

Précarité Énergétique : Une Modélisation Prospective

Frédéric Gherzi, CIRED

EDF site Wagram, 24 janvier 2012



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

ParisTech
INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES
PARIS INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Plan de la présentation

- Méthodologie
 - IMACLIM-P
 - Définition de classes de ménages, qualification des comportements
 - Articulation macro-micro
- Prospective 2035
 - Hypothèses directrices
 - Scénarisation : la question des retraites
 - Principaux résultats



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Synthèse méthodologique

- Analyse de données et économétrie sur enquête BDF
 - 10240 ménages en 5 classes, comportement E
- Rétropolation sur agrégats nationaux 2004 pour calibrage des 5 classes de ménages d'IMACLIM-P
- Projection à 2035 par IMACLIM-P
 - Sur démographie, croissance productivité, prix E exogènes
 - 2 scénarios d'indexation des retraites
- Désagrégation des résultats 2035
 - Ajustement des pondérations 2004 par restitution d'agrégats de classe



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

IMACLIM-P

Un **MEGC** hybride
étendu aux **questions distributives**
appliqué à la prospective (P)
dans un cadre de **croissance exogène**



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

ParisTech
INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES
PARIS INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Prospective par croissance exogène

- IMACLIM-S version 2.3 (expertise taxe carbone) sauf
 - Accumulation de la dette (vs. déviation de trajectoire)
 - Taux de chômage exogène (vs. boucle salaire/chômage)
 - Politiques publiques « constantes » sans contrainte d'endettement
- Hypothèses centrales
 - Croissance domestique : démographie, productivité du travail (hypothèse d'Harrod), taux de chômage
 - Prix des énergies importées
 - Croissance des marchés mondiaux



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Un MEGC hybride

- Représentation de l'ensemble des marchés
 - Toutes les productions et tous les facteurs selon comptabilité nationale (TES), +/- agrégés
- À « l'équilibre »
 - Équilibre offre /demande par les prix
 - ...mais possibilité de marchés imparfaits : L, oligopoles
- Sur des matrices hybrides
 - Mise en cohérence comptabilité nationale/bilan E
 - Calibrage des fonctions comportementales sur expertise d'ingénieur



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Étendu aux questions distributives

- **Distribution primaire** du revenu entre 3 agents domestiques
 - Ménages, entreprises, administrations publiques, se partagent les revenus des facteurs, consomment, investissent, prêtent ou empruntent
- **Distribution secondaire** du revenu : transferts y compris intérêts sur les positions nettes
- Le **Reste Du Monde** se contente de vendre les importations, d'acheter les exportations et de solder les flux financiers (pas de comportement propre)



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Complément : désagrégation des ménages

5 classes de ménages différents par

- Démographie
 - Populations totale, occupée, au chômage, retraitée
 - Structure de revenu
 - Revenus du travail, du capital, part de l'EBE, indemnités chômage, retraites, transferts sociaux, autres transferts
 - Structure de dépenses
 - Impôts directs, épargne, arbitrages dans la consommation
- ...donc différenciation des impacts de changements macro-économiques (y c. sur le marché du travail)



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

ParisTech
INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES
PARIS INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Classes de ménages

Typologie et élucidation
du comportement de 5 classes de
vulnérabilité économique

