S$	Formation brute de capital fixe des sociétés.
$FBCF_G$	Formation brute de capital fixe des administrations publiques.
$\gamma_{CF,i}$	Emission de CO ₂ par unité de bien i consommée par les ménages.
$\gamma_{CI,ij}$	Emission de CO ₂ par unité de bien i consommée pour la production de bien j .
G_i	Consommation finale des administrations publiques du bien i .
i_H	Taux d'intérêt effectif sur la dette des ménages.
i_S	Taux d'intérêt effectif sur la dette des sociétés.
i_G	Taux d'intérêt effectif sur la dette des administrations publiques.
I_i	Consommation finale du bien i pour l'investissement.
IP_w	Indice de prix pour l'ajustement des salaires utilisé dans les négociations salariales.
IPC	Indice des prix à la consommation (de Fisher).
k_i	Intensité en capital du bien i (besoin unitaire en capital du bien i).
l_i	Intensité en travail du bien i (besoin unitaire en travail du bien i).
$\omega_{L,h}$	Part des revenus du travail captée par la classe h .
M_i	Importations de bien i .
M_S	Somme des marges spécifiques.
$N_{A,h}$	Nombre d'actifs au sens du BIT de la classe h .
$N_{L,h}$	Population employée de la classe h (équivalents temps plein).
$N_{P,h}$	Nombre de retraités de la classe h .
$N_{U,h}$	Nombre de chômeurs de la classe h .
$\omega_{L,h}$	Part des revenus salariaux nets perçue par la classe de ménage h .
$p_{M,i}$	Prix à l'importation du bien i .
$p_{M,PET}$	Prix à l'importation du pétrole brut.
p_i	Prix moyen de la ressource en bien i .
PIB	Produit intérieur brut.
$p_{CI,ij}$	Prix à la consommation intermédiaire du bien i pour la production de bien j .
$p_{C,i}$	Prix à la consommation finale des ménages du bien i .

$p_{G,i}$	Prix à la consommation finale du gouvernement du bien i .
$p_{I,i}$	Prix à la consommation finale du bien i pour l'investissement.
Φ_i	Coefficient de progrès technique endogène dans la production de bien i .
p_K	Coût du facteur capital (somme pondérée du prix des biens d'investissement).
$p_{L,i}$	Coût du travail pour la production d'une unité de bien i .
$p_{X,i}$	Prix du bien i à l'exportation.
$p_{Y,i}$	Prix du bien i au producteur.
r_{DEM}	Ratio démographique (population active / effectif de retraités)
$R_{DBAI,h}$	Revenu disponible brut avant impôt de la classe h .
$R_{DB,h}$	Revenu disponible brut de la classe h .
R_{DBS}	Revenu disponible brut des sociétés.
R_{DBG}	Revenu disponible brut des administrations publiques.
$r_{G,FBCFH}$	Taux de variation appliqué aux volumes de consommation et d'investissement publics.
R_A	Transferts sociaux aux ménages autres que les retraites et les allocations chômage.
R_h	Revenu consommé de la classe h .
R_P	Total des pensions de retraite.
R_U	Total des allocations chômage.
$\rho_{A,h}$	Autres transferts moyens par tête pour la classe h .
$\rho_{P,h}$	Transferts moyens par tête aux retraités de la classe h .
$\rho_{U,h}$	Transferts moyens par tête aux chômeurs de la classe h .
σ	Elasticité de substitution des parts variables des facteurs.
$\sigma_{CR,i,h}$	Elasticité-revenu de la consommation de bien i de la classe de ménages h .
$\sigma_{Cp,i,h}$	Elasticité-prix de la consommation de bien i de la classe de ménages h .
$\sigma_{Mp,i}$	Elasticité du ratio des importations à la production domestique de bien i aux termes de l'échange.
$\sigma_{Xp,i}$	Elasticité des exportations aux termes de l'échange de bien i .
σ_{wu}	Elasticité du salaire net moyen (nominal ou indexé, cf. page 42) au taux de chômage.
Θ_i	Coefficient de rendements d'échelle décroissants dans la production i .
T	Somme des prélèvements obligatoires.
T_{CARB}	Produit fiscal de la taxe carbone.
$T_{COMP,h}$	Montant de compensation forfaitaire directe perçu par la classe h (dispositif de fiscalité carbone).
$T_{COMP,i}$	Montant de compensation forfaitaire directe perçu par le secteur i (dispositif de fiscalité carbone).
T_{CS}	Somme des cotisations sociales salariales et patronales.
T_{TIPP}	Somme des recettes de TIPP.

T_{AIP}	Somme des recettes des impôts sur produits autres que la TIPP.
T_{TVA}	Somme des recettes de TVA.
T_{IS}	Somme des recettes de l'impôt sur les sociétés.
$T_{IR,h}$	Recettes de l'impôt sur le revenu de la classe h .
T_h	Autres impôts directs acquittés par la classe h .
t_C	Taux de taxe carbone générale. Variable de contrôle.
t_{CI}	Taux de taxe carbone sur les émissions des consommations intermédiaires. Variable de contrôle.
t_{CF}	Taux de taxe carbone sur les émissions des consommations des ménages. Variable de contrôle.
T_y	Somme des recettes des impôts moins subventions sur la production.
τ_{CS}	Taux de cotisations sociales applicable aux salaires nets.
$\tau_{IR,h}$	Taux effectif d'impôt sur le revenu de la classe h .
$\tau_{MC,COM}$	Taux de marge commerciale sur le bien commercial (ou l'agrégat qui l'englobe).
$\tau_{MC,TRANS}$	Taux de marge de transport sur le bien transport (ou l'agrégat qui l'englobe).
$\tau_{S,h}$	Taux d'épargne de la classe h .
$\tau_{TVA,i}$	Taux de TVA à la consommation finale de bien i . La TVA est traitée comme une simple taxe à la consommation prélevée indifféremment sur les consommations finales C, G et I ³ .
$\tau_{w,i}$	Facteur d'évolution du salaire net dans le secteur de production du bien i .
$\tau_{Y,i}$	Taux effectif moyen d'impôt moins subventions sur la production de bien i .
u	Taux de chômage total.
u_h	Taux de chômage de la classe h .
w_i	Salaire net moyen dans la production de bien i .
w	Salaire net moyen toutes productions confondues.
$\omega_{C,h,i}$	Part de la consommation de la classe h dans la consommation totale des ménages en bien i .
Y_i	Production de bien i .

