



Comment construire des scénarios énergétiques pertinents et acceptables ?

Retour d'expérience d'une recherche-action d'élaboration de scénarios coopératifs, en France et en Allemagne



Sandrine Mathy

Prospective, scénarios et décision publique

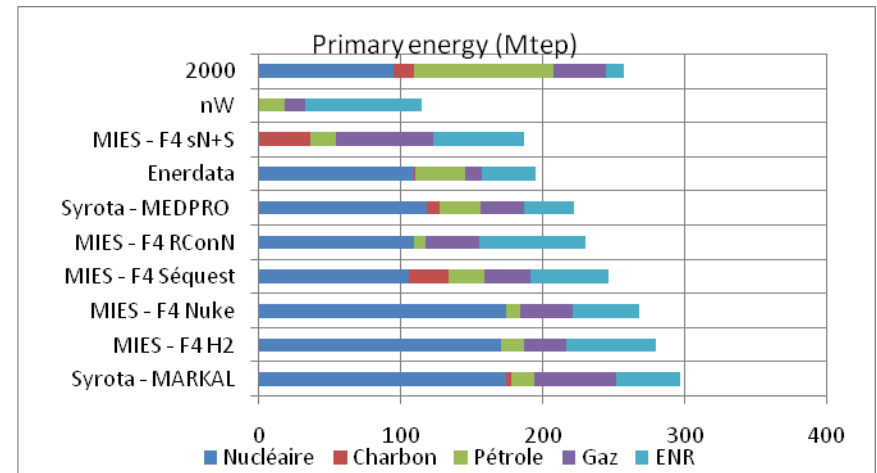
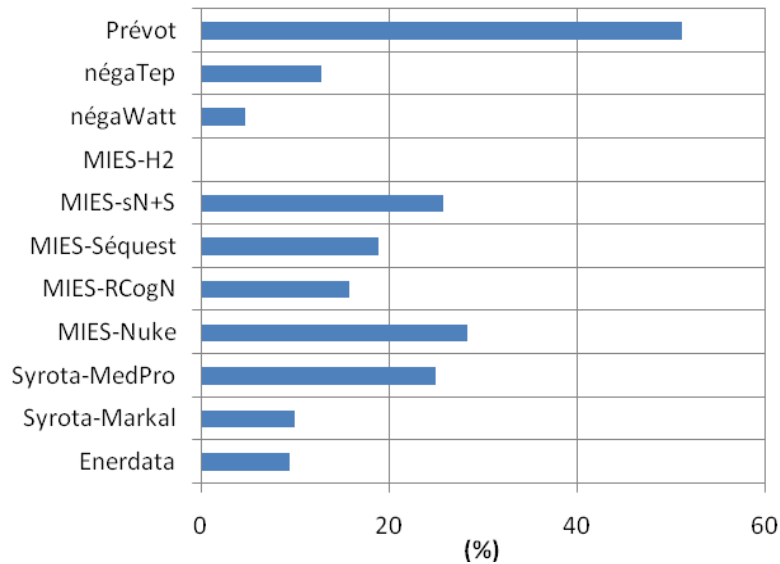
- **Quelle légitimité?**
 - Visions normatives (nW, Prévot)
 - Porteur d'intérêt (RTE, UFE, GDF, AREVA)
 - Commande publique (Syrota, MIES, DGEC)
- **Quelle crédibilité?**
 - Peu ou pas d'évaluation économique ou financière des scénarios
 - Potentiel technique
 - Forte dispersion des résultats
 - Boite noire

Prospective, scénarios et décision publique

- **Quelle légitimité?**
 - Visions normatives (nW, Prévot)
 - Porteur d'intérêt (RTE, UFE, GDF, AREVA)
 - Commande publique (Syrota, MIES, DGEC)
- **Quelle crédibilité?**
 - Peu ou pas d'évaluation économique ou financière des scénarios
 - Potentiel technique
 - Forte dispersion des résultats
 - Boite noire

Forte dispersion des résultats

Part de l'électricité dans les transports
(Prévoit en 2030)



MATHY S., FINK M., BIBAS R. (2011) Quel rôle pour les scénarios Facteur 4 dans la construction de la décision publique ? Développement Durable et Territoires,

Prospective, scénarios et décision publique

- **Quelle légitimité?**
 - Visions normatives (nW, Prévot)
 - Porteur d'intérêt (RTE, UFE, GDF, AREVA)
 - Commande publique (Syrota, MIES, DGEC)
- **Quelle crédibilité?**
 - Peu ou pas d'évaluation économique ou financière des scénarios
 - Potentiel technique
 - Forte dispersion des résultats
 - Boite noire
- **Diagnostic:**
 - Manque de confrontation de ces scénarios au regard critique du public: manque d'appropriation
 - Quelle utilité pour la décision publique?

Impliquer les parties prenantes dans la construction des scénarios

ENCILOWCARB: Engaging Civil Society in Low Carbon Scenarios

Proposal for project design to address socio-political acceptance by means of collaborative scenario definition process involving CSO stakeholders.

Partenariat instituts de recherche (économie, sociologie), ONG en France et Allemagne

Parties prenantes: secteur privé, ministères, associations (ONG, associations de consommateurs), syndicats, banques

- **Renforcer et élargir la légitimité et la crédibilité**
- **Pour intégrer d'autres dimensions : Politique et social**