avec Franck Nadaud, CIRED



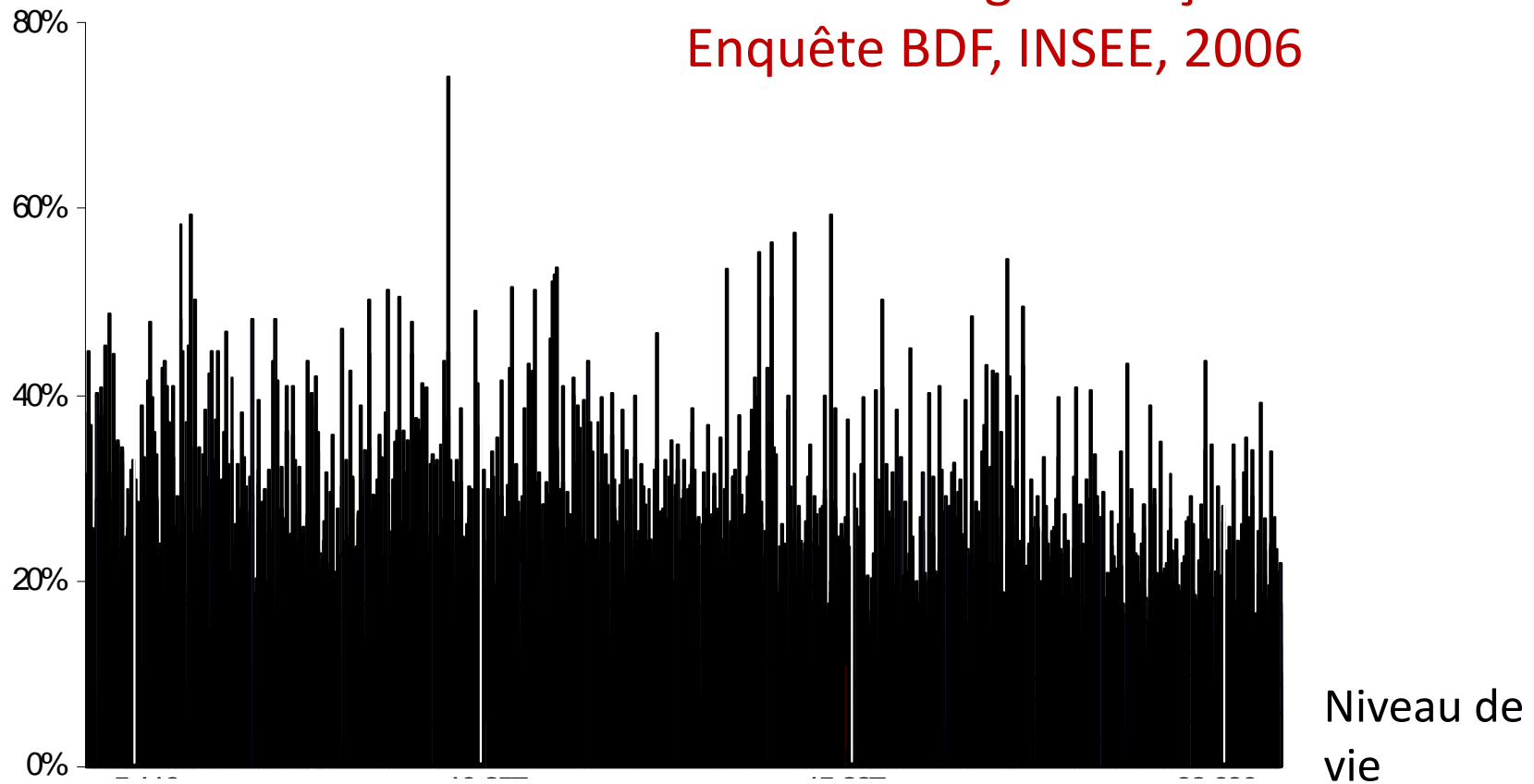
Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

ParisTech
INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES
PARIS INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Non-pertinence du critère 'revenu'

Part budgétaire
de l'énergie

10240 ménages français
Enquête BDF, INSEE, 2006



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

ParisTech
INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES
PARIS INSTITUTE OF TECHNOLOGY

ACP sur les dépenses contraintes

- **Classe 1** : individu seul ou parent séparé, retraité ou au chômage, pauvre, locataire en périphérie ou ville moyenne
- **Classe 2** : couples avec enfants, hauts revenus, propriétaires accédants
- **Classe 3** : familles monoparentales ou couples avec enfants, revenus moyens, locataires en milieu urbain
- **Classe 4** : retraités seuls ou en couple, propriétaires en milieu rural ou urbain peu dense, bas ou au contraire très hauts revenus — **scindée selon R : classe 4 pauvre, classe 5 riche**



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Économétrie d'un AIDS restreint

- Pour chaque ménage h , produit E i (6 produits), part budgétaire w_{hi} fonction de :
 - prix du bien i
 - niveau de vie du ménage h
 - classe du ménage h
 - disponibilité d'une voiture (ménage h)
 - var. de correction des biais de non-consommation (h, i)
- Les deux premiers coefficients et les parts estimées w_{hi} permettent le calcul de 12 élasticités par ménages (6 aux prix, 6 au revenu)