Paramètres calibrés

$\overline{A_{T0}}$	Masse de référence d'autres transferts. Calibré sur les données du TEE.
$\overline{\alpha_{ji0}}$	Coefficient technique de référence, quantité de bien i nécessaire à la production de bien j .
$\overline{CAF_{h0}}$	Capacité d'autofinancement de référence de la classe h . Calibrée sur le TEE décomposé.

³ Dans le TES l'investissement est par convention valorisé à des prix intégrant la TVA. Le traitement de la TVA comme une taxe à la consommation masque certains effets distributifs entre productions, d'autant plus négligeables que le modèle est agrégé en biens. Elle est quasiment sans effet discernable sur les résultats macroéconomiques ou ceux distributifs concernant les ménages.

$\overline{CAF_{S0}}$	Capacité d'autofinancement de référence des sociétés. Calibrée sur le TEE.
$\overline{CAF_{G0}}$	Capacité d'autofinancement de référence des administrations publiques. Calibrée sur le TEE.
$\overline{CAF_{RDM0}}$	Capacité d'autofinancement de référence du reste-du-monde. Calibrée sur le TEE.
$\overline{C_{i0}}$	Consommation de référence des ménages en bien i . Calibrée sur le TES hybridé.
$\overline{C_{i,h0}}$	Consommation de référence en bien i de la classe de ménages h . Calibrée sur le TES désagrégé.
$\overline{D_{G0}}$	Dettes nettes de référence des administrations publiques. Calibré sur les comptes de patrimoine.
$\overline{D_{h0}}$	Dettes nettes de référence de la classe h . Calibré sur les comptes de patrimoine décomposés.
$\overline{D_{RDM0}}$	Dettes nettes de référence du reste-du-monde. Calibré sur les comptes de patrimoine.
$\overline{D_{S0}}$	Dettes nettes de référence des sociétés. Calibré sur les comptes de patrimoine.
$\overline{\gamma_{CF,i0}}$	Coefficient d'émission de référence de l'énergie i consommée par les ménages. Calibré sur le TES hybridé.
$\overline{\gamma_{CI,ij0}}$	Emission de CO ₂ de référence de l'énergie i consommée pour la production de bien j . Calibré sur le TES hybridé.
$\overline{FBCF_{G0}}$	Formation brute de capital fixe de référence des administrations publiques. Calibrée sur le TES.
$\overline{G_{i0}}$	Consommation finale en bien i de référence des administrations publiques.
$\overline{H_{h0}}$	Nombre de ménages de référence de classe de ménages h
$\overline{i_{H0}}$	Taux d'intérêt effectif de référence sur la dette des ménages.
$\overline{i_{S0}}$	Taux d'intérêt effectif de référence sur la dette des sociétés.
$\overline{i_{G0}}$	Taux d'intérêt effectif de référence sur la dette des administrations publiques.
$\overline{k_{i0}}$	Intensité en capital de référence du bien i (besoin unitaire en capital du bien i). Calibré sur les données de consommation de capital fixe.
$\overline{l_{i0}}$	Intensité en travail de référence du bien i (besoin unitaire en travail du bien i).
$\overline{L_0}$	Population active mesurée en équivalents temps plein (donnée INSEE).
$\overline{L_{h0}}$	Population active de la classe h (équivalents temps plein). Calibrée par application au total L , des parts de la population active constatées sur l'agrégation en m classes de l'échantillon de 10305 ménages de l'enquête Budget des Familles 2001 de l'INSEE.
$\overline{\lambda_{ji0}, \lambda_{L,i0}, \lambda_{K,i0}}$	Coefficients de la fonction de production CES sur les parts variables des demandes conditionnelles de facteurs. Calibrés selon les conditions de premier ordre de minimisation des coûts appliquées à l'équilibre de référence (fonctions des prix p_{Cij0} , p_{Li0} et p_{Kl0} , des quantités α_{ij0} , l_{i0} et k_{i0} , ainsi que des parts incompressibles θ_{ij} , θ_{Kl} et θ_{Li}).
$\overline{M_{i0}}$	Importations de bien i de référence. Calibré sur les données du TES hybridé.

\overline{N}_{h0}	Population totale de la classe h . Calibrée par application à la population totale 2004, des parts de la population totale constatées sur l'agrégation en m classes de l'échantillon de 10305 ménages de l'enquête Budget des Familles 2001 de l'INSEE.
$\overline{N}_{A,h0}$	Nombre d'actifs de référence au sens du BIT de la classe h (somme du nombre de chômeurs et du nombre d'actifs occupés de référence de la classe).
$\overline{N}_{L,h0}$	Population employée de référence de la classe h (équivalents temps plein). Calibrée sur les données des comptes nationaux.
$\overline{N}_{P,h0}$	Nombre de retraités de référence dans la classe h . Calibré par application à la population retraitée 2004, des parts de la population retraitée constatées sur l'agrégation en m classes de l'échantillon de 10305 ménages de l'enquête Budget des Familles 2001 de l'INSEE.
$\overline{\omega}_{AT,h}$	Part des autres transferts captés par les ménages qui échoit à la classe h . Calibrée comme la part captée par la classe h des revenus autres que ceux du travail, dans l'agrégation en m classes de l'échantillon de 10305 ménages de l'enquête Budget des Familles 2001 de l'INSEE.
$\overline{\omega}_{ATH}$	Part des autres transferts captée par les ménages (toutes classes confondues). Calibrée sur le TEE.
$\overline{\omega}_{ATS}$	Part des autres transferts captée par les sociétés. Calibrée sur le TEE (agrégat des sociétés financières et non financières, ainsi que des institutions sans but lucratif).
$\overline{\omega}_{ATG}$	Part des autres transferts captée par les administrations publiques. Calibrée sur le TEE.
$\overline{\omega}_{K,h}$	Part des revenus du capital captés par les ménages qui échoit à la classe h . Calibrée comme la part captée par la classe h des revenus autres que ceux du travail, dans l'agrégation en m classes de l'échantillon de 10305 ménages de l'enquête Budget des Familles 2001 de l'INSEE.
$\overline{\omega}_{KH}$	Part des revenus du capital captée par les ménages (toutes classes confondues). Calibrée sur le TEE.
$\overline{\omega}_{KS}$	Part des revenus du capital captée par les sociétés. Calibrée sur le TEE (agrégat des sociétés financières et non financières, ainsi que des institutions sans but lucratif).
$\overline{\omega}_{KG}$	Part des revenus du capital captée par les administrations publiques. Calibrée sur le TEE.
$\overline{\omega}_{L,h0}$	Part des revenus salariaux nets de référence perçue par la classe de ménage h . Calibrée sur le TEE décomposé.
$\overline{\omega}_{UC,h}$	Proportion des unités de consommation (UC) de la classe h dans le total des UC nationales.
$\overline{\pi}_{i0}$	Taux de marge de référence (excédent net d'exploitation, ENE) dans la production de bien i . Calibré comme un simple ratio de l'ENE à la production distribuée (donnée par le TES), après calcul de l'ENE comme la différence de l'EBE et de la consommation de capital fixe des branches (données INSEE).
$\overline{p}_{C,i0}$	Prix à la consommation des ménages de référence pour le bien i . Calibré sur le TES hybridé.
$\overline{p}_{I,i0}$	Prix de référence à la consommation finale du bien i pour l'investissement.
$\overline{p}_{M,i0}$	Prix de référence de l'importation de bien i . Calibré sur le TES hybridé.
$\overline{p}_{M,PET0}$	Prix d'importation du pétrole brut. Calibré sur le TES hybridé.
$\overline{p}_{Y,i0}$	Prix référence du bien i au producteur. Calibré sur le TES hybridé.
\overline{PIB}_0	Produit intérieur brut de référence. Calibré sur le TES hybridé.
\overline{R}_{h0}	Revenu consommé de la classe h . Calibré sur le TEE désagrégé.