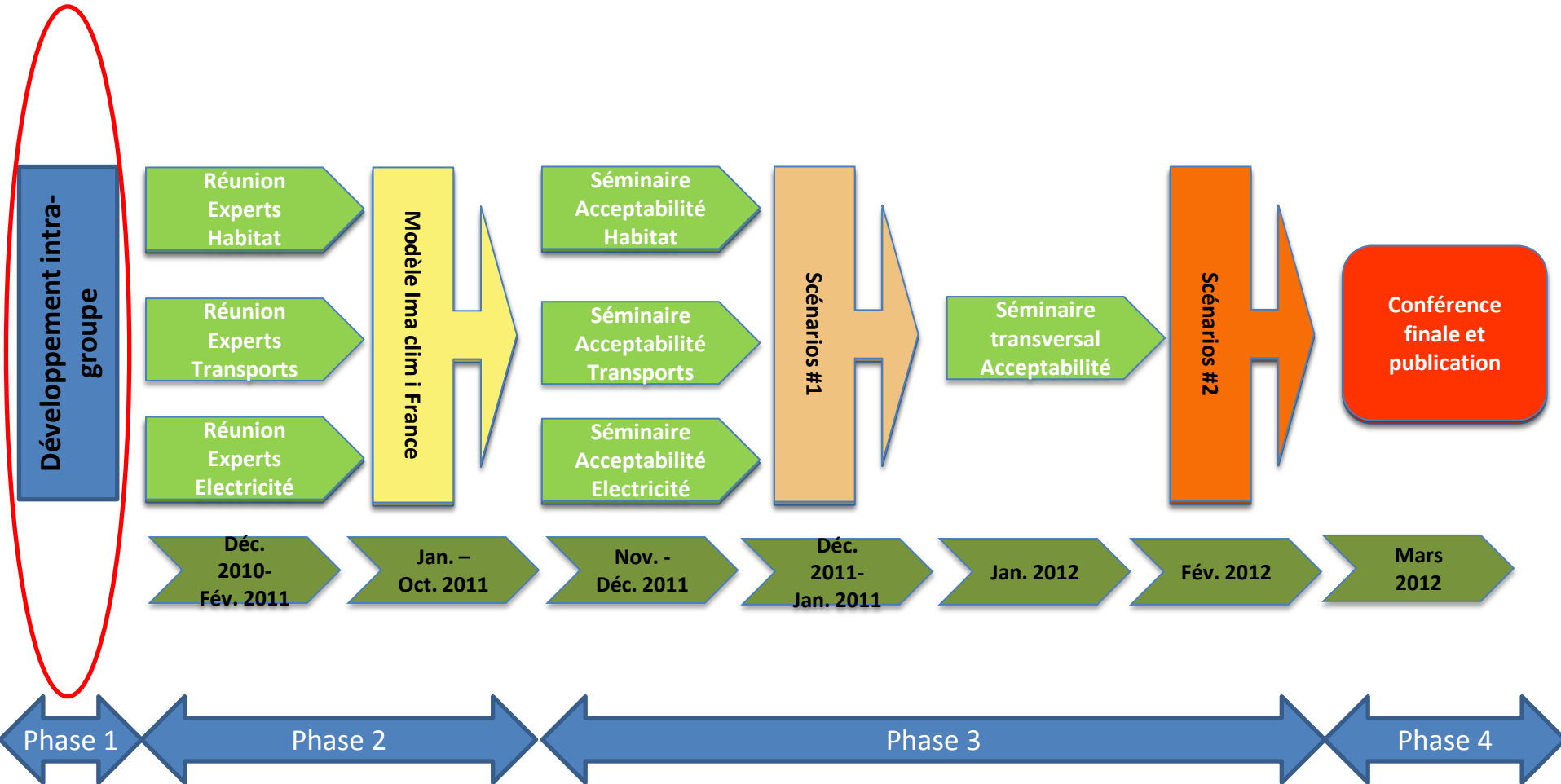
Deux principes

- **Réalisme: cohérence avec les potentiels physiques**
- **Acceptabilité: maximiser le niveau d'acceptabilité par les parties prenantes**

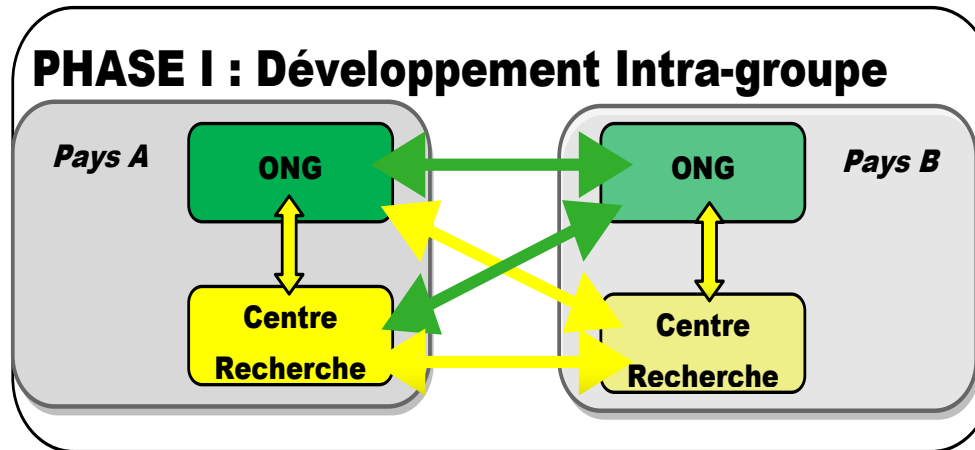
Scénario collaboratif: définition du process

- Approche interdisciplinaire qui vise à...
 - ... produire des scénarios quantitatifs issus de modèles hybrides entre ingénieurs et économistes
 - ... définir les conditions d'acceptabilité par les parties prenantes
- **Etape 1: Développement intra-groupe**
- **Etape 2: Validation des hypothèses par les experts**
- **Etape 3 :Conditions de mises en oeuvre politique et acceptabilité des scénarios**
- **Etape 4: Scénarios intégrés**

