

# Mise en œuvre de la microsimulation : l'exemple du modèle de projections d'effectifs de médecins

**Journées de Méthodologie Statistique**

**24 mars 2009**

Ketty Attal-Toubert - Mélanie Vanderschelden  
*DREES - Bureau des Professions de Santé*

# Contexte

- 2007 : refonte du modèle de projections d'effectifs de médecins élaboré en 1999 par l'Ined et la Drees
- Méthodes employées :
  - modélisation agrégée pour les études médicales
  - microsimulation pour le déroulement de la carrière
- Objectifs du nouveau modèle :
  - Effectifs projetés de médecins par sexe, âge, spécialité, région, mode et zone d'exercice de 2007 à 2030 (et résultats intermédiaires)
  - Prise en compte de la diversité des comportements
  - Simulation de différents scénarios

# Choix de la méthode

- Microsimulation : simulation du devenir d'une population au niveau individuel (par tirages aléatoires)
- Pourquoi avoir choisi la microsimulation?
  - Pour obtenir des résultats détaillés
  - Pour tenir compte au mieux de la variabilité des comportements
  - Par souci de confort, pour la « simplicité » des calculs
  - Pour la souplesse
  - Du fait de la disponibilité des données et des moyens informatiques

# Principe de la microsimulation

*Exemple de la simulation du départ à la retraite*

<b>N° médecin</b>	<b>Sexe</b>	<b>Généraliste/ Spécialiste</b>	<b>Probabilité estimée</b>	<b>Aléa</b>	<b>Résultat</b>
1	Homme	Généraliste	0,11	0,09	O
2	Homme	Généraliste	0,11	0,45	N
3	Homme	Généraliste	0,11	0,96	N
4	Homme	Spécialiste	0,15	0,25	N
5	Homme	Spécialiste	0,15	0,74	N
6	Homme	Spécialiste	0,15	0,03	O
7	Femme	Généraliste	0,25	0,83	N
8	Femme	Généraliste	0,25	0,21	O
9	Femme	Généraliste	0,25	0,12	O
10	Femme	Spécialiste	0,18	0,45	N

# Principe de la microsimulation

*Exemple de la simulation du départ à la retraite*

AVANT

N°médecin	Sexe	Généraliste/ Spécialiste
1	Homme	Généraliste
2	Homme	Généraliste
3	Homme	Généraliste
4	Homme	Spécialiste
5	Homme	Spécialiste
6	Homme	Spécialiste
7	Femme	Généraliste
8	Femme	Généraliste
9	Femme	Généraliste
10	Femme	Spécialiste