$\overline{\rho_{A,h,0}}$	Autres transferts moyens par tête de référence pour la classe h . Calibré sur le TEE désagrégé à l'aide des comptes de la protection sociale et de l'enquête <i>Budget des familles</i> , 2001.
$\overline{\rho_{P,h,0}}$	Transferts moyens par tête par tête de référence aux retraités de la classe h . Calibré sur le TEE désagrégé à l'aide des comptes de la protection sociale et de l'enquête <i>Budget des familles</i> , 2001.
$\overline{\rho_{U,h,0}}$	Transferts moyens par tête de référence aux chômeurs de la classe h . Calibré sur le TEE désagrégé à l'aide des comptes de la protection sociale et de l'enquête <i>Budget des familles</i> , 2001.
$\overline{t_{AIP,i}}$	Autres impôts sur produits par unité de consommation du bien i . Calibré en rapportant le produit fiscal affecté à chaque produit i (donnée TES corrigée de la TIPP) au volume consommé en référence $Y_{i0} + M_{i0} - X_{i0}$ (les exportations sont supposées exonérées).
$\overline{t_{TIPP_{PCF},i}}$	TIPP par TEP de carburant sur les consommations finales. La TIPP est isolée des autres impôts sur produits et affectée aux produits GG15 et GG2B (TICGN) : produits pétroliers raffinés et gaz naturel. La ventilation entre TIPP supportée par les ventes intermédiaires et les ventes finales de combustibles est réalisée à partir des données du CPDP.
$\overline{t_{TIPP_{CI},i}}$	TIPP par TEP de carburant sur les consommations intermédiaires. La TIPP est isolée des autres impôts sur produits et affectée aux produits GG15 et GG2B (TICGN) : produits pétroliers raffinés et gaz naturel. La ventilation entre TIPP supportée par les ventes intermédiaires et les ventes finales de combustibles est réalisée à partir des données du CPDP.
$\overline{T_0}$	Somme des prélèvements obligatoires de référence. Calibré sur le TEE.
$\overline{T_{h0}}$	Autres impôts directs de référence acquittés par la classe h . Calibré sur le TEE décomposé.
$\overline{\tau_{CS0}}$	Taux de cotisations sociales de référence applicable aux salaires nets. Calibré sur les données du TEE.
$\overline{\tau_{FBCF,h}}$	Proportion des dépenses de formation brute de capital fixe de la classe h par rapport à son revenu disponible brut. Calibré sur les données du TEE.
$\overline{\tau_{FBCF,S}}$	Proportion des dépenses de formation brute de capital fixe des sociétés par rapport à leur revenu disponible brut. Calibré sur les données du TEE.
$\overline{\tau_{IR,h,0}}$	Taux effectif de référence d'impôt sur le revenu de la classe h . Calibré comme le ratio de l'IR au RDBAI, après répartition du total national d'IR entre les m classes selon celle observée pour les paiements d'IR dans l'agrégation en m classes de l'échantillon de 10305 ménages de l'enquête Budget des Familles 2001 de l'INSEE.
$\overline{\tau_{IS}}$	Taux effectif d'impôt sur les sociétés. Calibré comme le ratio du produit fiscal de l'impôt sur les sociétés à la part de l'EBE qui échoit aux sociétés.
$\overline{\tau_{MC,i}}, \forall_{i \neq \text{COMP}}$	Taux de marge commerciale sur le bien i , hormis le composite (variable).
$\overline{\tau_{MSCI,ij}}$	Taux de marge spécifique sur les consommations intermédiaires. Défini par la procédure de calibrage hybride.
$\overline{\tau_{MSC,i}}$	Taux de marge spécifique sur les consommations des ménages. Défini par la procédure de calibrage hybride.
$\overline{\tau_{MSG,i}}$	Taux de marge spécifique sur les dépenses publiques. Défini par la procédure de calibrage hybride.
$\overline{\tau_{MSI,i}}$	Taux de marge spécifique sur les biens d'investissement. Défini par la procédure de calibrage hybride.
$\overline{\tau_{MSX,i}}$	Taux de marge spécifique sur les exportations. Défini par la procédure de calibrage hybride.
$\overline{\tau_{MT,i}}, \forall_{i \neq \text{COMP}}$	Taux de marge de transport sur le bien i , hormis le composite (variable).
$\overline{\tau_{TVA,i,0}}$	Taux de référence de TVA à la consommation finale de bien i . Calibré sur les données du TES.
$\overline{\tau_{Y,i,0}}$	Taux effectif moyen de référence d'impôt moins subventions sur la production de bien i . Calibré sur les données du TES.

$\overline{u_0}$	Taux de chômage total de référence. Calibré sur les données des comptes nationaux.
$\overline{u_{h0}}$	Taux de chômage de référence de la classe h . Calibré sur le tableau démographique désagrégé.
$\overline{UC_{h0}}$	Nombre d'unité de consommation de référence de la classe h .
$\overline{w_{i0}}$	Salaire net de référence versé pour la production de bien i . Calibré sur les données du TES.
\overline{w}	Salaire net de référence moyen toutes productions confondues. Calibré sur les données du TES.
$\overline{Y_{i0}}$	Production de référence de bien i . Calibré sur les données du TES hybridé.