Phase 1: Développement intra-groupe

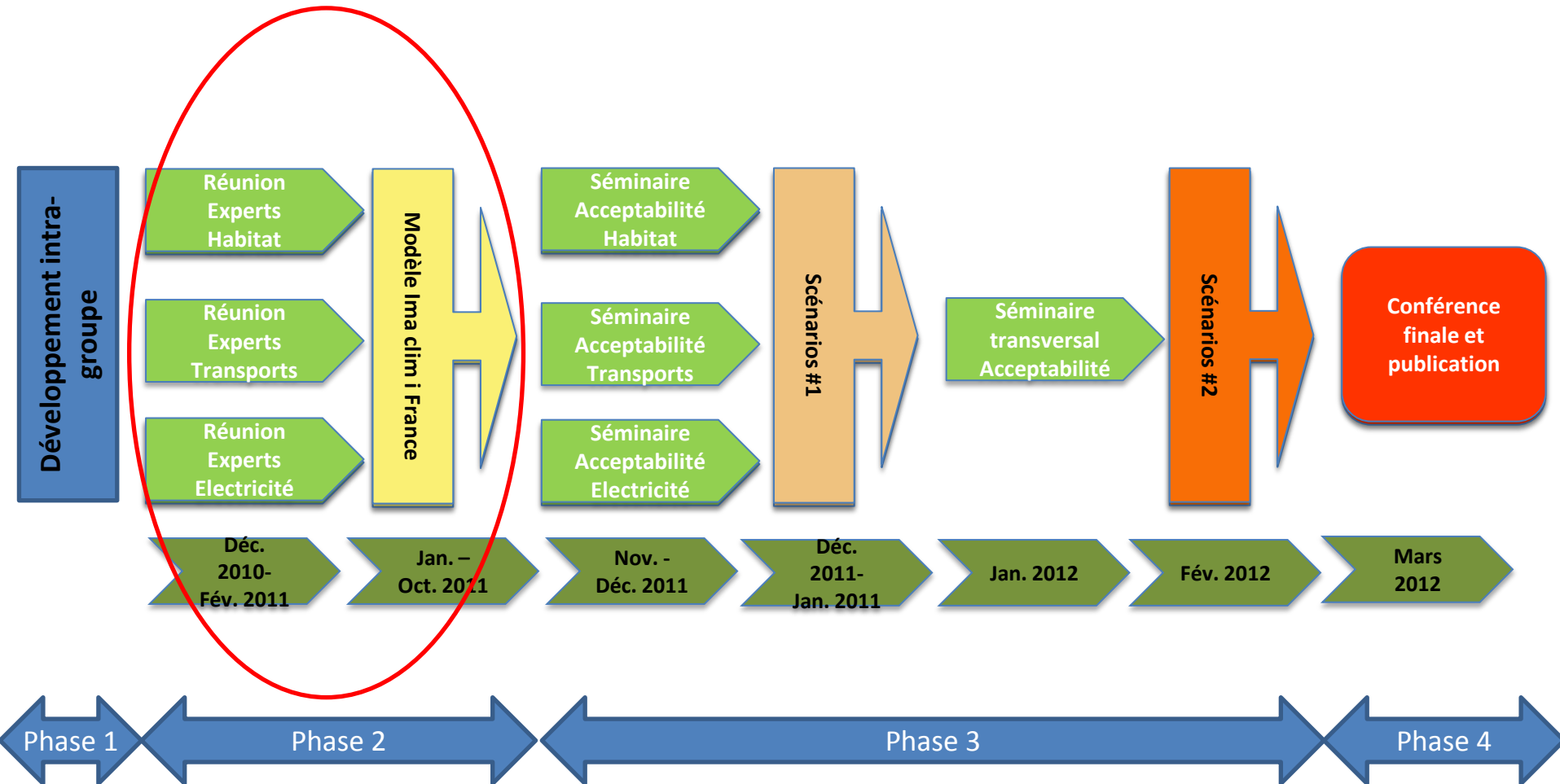


Phase 1: développement intra-groupe

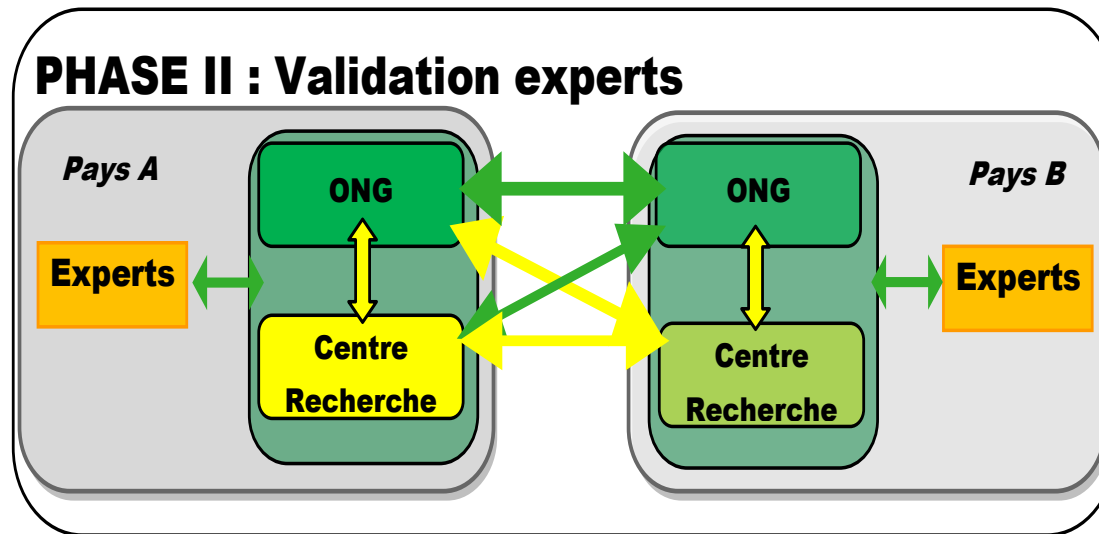


- Combiner des cultures professionnelles différentes avec des cultures nationales différentes
- Tuckman (1965) : étapes du développement d'un "groupe"
 - forming, storming, norming, performing
- "Wish-lists" pour rendre les attentes de chacun explicites