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Articulation macro-micro

Un **AR** entre les ménages de BdF et le modèle IMACLIM-P permet une **désagrégation des résultats au-delà des 5 classes**



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

ParisTech
INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES
PARIS INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Caractérisation des ménages BdF

- 16 séries agrégées sur données BdF brutes
 - 6 sources de revenu, 4 séries démographiques, 3 dépenses (carburants, E domestique, bien composite), 2 taxes (IR et autres impôts directs), 1 'poids' mesurant la représentativité
- Classe d'appartenance estimée par ACP
- Comportement estimé par AIDS restreint
 - 4 élasticités par ménage : aux prix propres et au revenu des demandes de carburants et d'énergie domestique



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Calibrage des classes d'IMACLIM-P

- Ajustement des poids de chaque ménage BdF
 - Pour respecter les totaux nationaux de 7 'linking aggregate variables' (LAV) : 2 consommations E, nombre de ménages (somme des poids), populations totale, retraitée, occupée, au chômage
 - Problème sous-déterminé : **min. écart** (contrôles sup. ?)
- Agrégat des ménages repondérés en 5 classes pour
 - scinder la démographie (y c. chômage), les sources de revenu, l'investissement et les dépenses (parts B si néc.)
 - calibrer les comportements : 5 x 4 élasticités agrégées



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Démographie des classes 2004

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
|------------------|-------|--------|--------|-------|-------|
| Actifs occupés | 11% | 54% | 55% | 8% | 10% |
| Actifs chômeurs | 11% | 3% | 5% | 4% | 2% |
| Retraités | 37% | 3% | 2% | 64% | 81% |
| Autres | 41% | 41% | 39% | 23% | 7% |
| Total (millions) | 7,587 | 25,811 | 15,765 | 6,895 | 6,386 |



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Répartition des revenus 2004

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | Total |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|---------|
| Nb de ménages | 15% | 33% | 24% | 15% | 14% | 25,706 |
| Nb de personnes | 12% | 41% | 25% | 11% | 10% | 62,445 |
| Revenus d'activité | 1% | 63% | 33% | 1% | 2% | 636,210 |
| Revenus de retraite | 20% | 5% | 2% | 22% | 52% | 196,569 |
| Alloc. chômage | 26% | 25% | 23% | 13% | 13% | 32,063 |
| Autres rev. sociaux | 31% | 30% | 24% | 9% | 6% | 97,045 |
| Rev. de la propriété | 5% | 30% | 11% | 8% | 46% | 111,510 |
| Loyers imputés | 3% | 50% | 5% | 17% | 26% | 133,193 |



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Répartition des impôts et dépenses 2004

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | Total |
|----------------------|------------|------------|-----------|------------|------------|--------------|
| Nb de ménages | 15% | 33% | 24% | 15% | 14% | 25,706 |
| Nb de personnes | 12% | 41% | 25% | 11% | 10% | 62,445 |
| Impôt sur le revenu | 2% | 53% | 16% | 10% | 19% | 129,951 |
| Autres imp. directs | 4% | 45% | 12% | 11% | 28% | 14,652 |
| Dépenses d'E dom. | 10% | 37% | 17% | 17% | 19% | 37,346 |
| Dépenses de carb. | 7% | 48% | 25% | 8% | 12% | 26,051 |
| Autres dépenses | 9% | 45% | 24% | 7% | 15% | 855,115 |
| Ménages en PE | 13% | 13% | 4% | 46% | 23% | 3,557 |



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Élasticités des classes, pondération 2004

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Élasticité prix des carburants | -0,991 | -0,993 | -0,993 | -0,994 | -0,993 |
| Élasticité prix, E domestique | -0,898 | -0,856 | -0,828 | -0,953 | -0,931 |
| Élasticité revenu des carburants | 0,995 | 0,996 | 0,996 | 0,996 | 0,996 |
| Élasticité revenu, E domestique | 0,995 | 0,992 | 0,990 | 0,997 | 0,996 |