Paramètres non calibrés

β_i	Part incompressible moyenne (besoin essentiel) de la consommation des ménages en bien i . Calculée pour chaque bien i de sorte que le besoin incompressible de chaque unité de consommation de la classe h soit égal à 80% de la consommation réelle pour la classe la moins consommatrice.
β_{ji0}	Asymptote technique de référence du coefficient technique α_{ji} .
$\beta_{K_{i0}}$	Asymptote technique de référence de l'intensité en capital du bien i .
$\beta_{L_{i0}}$	Asymptote technique de référence de l'intensité en travail du bien i .
σ_0	Elasticité de substitution de référence des parts variables des facteurs.
$\sigma_{CR,i}$	Elasticité-revenu de la consommation des ménages de bien i . Tiré de quatre scénarios contrastés construits avec le modèle IMACLIM-R France pour la période 2004-2020.
$\sigma_{CP,i}$	Elasticité-prix de la consommation des ménages de bien i . Tiré de quatre scénarios contrastés construits avec le modèle IMACLIM-R France pour la période 2004-2020.
$\sigma_{Mp,i0}$	Elasticité de référence du ratio des importations à la production domestique de bien i aux termes de l'échange. Evalué à partir de Cachia (2008).
$\sigma_{\Phi,i}$	Elasticité du coefficient de progrès technique du secteur i à sa consommation de capital fixe (dont l'évolution est prise comme approximation de celle de l'investissement cumulé).
$\sigma_{\Theta,i}$	Elasticité du coefficient de rendements décroissants du secteur i à la production.
$\sigma_{Xp,i0}$	Elasticité de référence des exportations aux termes de l'échange de bien i . Evalué à partir de Cachia (2008).
σ_{wU0}	Elasticité de référence du salaire net moyen au taux de chômage.
t_C	Taux de taxe carbone exogène introduit par le dispositif de réforme.
t_{REF}	Temps de développement de la réforme (années).
δ_{DEM}	Hypothèse exogène d'évolution du ratio démographique (taux de variation)
δ_{DP}	Pourcentage cible de réduction du ratio de la dette publique au PIB dans l'option d'un contrôle de l'endettement public.
δ_{DN}	Pourcentage cible de réduction du ratio de la dette nationale au PIB dans l'option d'un contrôle de l'endettement national.

IV.1. Affectation des valeurs aux paramètres non calibrés

La Table X suivante synthétise les valeurs affectées aux paramètres exogènes. Avec ces valeurs le modèle est calibré pour reproduire les statistiques de 2020.

Table X : Paramétrage de référence des paramètres non calibrés

Paramètres	Valeurs de référence				
β_{ih}	CARB	0,22 tonnes équivalent pétrole (tep) par personne			
	AUTRES E	0,39 tonnes équivalent pétrole (tep) par personne			
β_{ih}	COMP	75%	100%	100%	100%
	PETBRUT	100%	100%	100%	20%
	CARB	75%	100%	100%	80%
	AUTRES E	75%	80%	80%	80%
β_{Ki}		75%	80%	80%	80%
β_{Li}		75%	80%	80%	80%
σ				120%	
σ_{Cpi}	CARB	-0,57			
	AUTRES E	-1,03			
σ_{CRi}	CARB	+0,29			
	AUTRES E	+0,52			
σ_{Mpi}	COMP	-1,00			
	PETBRUT	-1,00			
	CARB	-1,00			
	AUTRES E	-0,10*			
σ_{Xpi}	COMP	+0,60			
	PETBRUT	+0,60			
	CARB	+0,60			
	AUTRES E	+0,06			
$\sigma_{\Theta i}$	COMP	+1,04			
	PETBRUT	+1,00			
	CARB	+1,00			
	AUTRES E	+1,00			
$\sigma_{\Phi i}$	COMP	+1,00**			
	PETBRUT	+1,00**			
	CARB	+1,00**			
	AUTRES E	+1,00**			
t_{CI}		Nulle			
t_{CF}		Nulle			
σ_{wu}		-0,1			
t_{REF}		16 ans***			

* Puisqu'il existe peu d'échanges internationaux d'électricité on suppose que la sensibilité l'agrégat AUTRES E est 10% moindre.

** Dans ce papier, nous avons supposé neutre l'effet du progrès technique.

*** L'horizon de moyen-long terme apparaît explicitement dans le modèle dans les équations d'évolution de l'endettement.

V. Expériences numériques : définition, indicateurs et résultats

V.1. Définition des simulations numériques

Les simulations sont définies en donnant le choix des équations et des paramètres alternatifs retenus. Ces variantes, par rapport au système calibré, produisent de nouveaux tableaux comptables. Ces derniers seront comparés à la projection 2020, ou aux tableaux qui résultent de la simulation d'un dispositif de réforme. Dans l'article, par exemple, le report de l'âge de départ en retraite est un scénario plus réaliste que le « laissez-faire » ; nous l'utilisons comme référence pour notre analyse.

Dans la table Y, pour désigner les équations alternatives, nous faisons référence à la nomenclature introduite dans la Table V. Les valeurs alternatives données aux paramètres sont précisées. Les autres paramètres conservent les valeurs obtenues avec la méthode précédente.

Table Y : Définition des simulations de l'article « Taxe carbone, retraites et déficits publics : le coût caché du cloisonnement des expertises »