Phase 2: Validation par les experts

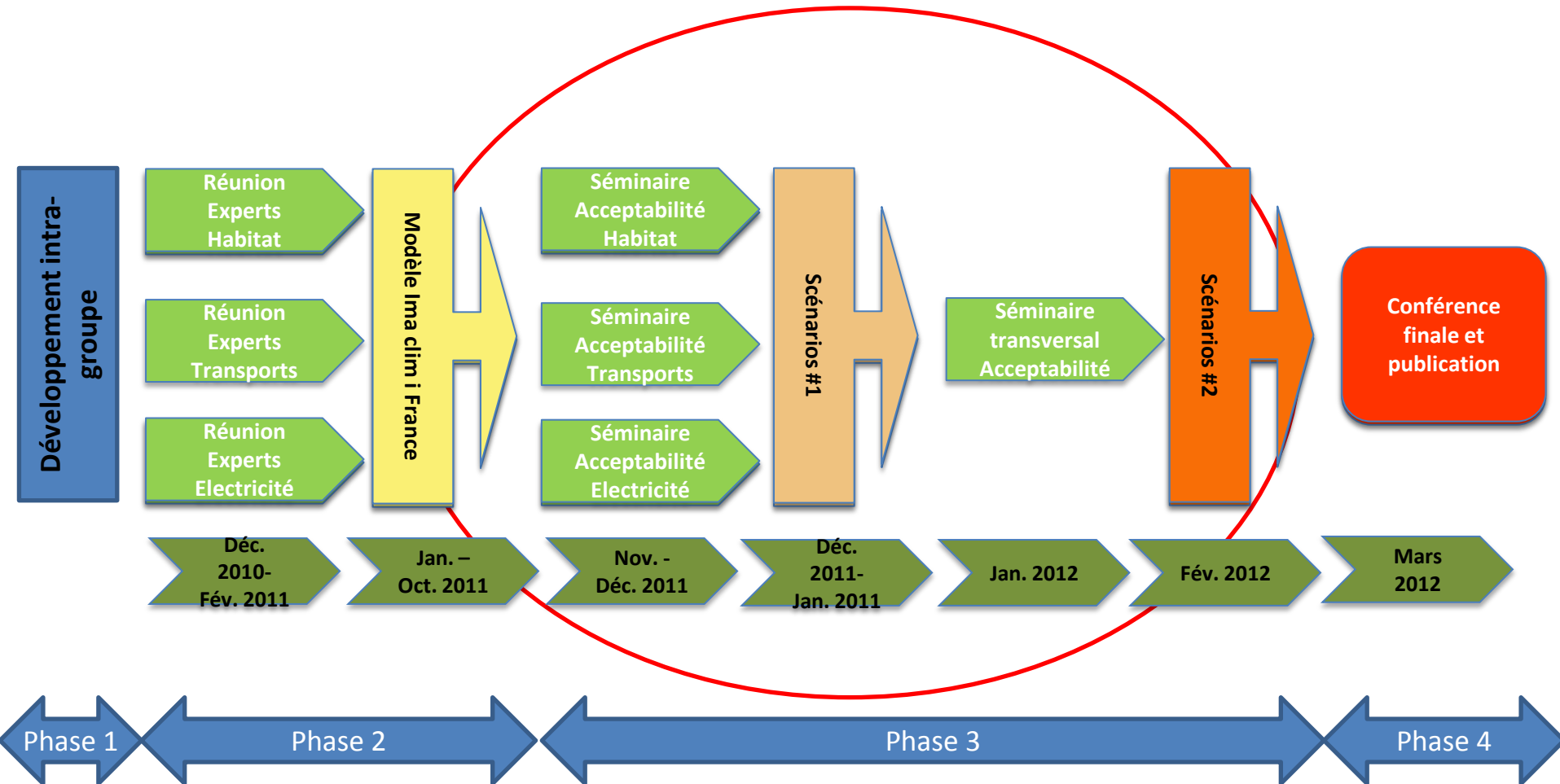


Phase 2: Validation par les experts

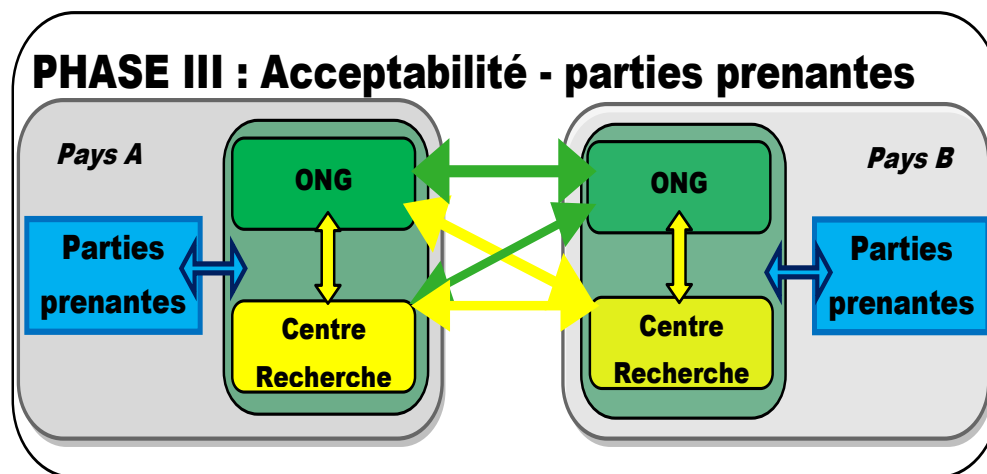


- “Qu’est ce qui est technologiquement possible dans le futur?”
- Workshops d’experts (une quinzaine pour chaque secteur)
- Validation des hypothèses, implémentation de technologies (coûts, rendements, conditions de pénétration...)