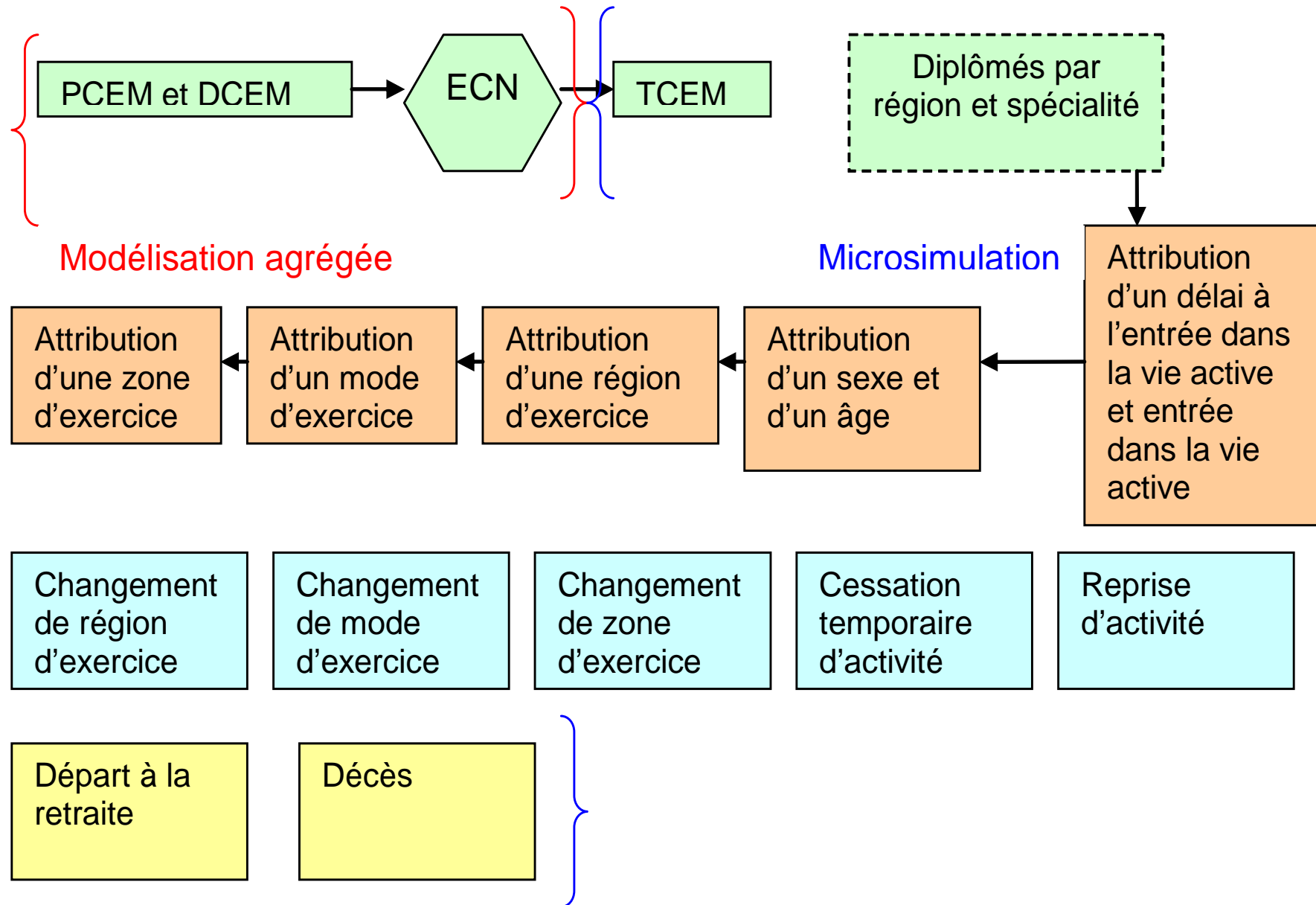
APRES

N°médecin	Sexe	Généraliste/ Spécialiste
2	Homme	Généraliste
3	Homme	Généraliste
4	Homme	Spécialiste
5	Homme	Spécialiste
7	Femme	Généraliste
10	Femme	Spécialiste

# Le choix des événements à modéliser

- Etape préalable : recensement des événements ayant un impact sur la taille et la composition de la population
- Le choix est contraint par :
  - la disponibilité des données
  - la nécessaire parcimonie (pour limiter la complexité, les temps de calculs, le « bruit »)
  - les besoins de l'utilisateur en matière de simulation
  - le « poids » de certains événements, mêmes « rares »  
cf. l'exemple de la mobilité géographique
- Question « subsidiaire » : l'ordre des événements
  - cohérence nécessaire entre cet ordre et les champs retenus pour le calcul des probabilités
  - ordre a priori (seulement) anodin

# Schéma d'ensemble du modèle



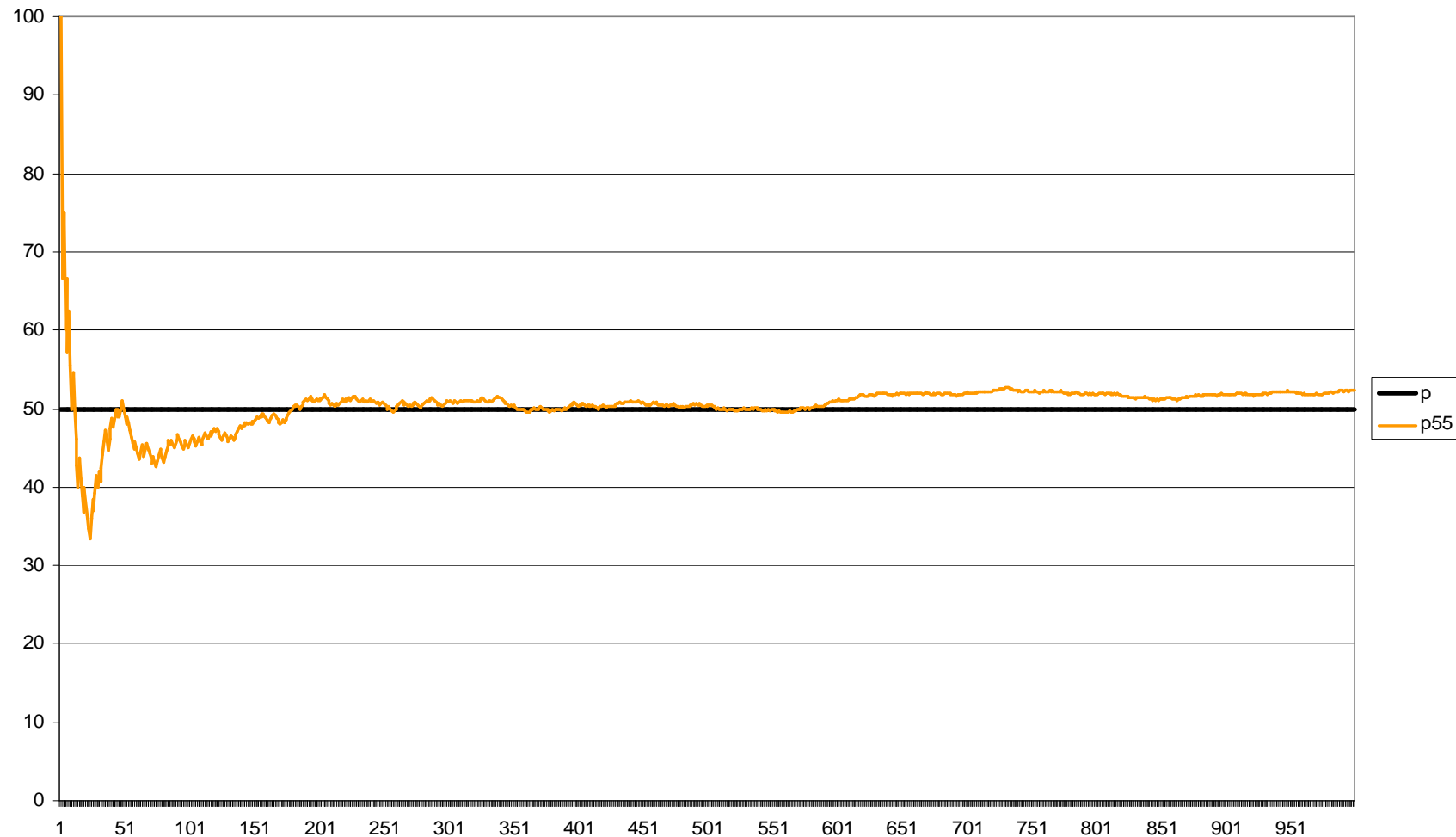
# Le choix des critères pour le calcul des probabilités