Simulation	Configuration	Paramétrage	Référence au texte	
S1	Hausse du ratio démographique de 13% (report de l'âge légal de départ en retraite de trois ans), autres taux de fiscalité constants (règle de neutralité budgétaire AFC)	REPAGE-1 FINPUB-1 DETNAT-0	$\delta_{DEM} = 13\%$	Section 2.1
S2	Ajustement du ratio démographique (report de l'âge légal de départ en retraite) pour atteindre une réduction du ratio de la dette publique au PIB de 15,6 % (annulation du déficit des retraites sur la période 2011-2020)	REPAGE-2 FINPUB-3 DETNAT-0	$\delta_{DP} = -15,6 \%$	Section 2.1
S3	Ajustement du niveau des dépenses publiques (consommation et investissement) pour atteindre une réduction du ratio de la dette publique au PIB de 15,6 % (annulation du déficit des retraites sur la période 2011-2020)	DEPPUB-3 FINPUB-3 DETNAT-0	$\delta_{DP} = -15,6 \%$	Section 2.2
S4	Ajustement du taux de cotisation sociale pour atteindre une réduction du ratio de la dette publique au PIB de 15,6 % (annulation du déficit des retraites 2011-2020)	AJUST-3 FINPUB-3 DETNAT-1	$\delta_{DP} = -15,6 \%$	Section 3.1
S5	Taxe carbone générale de 200€/tCO ₂ recyclée en baisse des cotisations sociales associée à un ajustement des taux d'impôt sur le revenu nécessaire pour atteindre une réduction du ratio de la dette publique au PIB de 15,6 %	AJUST-1 FINPUB-3 DETNAT-1	$t_C = 200\text{€/tCO}_2$ $\delta_{DP} = -15,6 \%$	Section 3.1
S6	Hausse des taux du taux de cotisation sociale de 7 pts (idem S5) et ajustement du taux d'impôt sur le revenu pour atteindre une réduction du ratio de la dette publique au PIB de 15,6 % (annulation du déficit des retraites sur la période 2011-2020)	AJUST-1 FINPUB-3 DETNAT-1	$\tau_{IR,h} = \overline{\tau_{IR,h0}} + 2,9$ $\delta_{DP} = -15,6 \%$	Section 3.1 Note de bas de page 20
S7	Ajustement du taux d'une taxe carbone générale affectée au remboursement de la dette publique de façon à atteindre une réduction du ratio de la dette publique au PIB de 15,6 % (annulation du déficit des retraites sur la période 2011-2020)	AJUST-5 FINPUB-3 DETNAT-1	$\delta_{DP} = -15,6 \%$	Section 3.1 Note de bas de page 21
S8	Taxe carbone générale non recyclée, calculée pour atteindre une réduction d'émission de CO ₂ identique à celle induite par le dispositif S5.	AJUST-3 FINPUB-1 DETNAT-0	$t_C = 200\text{€/tCO}_2$	Section 3.2
S9	Ajustement du taux de TVA pour atteindre une réduction du ratio de la dette publique au PIB de 15,6 % (annulation du déficit des retraites 2011-2020)	AJUST-4 FINPUB-3 DETNAT-1	$\delta_{DP} = -15,6 \%$	Section 3.2
S10	Profil de taxe carbone générale affectée au remboursement de la dette publique	FINPUB-1 RECYCL-3 DETNAT-1	$t_C = \{20\text{€/tCO}_2 ; 40\text{€/tCO}_2 ;$ $\dots\text{etc}\dots ; 1\ 000 \text{€/tCO}_2 \}$	Section 3.2
S11	Ajustement des taux d'impôt sur le revenu pour atteindre une réduction du ratio de la dette publique au PIB de 15,6 % (annulation du déficit des retraites sur 2011-2020)	AJUST-1 FINPUB-3 DETNAT-1	$\delta_{DP} = -15,6 \%$	Section 3.2

V.2. Définition des indicateurs

La majorité des résultats sont donnés sous forme de pourcentages (+x%, -x%, id.) qui désignent les **variations enregistrées par rapport à une référence définie comme la situation sans taxe carbone**—de fait, celle de l'économie française en 2004. Les variations du taux de chômage, de la pression fiscale, du ratio de la dette au PIB sont en revanche donnés en points de pourcentage, qui ont paru plus parlants : une variation de +1 de la pression fiscale, qui s'élève à 44,84% en référence, signifie bien qu'elle grimpe de 1 point pour atteindre 45,84% du fait de la réforme—et non qu'elle progresse de 1% pour atteindre 45,29%. Nous ne donnons que les résultats agrégés tels que ceux présentés dans le texte, sans détailler les résultats par classes de ménages. Le lecteur pourra se reporter aux articles traitant des questions redistributives ; il y trouvera un complément d'analyse.

Les résultats rapportés sous forme monétaire sont exprimés en millions d'euros 2004 (l'unité monétaire des statistiques sur lesquelles le modèle est calibré).

INDICATEURS DE PERFORMANCE

Une série d'indicateurs de performance mesurent le succès des réformes dans les différentes dimensions où leurs résultats sont attendus (qui recouvrent de fait les trois dimensions canoniques du développement durable : dimension économique, dimension environnementale, dimension sociale).

Environnement

L'impact des réformes sur l'environnement, raison première de leur mise en œuvre, est synthétisé par la variation induite des émissions totales de CO₂.

Activité et emploi

L'impact des réformes sur l'activité et l'emploi est synthétisé par :

- le **PIB**, ramené en termes réels selon la méthode de Fisher,
- l'**emploi total**, qui désigne précisément la somme des équivalents temps plein employés,
- les **milliers d'équivalents temps plein** correspondant aux variations d'emploi,
- l'**évolution du taux de chômage** correspondant aux variations d'emploi, donnée en points de pourcentage à ajouter ou retrancher au taux observé en référence, qui est de 9,6% (une évolution de +1,0 indique que la réforme induit un taux de chômage de $9,6 + 1 = 10,6\%$).

Politique budgétaire

Deux indicateurs de politique budgétaire visent à préciser les termes de l'arbitrage entre rigueur budgétaire (RDPC), et *statu quo* de la pression fiscale (PFC) voire de la fiscalité *stricto sensu* (AFC) :

- L'indicateur **dette publique / PIB** donne les variations du ratio de la dette des administrations publiques (Etat, collectivités locales, fonction publique hospitalière) au PIB. La dette publique est définie comme la somme de deux termes, (i) l'endettement de référence¹ dont on suppose qu'il est constant par rapport au numéraire, le bien composite international—ceci revient à considérer que la dette est majoritairement libellée en monnaie étrangère ; et (ii) l'impact du glissement du déficit budgétaire constaté sur ce stock, calculé en supposant un horizon de développement de la réforme de 20 ans, et une divergence linéaire entre le déficit de référence et celui induit par la taxe.

- La **pression fiscale** est calculée comme le ratio entre les prélèvements obligatoires et le PIB. Les prélèvements obligatoires comprennent la TVA, la TIPP, un agrégat d'autres impôts sur produits, un agrégat de cotisations sociales (salariales et patronales confondues) assis sur les salaires nets, un agrégat d'impôts et subventions à la production assis sur les volumes produits ; l'impôt sur les sociétés, assis sur l'excédent net d'exploitation ; l'impôt sur le revenu (IR) ; un agrégat d'autres impôts des ménages, dont le montant est indexé sur les prix à la consommation.