Phase 3 : Mesures et acceptabilité

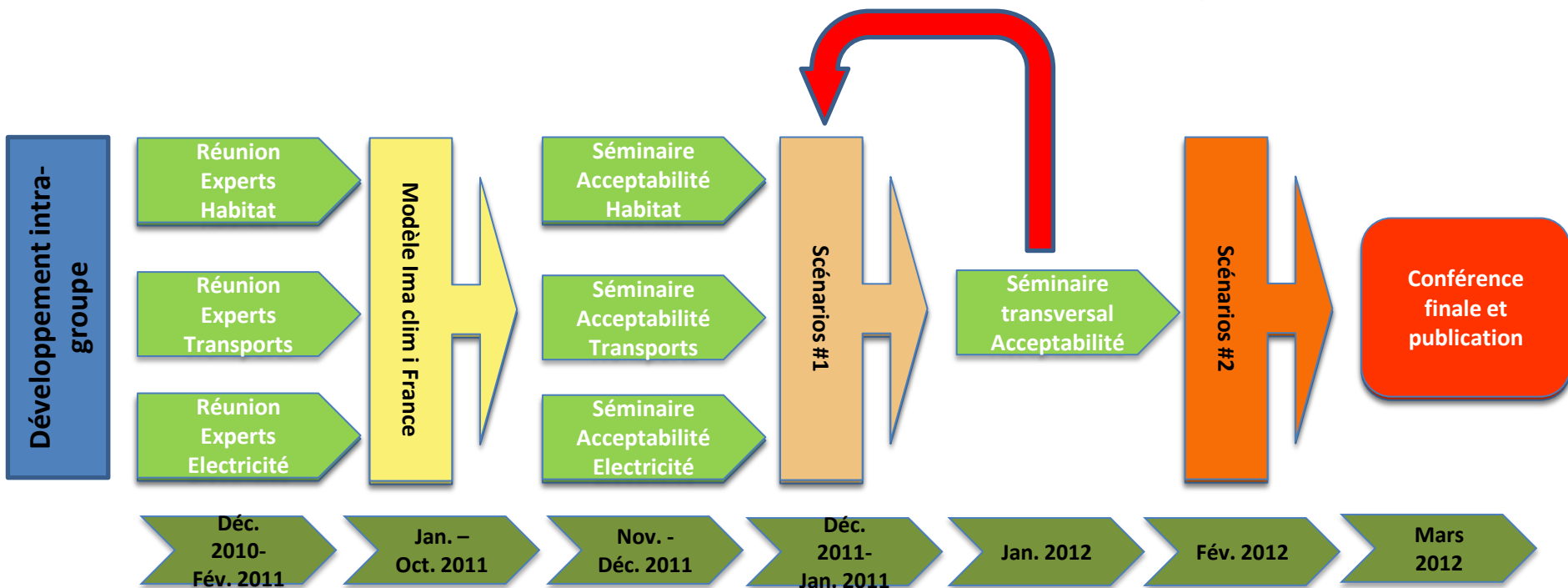


Phase 3 : Mesures et acceptabilité



- Workshops sectoriels parties prenantes avec représentants de la société civile
- Se prononcer sur acceptabilité des politiques et mesures

Phase 4 : Scénarios intégrés



- Traduire les politiques et mesures dans le modèle
- Retour vers les parties prenantes
- Nouvelle itération

Le défi: la traduction des politiques et mesures dans le modèle

Exemple du procédé de traduction: secteur résidentiel – rénovation thermique

Obstacle à la rénovation thermique :

Accès aux crédits d'impôts et subventions conditionnés à des apports personnels significatifs

Accès au prêt à taux zéro difficile sans cofinancement

Recommandations des parties prenantes pour surmonter ces obstacles :

Création d'une obligation de fond de rénovation pour les copropriétés

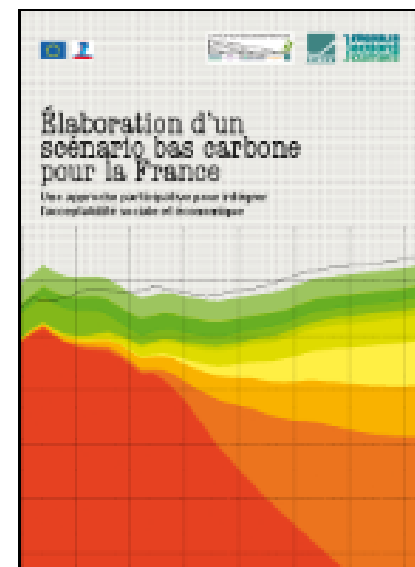
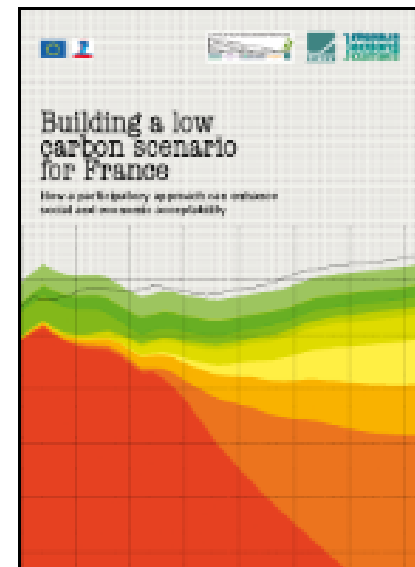
Tiers financement de long terme

Traduction en paramètres de modélisation :

Réduction de l'aversion au risque pour la rénovation

Elaboration d'un scénario bas carbone pour la France

- Partenariat RAC-F et CIRED
- Modèle Imaclim-R France
- Modèle de simulation
- Modèle hybride
- Modules sectoriels (transports, résidentiel, électricité)
- Pas de contrainte d'émissions
- Impact des politiques et mesures sur la croissance, les trajectoires d'émissions, l'emploi, les ménages



Méthodologie d'élaboration de scénarios participatifs

- Questionnaires sur l'**acceptabilité** (échelle de Likert) de politiques et mesures sectorielles et fiscales
- Electricité, transports, résidentiel
- Une mesure est considérée comme acceptable si une certaine proportion des parties prenantes la considèrent comme acceptable
- 1 scénario regroupant les mesures acceptables dans tous les secteurs: quelle réduction des émissions?
- Tests de sensibilité