- Objectif :
  - les probabilités diffèrent selon les caractéristiques des individus
  - estimer des probabilités pour chaque « strate » d'individus (constituées notamment à l'aide de la régression)
- Éléments à prendre en compte pour la sélection des critères :
  - corrélation avec la probabilité de réalisation de l'événement
  - stabilité des probabilités observées
  - taille des strates constituées
  - intérêt par rapport aux résultats attendus



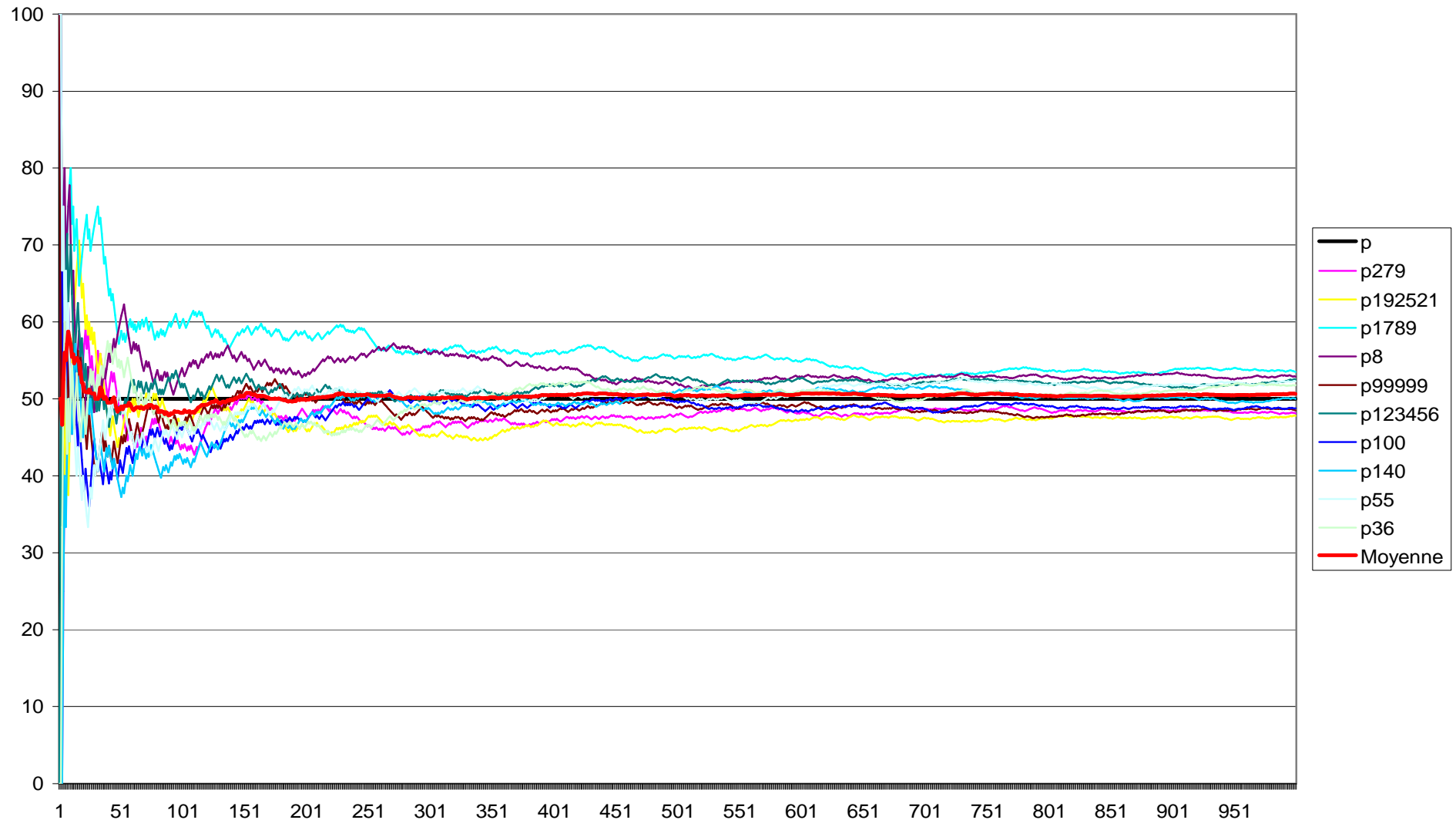
# Le choix des critères pour le calcul des probabilités

Proportions effectives obtenues à l'issue d'un tirage uniforme (racine 55)  
avec une probabilité de 50 %, sur des échantillons de taille 1 à 1000.