Dépendance énergétique

Deux indicateurs marquent l'impact de la réforme sur la dépendance énergétique de l'économie française : les **Importations de pétrole brut** en volume (MTEP), et la **Facture énergétique extérieure** agrégée en millions d'euros 2004. Ces deux indicateurs, qui évoluent pour toutes les réformes dans un sens favorable (l'effet direct de la hausse des prix des énergies fossiles est toujours supérieur à un éventuel effet relance) traduisent un bénéfice secondaire qui peut avoir son importance dans un contexte de géopolitique de l'énergie particulièrement sensible.

Position extérieur et déséquilibre macroéconomique

L'indicateur **dette nationale / PIB** donne les variations du ratio de la dette totale des institutions nationale (classes de ménages, sociétés, administrations publiques) au PIB. Les hypothèses et modalités de calcul sont similaires à celles présentée plus haut pour le ratio de la dette publique au PIB (dette majoritairement libellée en monnaie étrangère et divergence linéaire par rapport à la position extérieur dans la situation prise comme référence).

Lorsque ce ratio d'endettement national est contraint dans les simulations, le **taux d'épargne moyen des ménages** est ajusté. Il s'agit de la fraction non consommée du revenu disponible après impôt de l'ensemble des classes de ménages.

¹ Il s'agit dans la comptabilité nationale de la position nette du patrimoine financier des administrations publiques.

INDICATEURS INTERMÉDIAIRES

Afin de faciliter la compréhension des résultats synthétisés dans les indicateurs de performance, le texte s'appuie sur divers indicateurs intermédiaires, dont les tableaux qui suivent systématisent la présentation.

Système productif agrégé

Le **poids total de la fiscalité** représente le ratio de la somme des prélèvements obligatoires directs et indirects sur la production (impôts et subventions à la production, cotisations sociales, mais aussi TIPP et autres impôts sur produits supportés par les consommations intermédiaires), au coût de production total.

Les **salaires nets nominaux** suivent la même évolution que le salaire net nominal moyen de l'économie, dont les fluctuations sont gouvernées par les tensions sur le marché de l'emploi selon une boucle salaire-chômage.

Les **prélèvements sur l'énergie** agrègent la TIPP et la nouvelle taxe carbone payée par les productions sur leurs consommations d'énergies—en effet il est intéressant de noter qu'en réduisant leurs consommations de fossiles du fait de la taxe carbone, les productions réduisent aussi leurs versements de TIPP. Les variations sont rapportées en millions d'euros 2004, afin de pouvoir être comparées à celles des cotisations sociales.

Les **cotisations sociales** agrègent la masse des prélèvements obligatoires effectués sur le travail, sans distinguer entre cotisations salariales et patronales.

Production composite

Trois indicateurs de l'évolution du coût de la **production composite**, qui 'pèse' 97% de la valeur ajoutée, explicitent les variations de ce déterminant majeur de l'impact ultime :

- Les variations du **prix de production** sont données par rapport au numéraire du modèle, le bien composite international, et traduisent donc l'impact de la réforme sur la compétitivité de l'économie française. Elles expliquent aussi pour partie l'évolution du pouvoir d'achat du salaire net en bien composite (*cf. infra*).

- **L'intensité en travail** de la production composite évolue en fonction d'un arbitrage dicté par les variations de prix relatif des 6 intrants représentés (4 consommations intermédiaires, dont 3 d'énergie, travail, consommation de capital fixe). Ses variations traduisent à la fois un changement technique dans la myriade de processus de production sous-jacents à l'agrégat composite, mais aussi une réorientation de la composition de cet agrégat en faveur des activités plus intensives en main d'œuvre (et moins en énergie), en particulier les services. Elles sont évidemment pour une grande part dans l'évolution de l'emploi total.

- Le **poids de la fiscalité** dans la production composite désigne le même ratio que celui présenté plus haut pour la production agrégée. En l'absence de taxe carbone les cotisations et les impôts nets de subvention représentent 13% du coût de production. La variation de cette charge, mécaniquement corrélée à l'hypothèse de recyclage retenue, explique pour une grande part celle du prix de production dont nous avons souligné l'importance.

Consommation réelle des ménages (dépenses privés)

En l'absence de fonction d'utilité qui synthétiserait l'impact de la réforme sur le bien-être des ménages, trois indicateurs de la **consommation (C) réelle** sont fournis pour estimer cet impact :

- La **consommation réelle totale** est calculée en rapportant la somme des dépenses de consommation à l'indice des prix à la consommation, estimé selon la méthode de Fisher. C'est l'indicateur le plus proche d'une variation d'utilité, cependant il faut garder à l'esprit qu'il considère implicitement la consommation d'énergies comme une source de bien-être en soi, sans prendre en compte le fait que la taxe carbone ne peut manquer d'induire une évolution des équipements énergétiques² qui implique une amélioration du service énergétique (confort thermique, éclairage, autres services résidentiels, transport) à consommation constante.

- la **consommation réelle de bien composite**, qui représente la part du budget consacrée aux dépenses non-énergétiques, dont l'amélioration peut constituer un indicateur significatif, en particulier pour les classes de ménage à faible revenu dont les besoins en services énergétiques sont fortement rigides à la baisse.

- la **consommation réelle d'énergie**. L'effort d'hybridation opéré au moment du calibrage du modèle nous permet de rapporter des variations de millions de tonnes équivalent pétrole (MTEP) *stricto sensu*, plutôt que d'un bien quasi physique agrégeant toutes sortes de service (abonnement, dépannage, etc.).

Commerce extérieur

Les **exportations de bien composite en volume (vol.)** suivent l'évolution des termes de l'échange avec une élasticité fixe, la demande mondiale étant supposée exogène.

En revanche, ce n'est que le ratio des importations réelles à la production nationale qui est élastique aux termes de l'échange³. Ceci signifie que les **importations de bien composite** ont tendance à évoluer proportionnellement à la production, donc à progresser lorsque l'activité augmente. En conséquence l'impact d'une baisse du prix du bien composite sur le solde commercial n'est pas univoque.

² Dans notre modélisation la « consommation » de ces équipements est agrégée pour part à la consommation de bien composite (biens durables), et pour part à la FBCF des ménages (évolution du parc résidentiel).

³ À l'exception notable du pétrole brut, dont la production domestique, très faible, est supposée invariable, le solde de la consommation étant automatiquement importé au prix du marché international (constant dans les simulations sauf indication contraire).