Secteur résidentiel

Crédit d'impôt développement durable	Crédit d'impôt de 30% de la valeur de l'équipement
Prêt à taux zéro pour la rénovation	Jusqu'à 30.000€ par logement sur 10-15 ans
Réglementation thermique pour les constructions neuves	50kWh/m ² /an après 2012 BEPOS après 2020
Obligation de fond de rénovation pour les copropriétés	Réduction de l'aversion au risque
Tiers financeurs	Réduction de l'aversion au risque
Biogaz	Jusqu'à 17% du gaz en 2050
Taxe carbone (€/tCO ₂)	32 en 2012 - 56 en 2020 - 100 en 2030 - 300 en 2050 Reversée de manière forfaitaire aux ménages
Tarif progressif	Consommation au dessus de 60 kWh/m ²

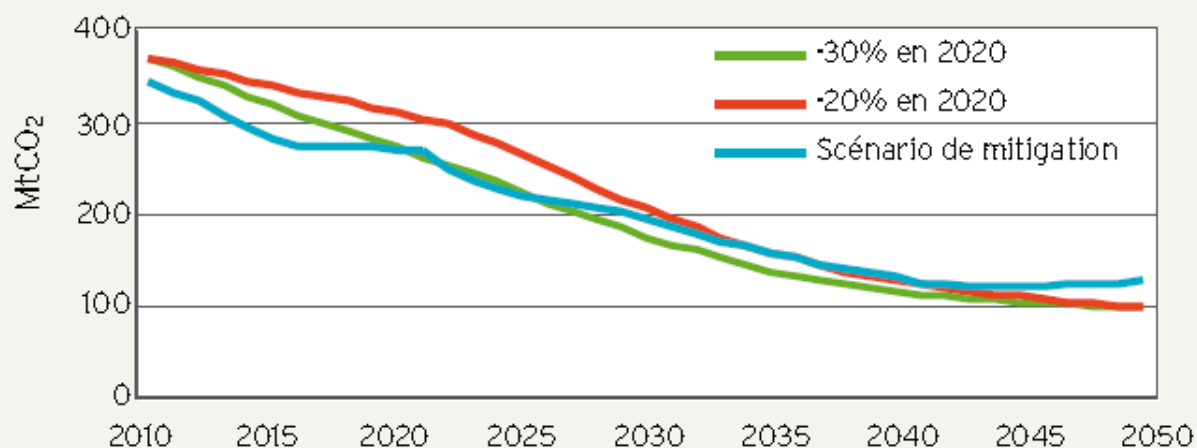
Secteur transport

Planification urbaine	Ralentissement de l'étalement urbain jusqu'en 2030 Accroissement de la densité urbaine moyenne à partir de 2030
Télétravail	1 jour travaillé sur 10
Taux d'occupation des voitures	1,25 à 1,5 dans les aires urbaines
Eco-redevance poids lourds	1,2 Mds € en 2012
Taxe sur le kérosène	400€/tep à partir de 2012
Transports urbains	Investissements doublés pendant 20 ans après 2012 (3Mrds €/an)
Transport ferroviaire	Investissements de 3Mrds €/an pendant 20 ans
Investissements routiers	Déduction des investissements dans les transports urbains et ferroviaires
Bonus-malus	Jusqu'en 2050 avec bilan financier annuel neutre
Logistique	Découplage annuel de 1% des besoins de transports de marchandises
Infrastructures	Part modale du transport ferroviaire de marchandises = 20% en 2030
Agrocarburants	5 Mtep en 2020 (9%) - 16 Mtep en 2050 (39%)
Taxe carbone	32 en 2012 – 56 en 2020 – 100 en 2030 – 300 en 2050 Reversée de manière forfaitaire aux ménages

Secteur électrique

Tarifs d'achat	Décroissance jusqu'à compétitivité des technologies
Maitrise de la demande d'énergie	Mesures implicites pour aplatir la courbe de charge – mesures explicites dans le résidentiel
Interdiction du chauffage électrique	De facto après 2012 (pour le chauffage par effet Joule)
Renforcement du réseau	+ 3€/MWh
Extension de la durée de vie des centrales nucléaires existantes	+ 20 ans pour 40GW
Acceptabilité des technologies	Toutes sauf pour les gaz de schiste
Taxe carbone	32 en 2012 – 56 en 2020 – 100 en 2030 – 300 en 2050 Reversée de manière forfaitaire aux ménages
Tarif progressif	Consommation au dessus de 60kWh/m2

48 - Comparaison de la trajectoire des émissions du scénario de de réduction des émissions aux trajectoires requises pour atteindre le Facteur 4

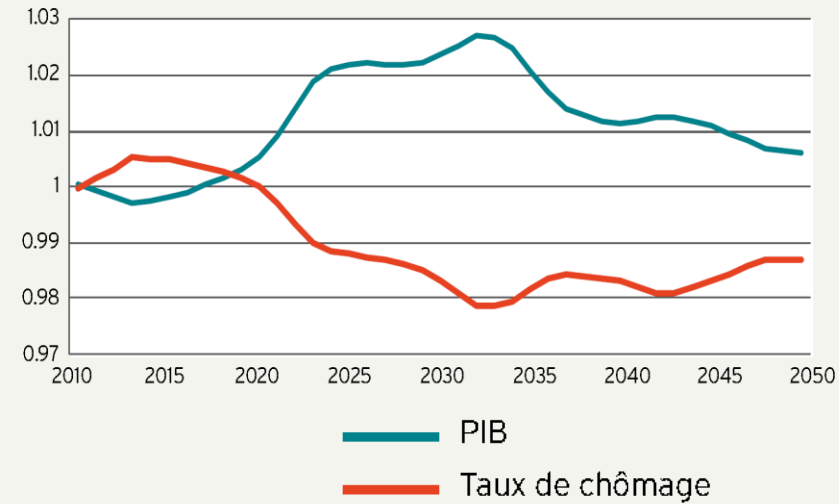


Évolution des émissions sectorielles de CO₂ par rapport à 2010 (scénario de de réduction des émissions)