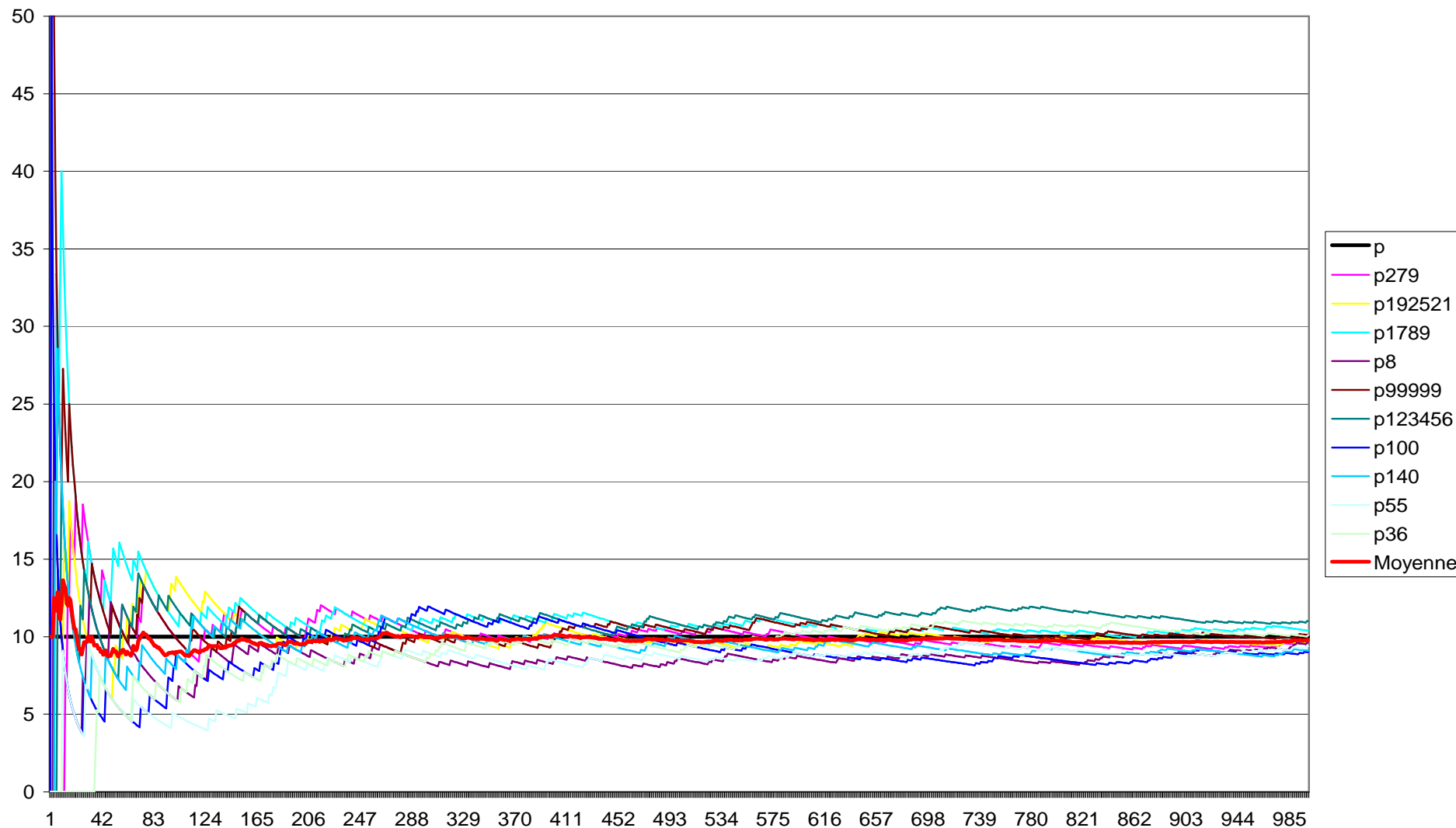
# Le choix des critères pour le calcul des probabilités

Proportions effectives obtenues à l'issue d'un tirage uniforme (10 racines différentes)  
avec une probabilité de 50 %, sur des échantillons de taille 1 à 1000.



# Le choix des critères pour le calcul des probabilités

Proportions effectives obtenues à l'issue d'un tirage uniforme (10 racines différentes)  
avec une probabilité de 10 %, sur des échantillons de taille 1 à 1000.





# Le traitement des événements « rares »

- Tirages aléatoires :
  - Méthode 1 : sélectionner les individus pour lesquels  $alea < p$
  - Méthode 2 : sélectionner  $n = pN$  individus

Tendance à la sous-estimation des effectifs avec la méthode 2, notamment du fait des arrondis

Exemple : abandons après le TCEM 1 (1 à 2 % - effectif cible 128)

Méthode 1 : 119 étudiants sélectionnés

Méthode 2 : 109 étudiants sélectionnés
- Décomposition en deux événements moins rares
  - Exemple : changement de région
  - 1- Sélection des médecins changeant de région d'exercice
  - 2- Attribution d'une nouvelle région d'exercice aux médecins changeant de région

# Le traitement des événements « rares »

Probabilités de quitter la région A pour la région B (en %) :