Dépense publique

La **dépense publique réelle**, à notre niveau d'agrégation, correspond à une consommation du seul agrégat composite⁴. Elle est en général en augmentation significative, du fait de la règle de constance de son poids dans le PIB : la valorisation du PIB repose sur celle de l'ensemble de ses composantes, et notamment sur celle des consommations d'énergies, dont le prix augmente fortement relativement à celui du bien composite du fait de la taxe carbone. Une proportion constante du PIB permet donc un surcroît de dépense publique en présence d'une taxe carbone significative. Le calcul d'une consommation effective vise précisément à corriger les conséquences distributives de cette hypothèse.

Investissement

L'**investissement** réel résulte de la somme de la FBCF des ménages (définie comme une part constante de leur RDB), des entreprises (part constante de leur RDB également) et des administrations publiques (part constante du PIB). Cette offre de capital fixe rencontre une demande définie par l'arbitrage des productions et le niveau d'activité (consommation de capital fixe corrigée d'un scalaire supposé constant), le marché s'équilibrant par une correction identique des taux d'intérêts des différents agents (Gherzi et Thubin, 2009).

Pouvoir d'achat du salaire net moyen

Deux indicateurs portent sur l'évolution du pouvoir d'achat (PA) du salaire net moyen, ce dernier élément étant défini comme le rapport de la masse salariale nette sur le nombre total d'équivalents temps plein employés.

- Le PA **en bien composite** est calculé en rapportant le salaire net moyen au prix du bien composite à la consommation des ménages, égal au prix de production augmenté de marges de transport et de commercialisation (taux fixes), d'impôts sur produits, et de TVA.
- Le PA **toutes consommations** est calculé en rapportant le salaire net moyen à l'indice des prix à la consommation, qui outre l'évolution du prix du bien composite englobe celle des 2 agrégats énergétiques consommés par les ménages (carburants et énergie résidentielle). L'indice est calculé selon la méthode de Fisher.

Pouvoir d'achat du revenu disponible brut

Le **pouvoir d'achat du revenu disponible brut** offre un indicateur plus large que celui du salaire net moyen, en prenant en compte non seulement les évolutions de l'emploi (masquées par un indicateur 'unitaire' comme le pouvoir d'achat du salaire moyen) mais aussi celles de l'ensemble des

⁴ Par convention la comptabilité nationale traite la production de services publics comme les autres productions de biens et services, et la fait consommer dans son intégralité par les administrations publiques. La consommation d'énergies des services publics est donc soumise à la taxe carbone comme n'importe quelle autre consommation intermédiaire.

revenus des ménages plutôt que des seules rémunérations du travail. Il est décliné, comme le pouvoir d'achat du salaire moyen, en PA **bien composite** et PA **toutes consommations**.

V.3. Résultats détaillés

La Table Z donne le détail des résultats des simulations numériques du texte, pour les indicateurs que nous venons de décrire et pour les simulations définies plus haut (Table Y). La plupart des résultats sont exprimées en variations relativement à l'état économique produit par le scénario « report de l'âge de départ en retraite qui annule les déficits » (S2). Seuls les résultats des simulations S1, S2, S3 et S8, sont exprimés relativement à une autre situation, précisée en bas de page.

Table Z : Résultats détaillés des simulations de l'article « Taxe carbone, retraites et déficits publics : le coût caché du cloisonnement des expertises »

	S1 ¹	S2 ²	S3 ³	S4	S5	S6	S7	S8 ⁴
Comblement du déficit des retraites (2004-2020)	79%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Ratio démographique	+13%	+17%	id.	id.	id.	id.	id.	id.
Taux de cotisation sociale (points de % par rapport à 22,7%)	id.	id.	id.	+7,2	-7,0	-7,0	id.	id.
Taux d'impôt sur le revenu (points de % par rapport à 10,7%)	id.	id.	id.	id.	id.	+3,0	id.	id.
Taxe carbone (€/tCO ₂)	0	0	0	0	200	0	709	200
Taux de TVA (points de % par rapport à 7,2%)	id.	id.	id.	id.	id.	id.	id.	id.
Emissions de CO ₂	-1,5%	-1,9%	-1,5%	-0,8%	-27,7%	+39,5%	-54,7%	id.
PIB réel	-1,4%	-1,9%	-1,7%	-2,1%	+0,4%	+1,6%	-4,4%	-1,0%
Emploi total	-1,4%	-1,9%	-1,8%	-2,4%	+2,1%	+0,3%	-1,4%	-1,4%
Emploi total (milliers ETP)	-474	-623	-457	-470	+665	+66	-211	-357
Taux de chômage (point de %)	+1,4	+1,8	+1,7	+2,2	-1,9	-0,2	+1,3	+1,3
Ratio de la dette publique au PIB	-4,9%	-6,2%	-6,2%	id.	id.	id.	id.	+2,4%
Pression fiscale (point de %)	-0,6%	-0,2%	+0,2%	+6,1%	+4,6%	-3,7%	+13,5%	+1,2%
Ratio de la dette nationale au PIB	-6,7%	-8,5%	-6,2%	id.	id.	id.	id.	+4,2%
Taux d'épargne des ménages	id.	id.	id.	+0,0	+0,2	-0,1	+0,3	id.
Importations de pétrole brut (vol.)	-1,3%	-1,7%	-1,4%	-0,6%	-16,1%	+20,1%	-31,4%	+0,1%
Facture énergétique extérieure	-1,4%	-1,8%	-1,5%	-0,7%	-14,4%	+17,8%	-24,3%	+0,1%
Poids total de la fiscalité sur les systèmes productifs	-0,2%	-0,2%	-0,2%	+14,3%	-5,3%	-10,7%	+22,6%	+15,9%
Salaires nets nominaux	-3,3%	-4,2%	-4,0%	-4,7%	+4,8%	+0,7%	-2,8%	-3,2%
Prélèvements sur les consom. interm. d'énergie (millions € 2004)	-260	-332	-313	+21	+45 642	-45 642	+105 949	-71
Cotisations sociales (millions € 2004)	-8 260	-10 542	-10 043	+60 527	-66 009	+1 131	-6 739	+69 472
Prix de production du bien composite	-1,7%	-2,1%	-2,0%	+2,3%	+0,1%	-2,0%	+3,7%	+2,9%
Intensité en travail du bien composite	+0,0%	+0,0%	+0,0%	-0,3%	+0,9%	-0,6%	+1,2%	-0,3%

¹ Comme dans le texte, les chiffres pour les simulations S1, S2 et S3 sont exprimés relativement à la projection des tableaux statistiques pour 2020 (présentés en section I.3).