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Retour d'IMACLIM-P vers BdF : motivation

- 5 classes agrégées vs. xx millions de ménages
 - Indicateurs d'impacts distributifs plus fins (Gini : sur 10 classes)
 - Possibilité de décomposer les classes plus avant, de les recomposer sur d'autres critères (revenu simple, CSP, localisation, type d'habitat, *etc.*)
- Accès aux nombreuses séries autres que LAV
 - **Interprétation prospective !** Glissements potentiellement substantiels si les poids sont fortement modifiés
 - ...Extension des LAV pour contrôle



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Retour d'IMACLIM-P vers BdF : méthode

- Ajustement des revenus et dépenses de chaque ménage de l'enquête en appliquant
 - À chacune des 6 sources de revenu, la variation *per capita* calculée par IMACLIM (spécifique à chaque classe)
 - Aux 2 conso E leurs hausses de prix et les variations induites par celles des prix et du revenu (élasticités spécifiques à chaque ménage)
- Ajustement du poids des ménages sur des LAV étendues et spécifiques à chaque classe
 - 3 consommations (2 E et composite—ce dernier pré-ajusté par contrainte budgétaire)
 - 6 sources de revenu
 - Démographie



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Calibrage et mise en œuvre du modèle

- **Calibrage de 2004 à partir de BdF 2006**
 - La typologie 2006 (10240 ménages types) s'applique à la population 2004 : plutôt bénin
- **Statique comparative... entre 2004 et 2035**
 - Un modèle de simulation avec un pas temporel de 29 ans...
 - Moteurs exogènes : démographie, productivité du travail, prix internationaux de l'E, taux de chômage
 - Les changements démographiques font évoluer le poids des classes dans la population totale : les classes ne sont pas constantes
 - Quelle validité des élasticités de long terme du producteur et du consommateur dans un tel cadre ?



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Désagrégation des 5 classes projetées

- Typologie 2006, ressources et dépenses ajustées, couvre la population 2035
 - Variables socio-économiques : hypothèse bénigne
 - Changement technique implicite dans les élasticités : pb ?
- Mais problème sous-déterminé
 - Un scénario macro-micro cohérent parmi un grand nb
 - Analyse de sensibilité par **max/min** PE (ou autre objet)
 - Contrôle des résultats par impact sur séries autres que LAV
 - **Extension des LAV** possible, pour renforcer la cohérence (bloquer des changements indésirables ou irréalistes) ou pour tester la compatibilité d'hypothèses supplémentaires



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Prospective 2035

Une application
à la **Précarité Énergétique**
à l'horizon 2035



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

ParisTech
INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES
PARIS INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Hypothèses directrices de 2004 à 2035

- Démographie (COR)
 - Population totale +12,0%, population active +3,0%, population retraitée +60,6%
- Productivité du travail +58,7% (COR, scénario B)
- Taux de chômage 4,5% (COR, scénario B)
- Prix du pétrole x4 (AIE, WEO 2010)
- Prix internationaux des carburants et de l'énergie domestique varient comme les prix nationaux
- Exportations +58,7%/+150% hors effets prix



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Recomposition démographique 2004-2035

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
|-----------------|------|------|------|------|------|
| Actifs | +3% | +3% | +3% | +3% | +3% |
| Retraités | +61% | +61% | +61% | +61% | +61% |
| Effectif adulte | +20% | +0% | -0% | +38% | +50% |



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Scénarisation : indexation des transferts sociaux

- Scénario A : transferts indexés sur les salaires
 - Les gains de productivité du travail se répercutent sur les salaires, donc sur les revenus de transfert : retraites, chômage, autres. Moindre augmentation des inégalités, mais hausse dramatique de l'endettement public.
 - Précarité énergétique plus faible ?
- Scénario B : transferts indexés sur les prix
 - Les prix progressant moins que les salaires du fait des gains de productivité, creusement d'inégalités entre actifs occupés et bénéficiaires de transferts sociaux : retraités, chômeurs, inactifs. Déficit publics quasiment stabilisés.
 - Précarité énergétique plus forte ?