Région de départ	Région d'arrivée						
	Alsace	Antilles-Guyane	Aquitaine	Auvergne	Basse-Normandie	Bourgogne	Bretagne
Alsace	98,69	0,03	0,06	0,03	0,02	0,03	0,01
Antilles-Guyane	0,05	95,89	0,41	0,05	0,05	0,08	0,14
Aquitaine	0,02	0,07	98,82	0,01	0,01	0,01	0,05
Auvergne	0,03	0,10	0,11	98,07	0,05	0,08	0,07
Basse-Normandie	0,01	0,02	0,09	0,01	98,24	0,03	0,23
Bourgogne	0,04	0,07	0,04	0,15	0,02	98,07	0,04
Bretagne	0,03	0,06	0,04	0,00	0,07	0,03	98,87

Probabilités de changer de région (selon la région de départ) :

1 à 2 % (max : 5,3 %)

Probabilités de rejoindre la région B pour les partants (selon la région de départ) (en %) :

Région de départ	Région d'arrivée						
	Alsace	Antilles-Guyane	Aquitaine	Auvergne	Basse-Normandie	Bourgogne	Bretagne
Alsace		2,59	4,75	2,67	1,71	2,11	0,86
Antilles-Guyane	1,00		9,93	1,10	1,05	1,83	3,45
Aquitaine	1,93	6,06		1,10	0,83	0,54	4,11
Auvergne	1,30	5,01	5,96		2,66	4,21	3,41
Basse-Normandie	0,56	1,02	4,70	0,56		1,59	13,05
Bourgogne	2,40	3,40	1,96	7,83	0,75		2,30
Bretagne	2,31	5,36	3,95	0,32	6,35	3,04	

## Le traitement des événements « rares »

- La décomposition en 2 événements s'avère souvent moins « efficace » pour le changement de région :
  - 2 tirages  $\Rightarrow$  plus d'aléa
  - deuxième tirage effectué dans des strates assez petitesMais les soldes migratoires sont proches des soldes-cibles

- Cependant :
  - elle permet de prendre en compte davantage de critères et/ou différents critères pour l'estimation des deux jeux de probabilités
- L'intérêt de la décomposition est à étudier au cas par cas

# La gestion des effets de l'aléa

- Tirage aléatoire : résultats “aléatoires”, plus “réalistes”
- En moyenne, les probabilités obtenues sont proches des probabilités-cibles

Exemple : Proportion d'étudiants redoublant leur deuxième année de PCEM

Région	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	...	Moyenne des proportions obtenues de 2008 à 2030	Probabilité-cible
Alsace	3,9	5,8	5,9	3,9	4,4	1,9	3,6	6,9	...	4,9	4,5
Aquitaine	3,1	4,8	6,5	5,8	6,8	5,0	4,9	4,7	...	5,4	5,0
Auvergne	1,8	3,0	4,2	2,9	2,4	2,4	2,5	2,9	...	2,9	2,5
Basse-Normandie	1,3	0,6	2,5	1,8	1,9	3,1	0,0	1,9	...	1,4	1,4
Bourgogne	0,5	3,8	1,6	3,4	1,6	2,2	4,3	2,2	...	2,7	2,5
Bretagne	3,5	3,7	1,9	1,0	1,0	2,2	3,9	3,0	...	2,0	2,1
Centre	2,8	2,4	3,7	1,8	3,7	4,7	3,0	3,6	...	3,6	3,6
Champagne-Ardenne	7,9	6,3	10,2	8,4	6,7	6,7	9,8	5,3	...	7,8	7,5
Franche-Comté	7,0	9,9	3,6	11,3	6,1	6,6	6,2	5,7	...	7,1	6,9
Haute-Normandie	2,6	3,5	2,5	3,1	2,5	1,5	3,1	4,0	...	3,4	3,2
Ile-de-France	3,0	3,2	3,1	2,6	3,4	3,9	3,7	3,1	...	3,2	3,1