	2020	2030	2040	2050
Industrie	-33%	-37%	-59%	-57%
Manufacture et services	-36%	-39%	-49%	-49%
Agriculture	-24%	-30%	-42%	-40%
Transport	-19%	-35%	-55%	-60%
Résidentiel	-44%	-62%	-72%	-75%
Électricité	49%	-68%	-100%	-86%
Total	-15%	-39%	-59%	-60%
Total (comparé à 1990)	-31%	-50%	-67%	-68%

Impacts macroéconomiques

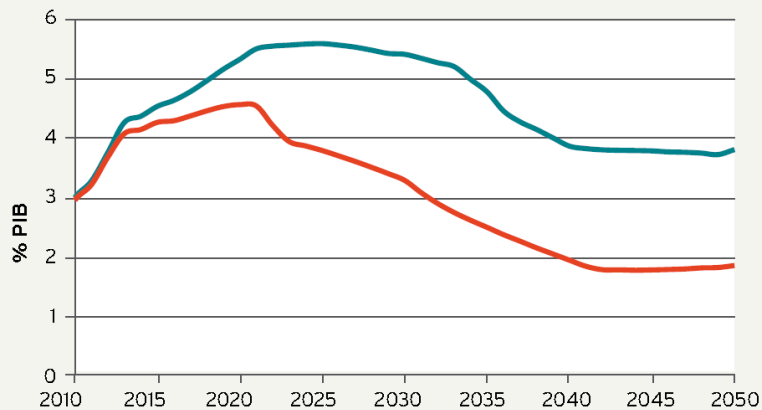
Évolution des Indicateurs macroéconomiques dans le scénario de réduction d'émissions par rapport au scénario de référence (base 1 en 2010)



Taux de croissance annuel moyen du PIB

	2010-2020	2020-2030	2030-2050	2010-2050
Référence	1,19	1,29	1,2	1,22
Sc. Réduction d'émissions	1,24	1,47	1,11	1,24

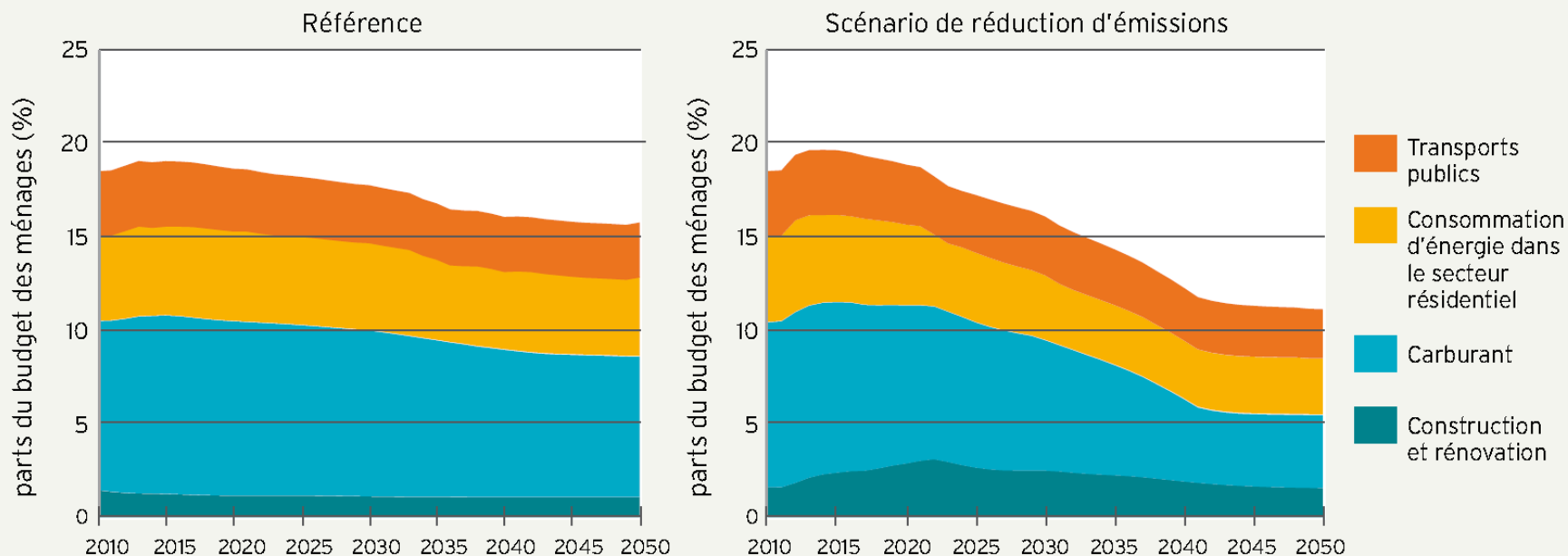
Évolution de la facture énergétique (en points de PIB)



Scénario de référence

Scénario de réduction des émissions

Parts budgétaires des ménages dédiées aux services énergétiques

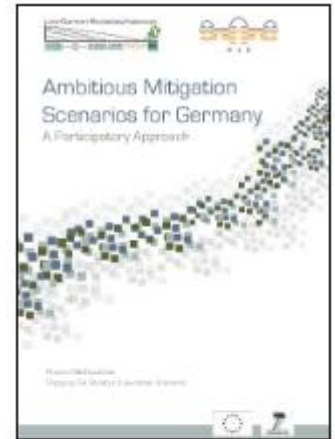


Impact financier des politiques et mesures – Mrds €

	2010	2020	2030	2040	2050
TRANSPORTS					
Ecoredevance poids lourds	0	1.3	1.1	1.1	1.2
Taxe kérosène	0	1.6	1.1	1.4	1.3
INVESTISSEMENTS DANS LES INFRASTRUCTURES					
Transports urbains	+3 Mrds € / an entre 2012 et 2030				
Transport ferroviaire	+3 Mrds € / an entre 2012 et 2030				
Transports routiers	-6 Mrds € / an entre 2012 et 2030				
ELECTRICITE					
Recettes CSPE (Tarifs d'achats)	2.9	1.9	7.9	17.8	12.7
SECTEUR RESIDENTIEL					
Crédit d'impôt	-	-3.3	-2.5	-0.8	-0.5
Eco-Prêt	-	-3.3	-1.9	-0.6	-0.4
Construction	-	-9.5	-9.4	-7.7	-6.3
Rénovation	-	-14.9	-10.3	-3	-1.8
MESURES GLOBALES					
Taxe carbone	0	13.7	18.1	23.9	34.8
TOTAL					
		-12.5	4.1	32.1	41
Manque à gagner TIPP / 2010		-2.4	-5.9	-10.4	-10.9

Ambitious mitigation scenarios for Germany

- Partenariat PIK et Germanwatch
- Modèle Remind-D Germany
- Modèle d'optimisation intertemporelle (maximisation bien-être)
- Modèle hybride
- Modules sectoriels (transports, électricité)
- Contrainte climat: budget d'émission 2010-2050
- Pas de potentiel de réduction à coût négatif. Toute trajectoire de réduction des émissions est sous-optimale / scénario de référence



Méthodologie d'élaboration de scénarios participatifs

- Questionnaires sur indicateurs clés pour le développement futur des secteurs: vision future
- **Réalisme vs souhaitable** ≠ acceptable
- Secteurs transports et électricité
- 3 scénarios contrastés

TRANSPORTS

- Is an increase of total annual freight mileage unavoidable?
- Is multi-modality a viable option for decarbonizing the passenger transport sector?
- Which alternative low-carbon fuels ought to be dominant in the future?

Table 1: Selected results of the Likert-Scale questionnaire of the CSO stakeholder dialogue on the transport sector. All statements relate to the time horizon until 2050. 1 indicates disagreement, 4 neutrality, and 7 agreement. STD = Standard Deviation, MS = Modal Split, MIT = Motorized Individual Transport, PT = Public Transport

Future Development	Likely			Desirable		
	Mean	STD	Mode	Mean	STD	Mode
Annual t-km truck increases	6.55	0.69	7	3.09	2.25	1
Shift t-km from road to rail	3.73	1.74	3	6.09	1.38	7
Decouple freight&GDP growth	4.09	1.3	3/4	5.90	1.87	7
MS MIT decreases to $\leq 50\%$	3.91	1.64	3/5	4.73	2.28	7
MS PT increases significantly	3.64	1.75	5	5.64	1.63	7
MS cycling&walking increases	4.55	2.07	2/7	5.64	1.97	7
Bioethanol $\geq 50\%$ share	3.33	1.55	2	3.33	2.33	1
Biodiesel $\geq 50\%$ share	3.33	1.79	3/5	3.33	2.33	1
Hydrogen dominant fuel	3.55	1.92	3	3.64	1.45	3

ELECTRICITE

- Are landscape externalities of renewable electricity generation (REG) capacities and transmission lines problematic, and what are potential remedies?
- Which energy efficiency growth rate is feasible and what is the role of the rebound effect?
- Which thermal electricity generation capacities are acceptable in the next decades?

Table 2: Selected results of the Likert-Scale questionnaire of the CSO stakeholder dialogue on the electricity sector. All statements relate to the time horizon until 2050. 1 indicates disagreement, 4 neutrality, and 7 agreement. STD = Standard Deviation, TL = Transmission Lines, IND = Industry, HHS = Households, PP = Power Plant, CCS = Carbon Capture and Sequestration.
































Future Development	Likely			Desirable		
	Mean	STD	Mode	Mean	STD	Mode
Local resistance impedes TL	3.57	1.40	2/3/5	1.46	0.66	1
Deploy heavily wind offshore	5.64	1.34	5	4.92	1.89	7
Deploy heavily biogas plants	4.21	1.25	5	3	1.63	2
Elec. demand IND decreases	4.71	1.86	6	4.77	1.94	4/6/7
Elec. demand HHS decreases	4.07	1.90	3	5.07	2.10	7
Rebound effect compensates	5.14	1.35	5	2.92	1.55	1/3/4
Increase Gas PP next decade	5.43	1.16	5	5.54	2.03	6
Decommission existing Coal PP	4.36	1.55	5	5.23	2.24	7
Large scale availability CCS	3.54	1.94	1/4	3.58	2.35	1

Définition des scénarios

Table 3: Summary overview of the model constraints that define the three scenarios, resulting from the participatory process. FT = Freight Transport, PT = Public Transport, MS = Modal Split, REG = Renewable Electricity Generation, PP = Power Plant, CCS = Carbon Capture and Sequestration.

Model Constraint	Continuation	Paradigm Shift	Paradigm Shift+
Decoupling FT&GDP	no	yes	yes
PT share in MS	constant	increase	increase
REG potential	medium	high	high
Energy efficiency	medium	high	high
Decommission Coal PP	no	yes	yes
CCS by 2025	no	no	yes
Biofuel potential	low	low	high

Définition des scénarios

<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 10px;">Electricity</div> <div style="margin-bottom: 10px;">Transport</div> </div>					
			  	  	  
					CCS
	 	  	"Continuation"		
 	 	  		"Paradigm Shift"	
 	 	 			"Paradigm Shift +"

Conclusion

- Comparaison France-Allemagne: forte dépendance au type de modélisation, au niveau de détail...

Etude France

- Rôle potentiel dans la décision publique:
 - Parties prenantes impliquées dans la prise de décision gouvernementale
 - Délimite d'un côté les contours d'un ensemble de mesures faisant consensus, de l'autre les mesures plus ambitieuses nécessitant volontarisme politique et compensations éventuelles
- Acceptabilité parties prenantes \neq acceptabilité sociale
 - Nb de personnes
 - Représentativité
- Réplicabilité avec panel de citoyens pour établir acceptabilité sociale de paquets de mesures « Facteur 4 »