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Résultats agrégés

| De 2004 à 2035 | Scénario A | Scénario B |
|-----------------------------|------------|------------|
| PIB réel | +53,9% | +58,2% |
| Salaire moyen réel | +34,2% | +57,3% |
| Prix du composite | +11% | +59% |
| Prix des carburants | +189% | +205% |
| Prix de l'E domestique | +56% | +96% |
| Consommation composite | +60,3% | +64,9% |
| Consommation de carburants | -0,6% | +19,0% |
| Consommation d'E domestique | +18,9% | +26,9% |
| Dettes publiques / PIB | +237 pts | +19 pts |



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Résultats distributifs

| | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
|------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 2004 | Part population | 12% | 41% | 25% | 11% | 10% |
| | Part revenu | 8% | 45% | 21% | 8% | 18% |
| 2035 | Part population | 13% | 37% | 22% | 14% | 14% |
| | Part revenu scénario A | 9% | 41% | 20% | 9% | 21% |
| | Part revenu scénario B | 8% | 45% | 21% | 7% | 19% |



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Évolution de la Précarité Énergétique 1

| <i>Millions de ménages</i> | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | <i>Total</i> |
|----------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 2004 | Ménages | 3,835 | 8,409 | 6,100 | 3,771 | 3,591 | 25,706 |
| | Dont PE | 0,477 | 0,463 | 0,160 | 1,634 | 0,822 | 3,557 |
| | Taux PE | 12,4% | 5,5% | 2,6% | 43,3% | 22,9% | 13,8% |
| 2035 sc. A | Ménages | 5,868 | 8,925 | 6,778 | 5,200 | 6,537 | 33,308 |
| | Dont PE | 0,781 | 0,609 | 0,213 | 2,092 | 1,175 | 4,870 |
| | Taux PE | 13,3% | 6,8% | 3,1% | 40,2% | 18,0% | 14,6% |
| 2035 sc. B | Ménages | 5,837 | 8,979 | 6,759 | 5,171 | 6,385 | 33,130 |
| | Dont PE | 0,801 | 0,616 | 0,216 | 2,086 | 1,203 | 4,921 |
| | Taux PE | 13,7% | 6,9% | 3,2% | 40,3% | 18,8% | 14,9% |



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Évolution de la Précarité Énergétique 2

| <i>Milliards</i> ₂₀₀₄ € | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | Total |
|------------------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 2004 | E domestique | 3,747 | 13,789 | 6,175 | 6,497 | 7,138 | 37,346 |
| | Dont PE | 1,012 | 1,883 | 0,466 | 4,082 | 2,998 | 10,440 |
| | Taux PE | 27,0% | 13,7% | 7,5% | 62,8% | 42,0% | 28,0% |
| 2035 sc. A | E domestique | 7,884 | 22,581 | 10,216 | 12,717 | 15,240 | 68,639 |
| | Dont PE | 2,217 | 3,442 | 0,861 | 7,998 | 5,983 | 20,501 |
| | Taux PE | 28,1% | 15,2% | 8,4% | 62,9% | 39,3% | 29,9% |
| 2035 sc. B | E domestique | 8,837 | 34,088 | 15,395 | 14,625 | 18,969 | 91,915 |
| | Dont PE | 2,498 | 5,126 | 1,318 | 9,101 | 7,831 | 25,874 |
| | Taux PE | 28,3% | 15,0% | 8,6% | 62,2% | 41,3% | 28,2% |



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Éléments de conclusion



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Éléments de conclusion

- Une avancée méthodologique certaine
 - Un système de modélisation robuste, ouvert à la scénarisation et à l'analyse de sensibilité
 - Voie de perfectionnement : meilleure description du comportement de LT des ménages, avec nécessaire prise en compte du progrès technique induit
- Application PE : deux mécanismes importants en 1^{ère} analyse
 - la forte recomposition démographique vers des populations à risque (retraités pauvres) accroît mathématiquement le phénomène de la PE
 - la PE au sens des 10% de part budgétaire est moins sensible aux inégalités qu'on pourrait le croire dès lors que seules les élasticités-prix jouent puisque les élasticités R sont proches de 1 (largement confirmé par la littérature)—**mais il faut revoir cette définition**



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

(ACP)



ParisTech
INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES
PARIS INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Variables de l'ACP