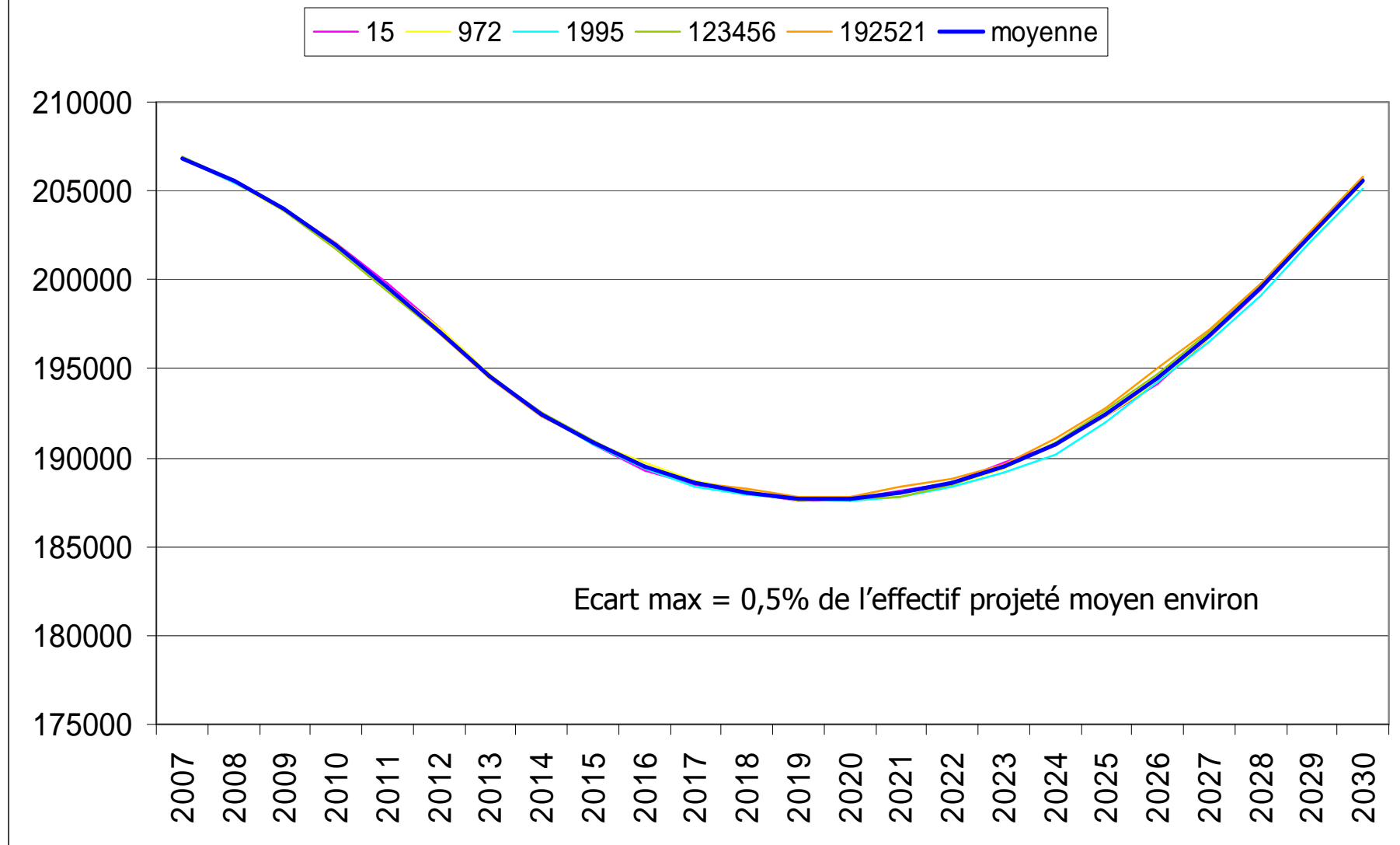


# La gestion des effets de l'aléa

- Le choix d'une racine positive peut poser problème si :
  - Les critères retenus pour le calcul des probabilités sont les mêmes pour deux événements successifs  
*Exemple* : Changement de région et changement de mode  
Avec la même racine : 90 % des individus sélectionnés pour changer de région le sont aussi pour changer de mode lorsque la population ne change pas (probabilité : 15 %) [Avec deux racines : 1,4 %]
  - La population ne change pas (ou change peu) entre deux années consécutives  
*Exemple* : Avec la même racine : 100 % des individus sélectionnés pour changer de région en  $n$  le sont aussi en  $n+1$  lorsque la population ne change pas [Avec deux racines : 3 %]
- Une simulation = nombre d'itérations à déterminer (5)
- Racine pour un tirage donné :  $eve + an + racine$

# La gestion des effets de l'aléa

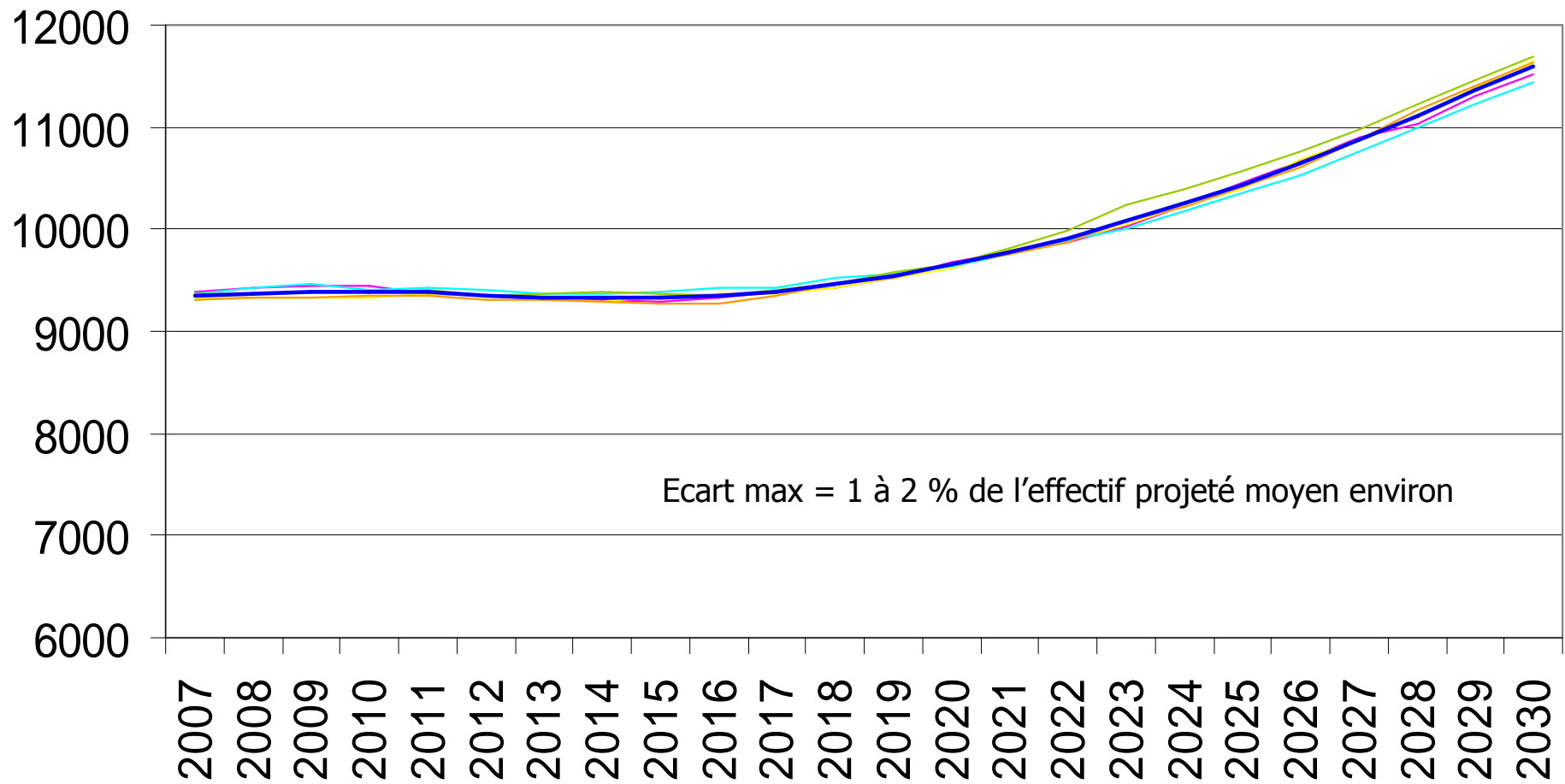
## Effectifs projetés de médecins actifs de 2007 à 2030