² Idem.

³ Idem.

⁴ Les chiffres donnés pour la simulation S8 sont exprimés non pas relativement à la simulation « report de l'âge de la retraite » (S2), mais par rapport à la simulation du dispositif « taxe carbone de 200€/recyclée en baisse des cotisations sociale et hausse d'IR ».

Poids de la fiscalité sur le secteur de production de composite	-0,1%	-0,2%	-0,2%	+14,5%	-10,6%	-5,6%	+8,0%	+17,1%
Consommation réelle des ménages (dépense privée)								
Totale (indice de Fisher)	-2,4%	-3,0%	-1,4%	-1,6%	-1,1%	+2,7%	-7,1%	-0,1%
Bien composite	-2,4%	-3,2%	-1,4%	-1,7%	+1,3%	+0,5%	-2,5%	-0,2%
Energie (MTEP)	-1,4%	-1,8%	-1,2%	+0,0%	-23,0%	+30,1%	-36,5%	+0,8%
Exportations de composite (vol.)	+0,9%	+1,2%	+1,1%	-1,2%	-0,1%	+1,1%	-1,9%	-1,5%
Importations de composite (vol.)	-3,1%	-4,0%	-3,8%	+0,1%	+1,3%	-1,1%	+1,1%	+1,8%
Proportion importée de composite	-1,5%	-1,9%	-1,8%	+2,0%	+0,1%	-1,7%	+3,3%	+2,6%
Balance commerciale (millions € 2004)	+17 167	+21 973	+20 708	+2 922	+7 211	-11 137	+25 402	-6 477
Consommation publique réelle de bien composite	-1,8%	-2,3%	-6,1%	-1,6%	+3,2%	-1,5%	+3,1%	-0,5%
Immobilisation réelle de bien composite (vol. d'investissement)	-1,6%	-2,0%	-1,9%	-2,1%	+0,9%	+1,1%	-3,0%	-1,0%
Pouvoir d'achat du salaire net moyen								
En bien composite	-0,4%	-0,5%	-0,5%	-4,3%	+2,6%	+2,2%	-4,6%	-4,3%
Toutes consommations	-0,5%	-0,6%	-0,5%	-4,2%	-1,3%	+6,2%	-13,4%	-4,2%
Pouvoir d'achat du revenu disponible brut								
En bien composite	-2,3%	-3,0%	-1,4%	-1,6%	+3,1%	-1,3%	+2,7%	-0,5%
Toutes consommations	-2,4%	-3,1%	-1,4%	+0,2%	+1,0%	+0,3%	-5,0%	-2,4%

	S9	S10/20€ ⁵	S10/1000€	S11
Comblement du déficit des retraites (2004-2020)	100%	100%	100%	100%
Ratio démographique	id.	id.	id.	id.
Taux de cotisation sociale (points de % par rapport à 22,7%)	id.	id.	id.	id.
Taux d'impôt sur le revenu (points de % par rapport à 10,7%)	id.	id.	id.	+1,4
Taxe carbone (€/tCO ₂)	0	20	1 000	0
Taux de TVA (points de % par rapport à 7,2%)	+1,8	id.	id.	id.
Emissions de CO ₂	-1,0%	-3,0%	-57,7%	-27,7%
PIB réel	+0,0%	+1,6%	-6,4%	+0,4%
Emploi total	+0,2%	+1,8%	-2,5%	+2,1%
Emploi total (milliers ETP)	+203	+590	-485	+665
Taux de chômage (point de %)	-0,2	-1,6	+2,3	-1,9
Ratio de la dette publique au PIB	id.	+6,0%	-2,5%	id.
Pression fiscale (point de %)	+3,6%	+0,9%	+17,9%	+4,6%
Ratio de la dette nationale au PIB	id.	-16,3%	+3,5%	id.
Taux d'épargne des ménages (point de %)	+0,2	id.	id.	+0,2
Importations de pétrole brut (vol.)	-1,0%	-1,0%	-36,9%	-16,1%
Facture énergétique extérieure	-0,8%	-1,0%	-27,7%	-14,4%
Poids total de la fiscalité sur les systèmes productifs	-0,0%	+1,5%	+30,1%	-5,3%
Salaires nets nominaux	+0,5%	+4,1%	-4,9%	+4,8%
Prélèvements sur les consom. interm. d'énergie (millions € 2004)	+196	+6 248	+141 405	+45 642
Cotisations sociales (millions € 2004)	+1 262	+9 768	-11 605	-66 009
Prix de production du bien composite	+0,7%	+2,3%	+4,6%	+0,1%
Intensité en travail du bien composite	+0,1%	+0,1%	+1,6%	+0,9%
Poids de la fiscalité sur le secteur de production de composite	-0,1%	+0,8%	+11,1%	-10,6%
Consommation réelle des ménages (dépense privée)				
Totale (indice de Fisher)	+0,3%	+2,6%	-9,9%	-1,1%

⁵ Les résultats détaillés sont donnés uniquement pour les deux extrêmes du profil de taxe carbone non recyclée simulé. La simulation a été réalisée de 20€ en 20€ jusqu'à 1 000€.

Bien composite	+0,4%	+3,0%	-4,3%	+1,3%
Energie (MTEP)	-1,8%	-2,4%	-41,0%	-23,0%
Exportations de composite (vol.)	-0,4%	-1,2%	-2,3%	-0,1%
Importations de composite (vol.)	+0,8%	+4,1%	+0,5%	+1,3%
Proportion importée de composite	+0,6%	+2,0%	+4,0%	+0,1%
Balance commerciale (millions € 2004)	-2 767	-18 708	+35 161	+7 211
Consommation publique réelle de bien composite	+0,6%	+2,4%	+3,5%	+3,2%
Immobilisation réelle de bien composite (vol. d'investissement)	-0,3%	+1,8%	-4,6%	+0,9%
Pouvoir d'achat du salaire net moyen				
En bien composite	-1,9%	+0,2%	-6,2%	+2,6%
Toutes consommations	-2,2%	-0,2%	-17,5%	-1,3%
Pouvoir d'achat du revenu disponible brut				
En bien composite	+0,8%	+3,0%	+2,5%	+3,1%
Toutes consommations	+2,4%	+4,5%	-8,2%	+1,0%