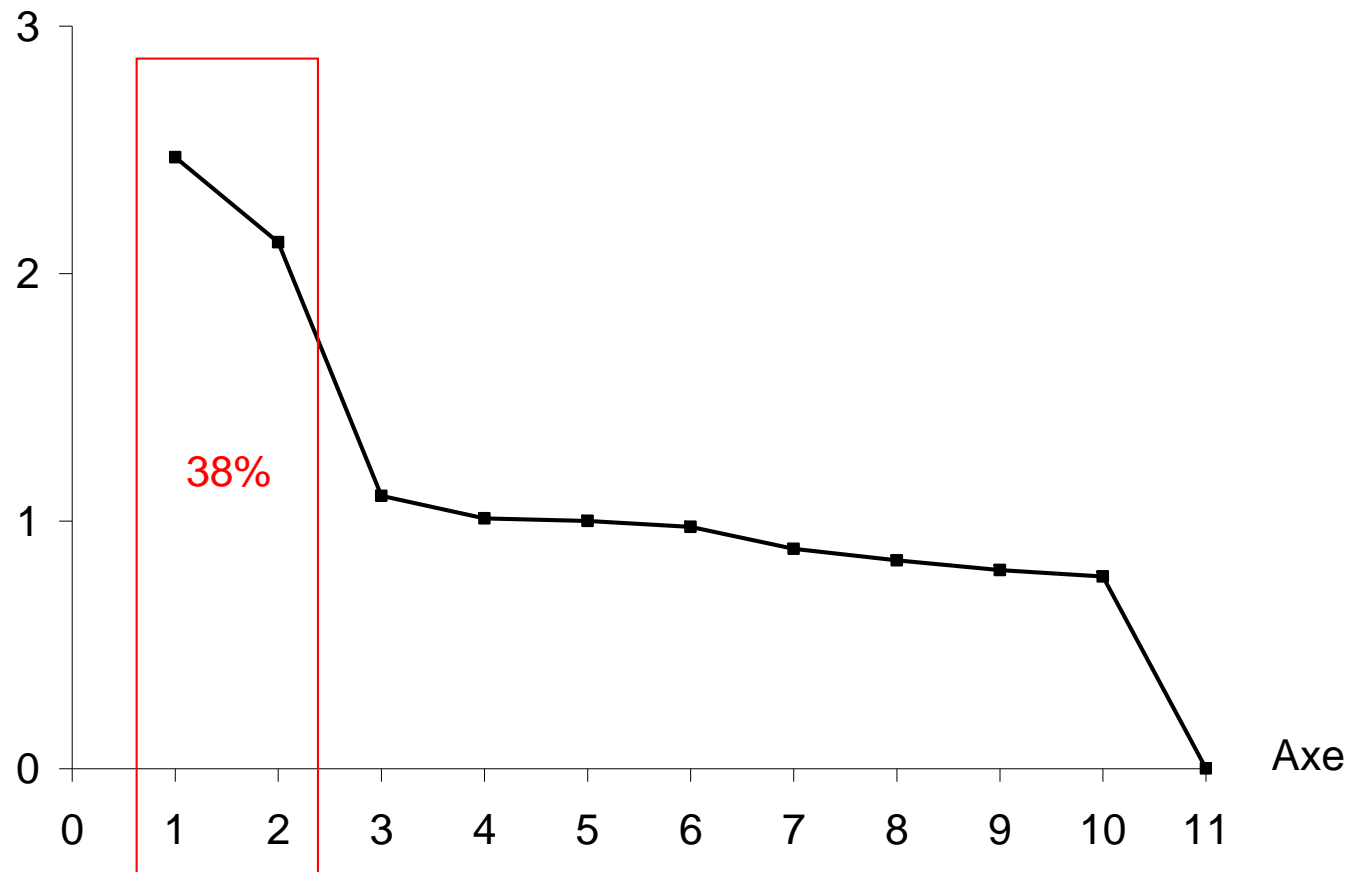
- **12 variables actives**
 - 5 sources de revenu : activité, capital, revenus sociaux, revenus aidés, autres (reliquat)
 - 7 'dépendances contraintes' (Quinet, 2008) : énergie domestique, logement, télécommunications, télévision, cantine, assurances, services financiers
- **20 variables illustratives**
 - Autres parts budgétaires, composition du ménage, CSP, type de logement et statut d'occupation, aire urbaine, région