# La gestion des effets de l'aléa

Effectifs projetés de médecins actifs en Bretagne de 2007 à 2030

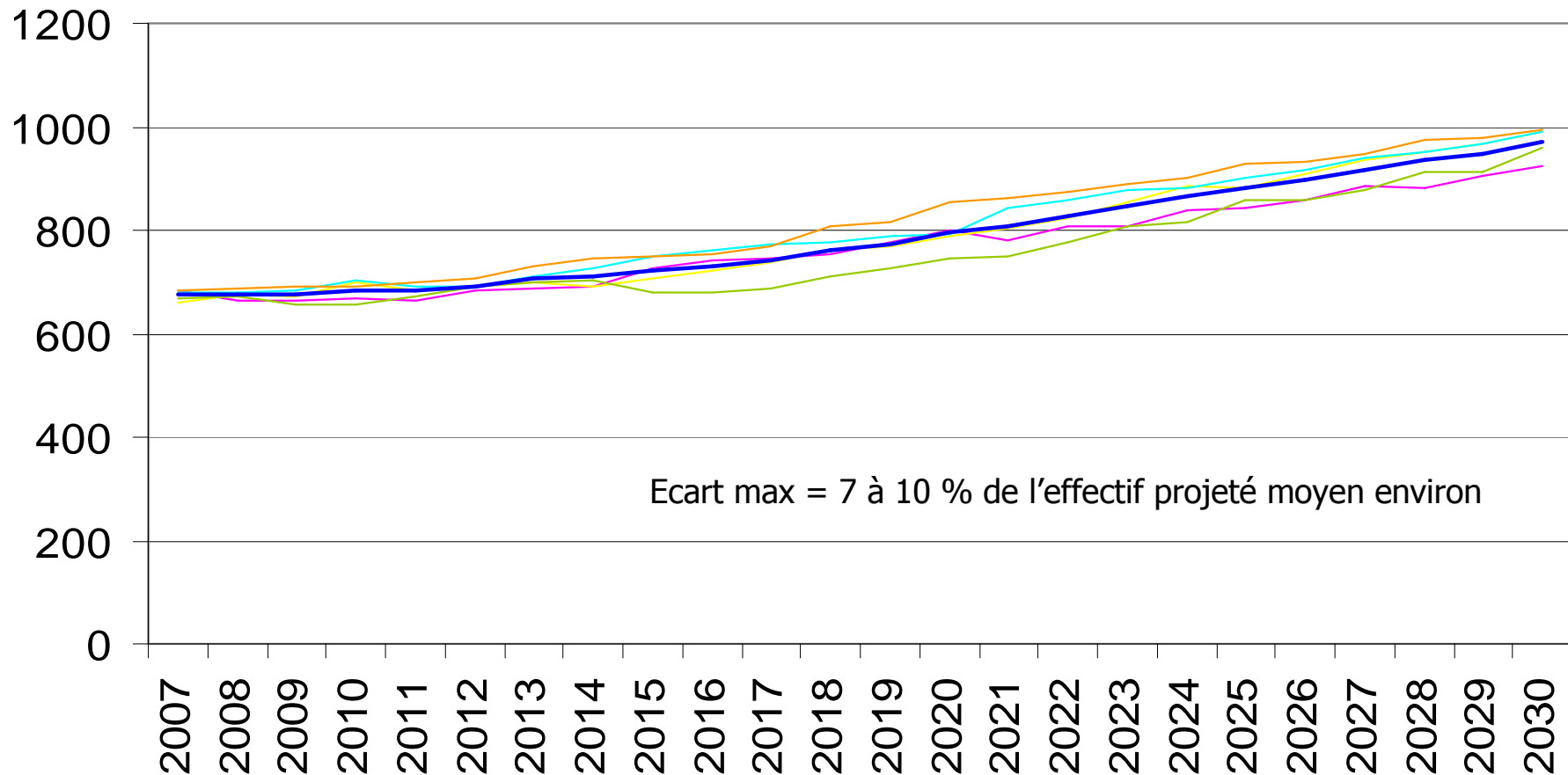
— 15 — 972 — 1995 — 123456 — 192521 — moyenne



# La gestion des effets de l'aléa

**Effectifs projetés de médecins hospitaliers dans le Limousin  
de 2007 à 2030**

— 15 — 972 — 1995 — 123456 — 192521 — moyenne



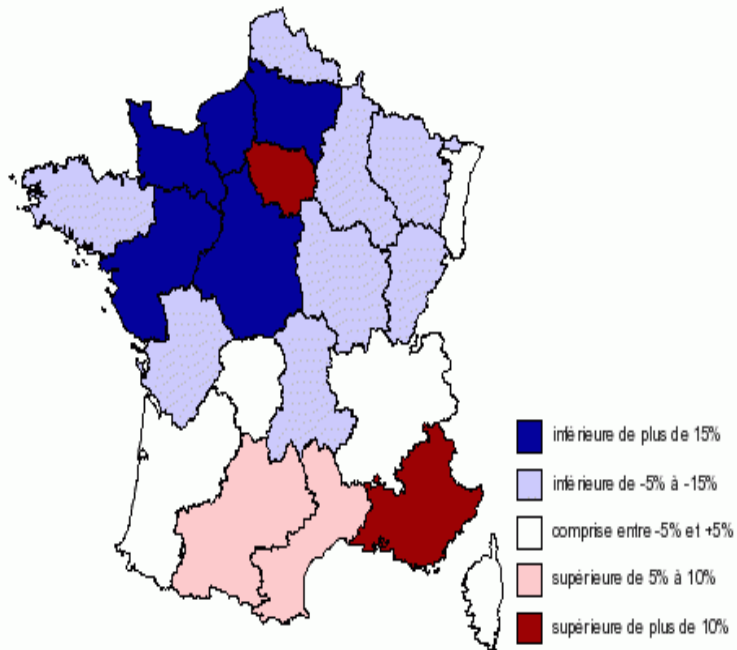
# Le choix des hypothèses et ses conséquences

- Hypothèse principale : comportements constants
  - Comportements des médecins
  - Décisions politiques en matière de régulation
- Choix motivé par :
  - la neutralité de cette hypothèse
  - l'objectif des projections, qui n'est pas de prévoir
- Mais :
  - ne correspond pas au scénario le plus probable
  - n'est pas la seule hypothèse possible
  - difficultés pour l'interprétation et la compréhension (cf. exemple des appels d'air)
- Avantages :
  - “simplicité” de l'estimation des probabilités
  - simulation des changements de comportements facilitée

# Le choix des hypothèses et ses conséquences

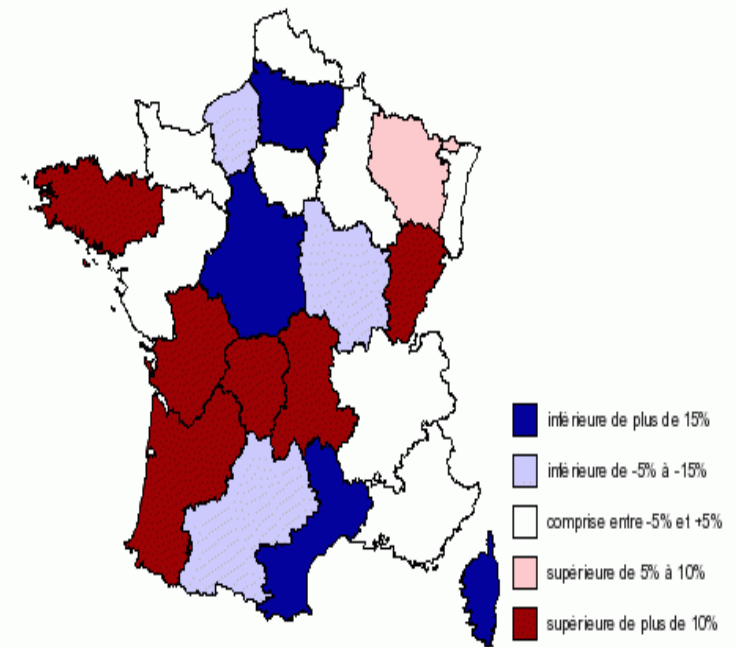
Densité de médecins en 2006

Par rapport à la moyenne France métropolitaine



Densité de médecins en 2030

Par rapport à la moyenne France métropolitaine



# Conclusion

- La microsimulation est un outil intéressant
  - utile pour des modèles complexes et des modèles plus simples (confort)
  - sa mise en œuvre ne pose pas de problème technique majeur
- Mais il faut prêter attention :
  - aux effets de l'aléa, notamment sur les résultats "fins"
  - à la simulation des événements "rares"
  - au compromis à réaliser quant aux choix des événements modélisés et des critères pour l'estimation des probabilités
  - au choix des hypothèses et à l'interprétation des résultats qui en découlent