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

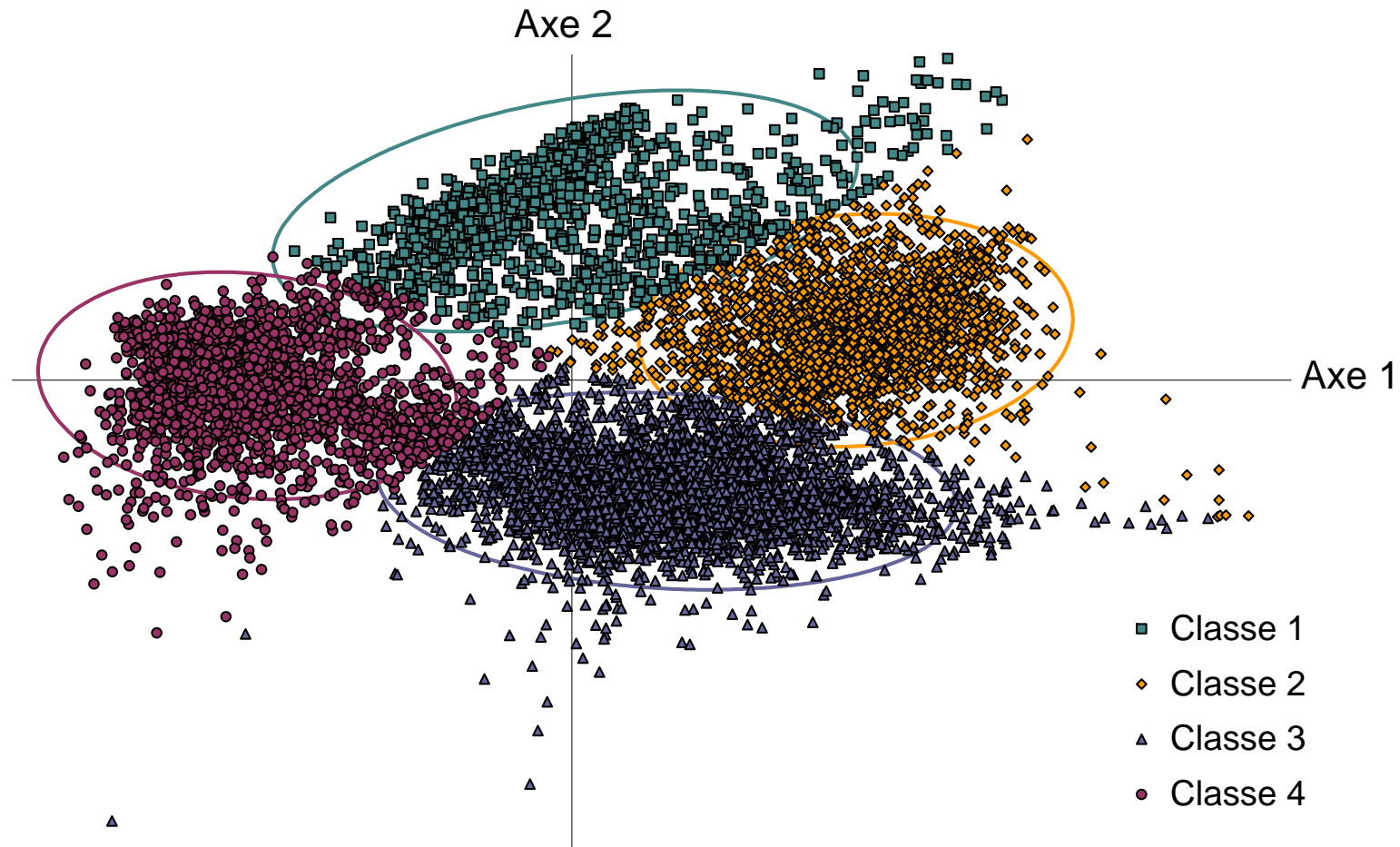
Éboulis des valeurs propres

Valeur propre



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Classes dans le plan des CP



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable