

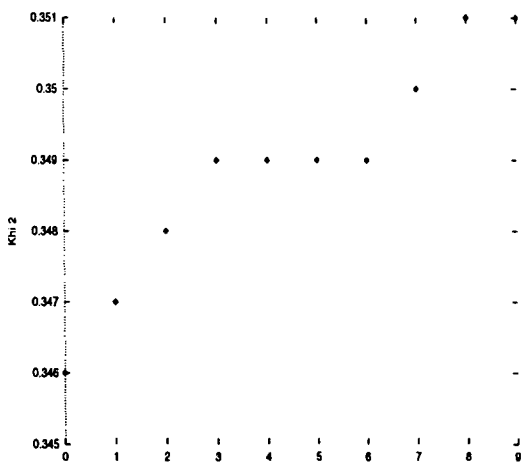
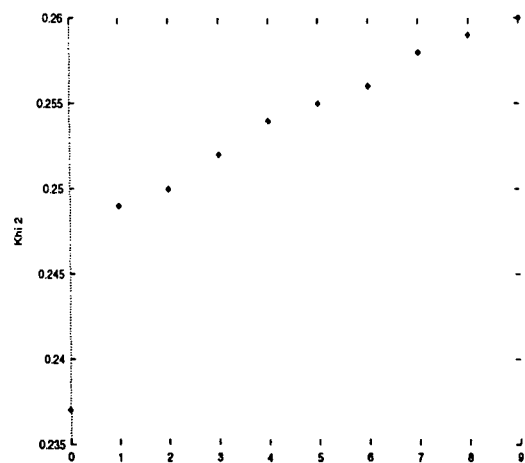
## Chapitre V

# Influence de Paris

### V.1 Paris neutre

L'étude de l'influence de l'Ile de France se décompose en trois parties. La première a été exposé au chapitre III. La région parisienne joue le même rôle que n'importe quelle autre région. Dans un second temps elle est neutralisée, ce qui signifie que les flux peuvent passer mais ne peuvent pas s'arrêter. Les résultats de ce modèle seront présentés dans ce chapitre. Pour terminer l'Ile de France sera déconnecter des autres unités géographiques. Aucun flux ne pourra ni s'arrêter ni même passer par cette régions. Cette étude sera menée dans la partie suivante.

M31	$\gamma < 1$			$\gamma > 1$		
	Rang	$\epsilon$	Err	$\gamma$	$\epsilon$	Err
0	0.975	0.346	0.707	0.669	0.237	4.201
1	0.978	0.347	0.708	0.702	0.249	3.559
2	0.980	0.348	0.716	0.706	0.250	3.967
3	0.983	0.349	0.329	0.709	0.252	3.614
4	0.984	0.349	0.718	0.717	0.254	3.214
5	0.985	0.349	0.721	0.719	0.255	3.983
6	0.985	0.349	0.716	0.723	0.256	3.214
7	0.987	0.350	0.722	0.728	0.258	3.137
8	0.989	0.351	0.722	0.731	0.259	4.136
9	0.991	0.351	0.754	0.734	0.260	3.539

TAB. V.1 - *Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière (M31,  $D_0$ )*FIG. V.1 - "Err" ( $\gamma < 1$ , M31,  $D_0$ )FIG. V.2 - "Err" ( $\gamma > 1$ , M31,  $D_0$ )

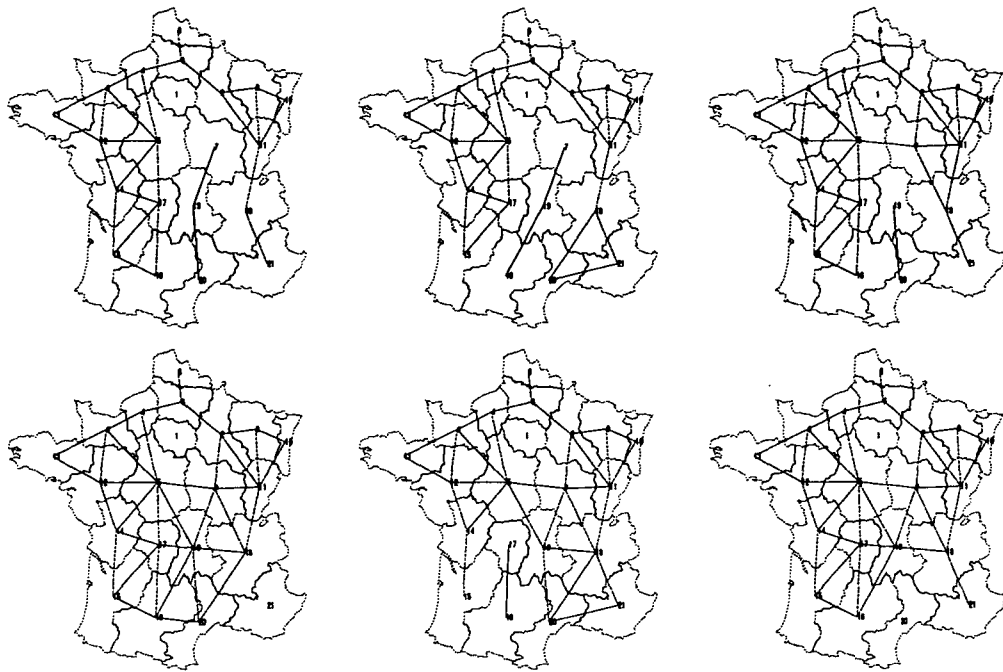


FIG. V.3 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux M31 ( $D_0$ )

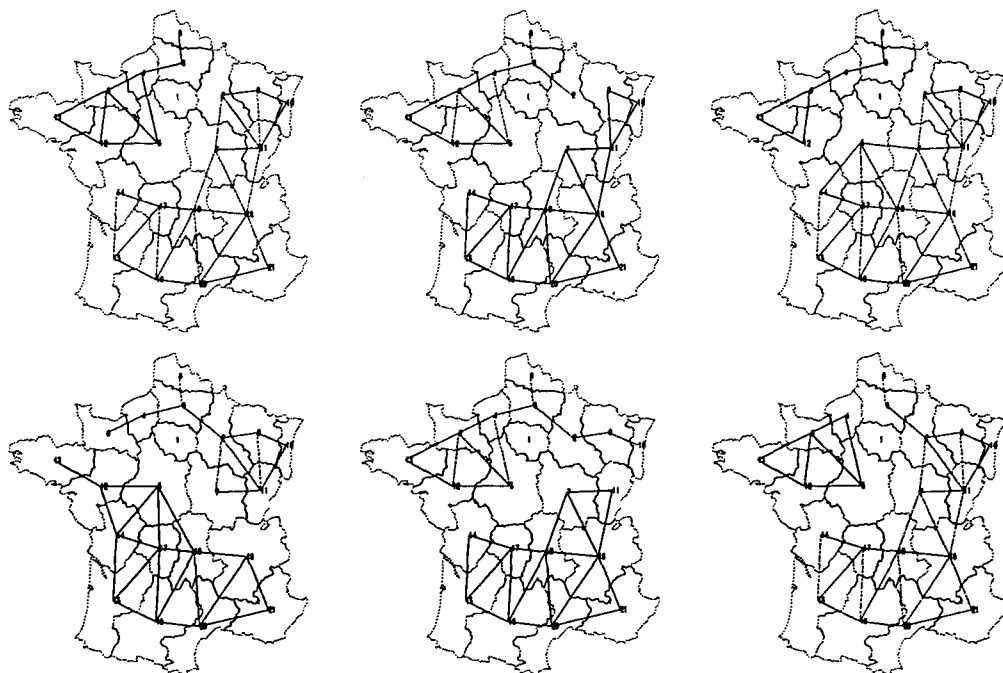
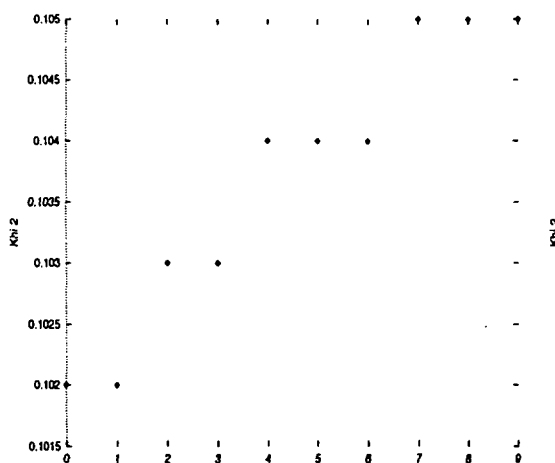
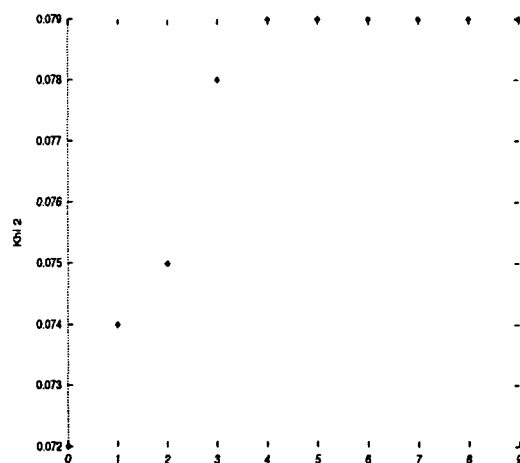


FIG. V.4 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux M31 ( $D_0$ )

M32 Rang	$\gamma < 1$			$\gamma > 1$		
	$\epsilon$	Err	$\gamma$	$\epsilon$	Err	$\gamma$
0	0.945	0.102	0.530	0.669	0.072	3.654
1	0.948	0.102	0.529	0.682	0.074	3.363
2	0.950	0.103	0.520	0.694	0.075	4.173
3	0.956	0.103	0.519	0.719	0.078	3.518
4	0.959	0.104	0.512	0.727	0.079	2.981
5	0.962	0.104	0.537	0.728	0.079	2.777
6	0.965	0.104	0.571	0.728	0.079	3.503
7	0.971	0.105	0.525	0.732	0.079	3.240
8	0.972	0.105	0.604	0.733	0.079	3.274
9	0.973	0.105	0.634	0.735	0.079	2.887

TAB. V.2 - *Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière (M32,  $D_0$ )*FIG. V.5 - "Err" ( $\gamma < 1$ , M32,  $D_0$ )FIG. V.6 - "Err" ( $\gamma > 1$ , M32,  $D_0$ )

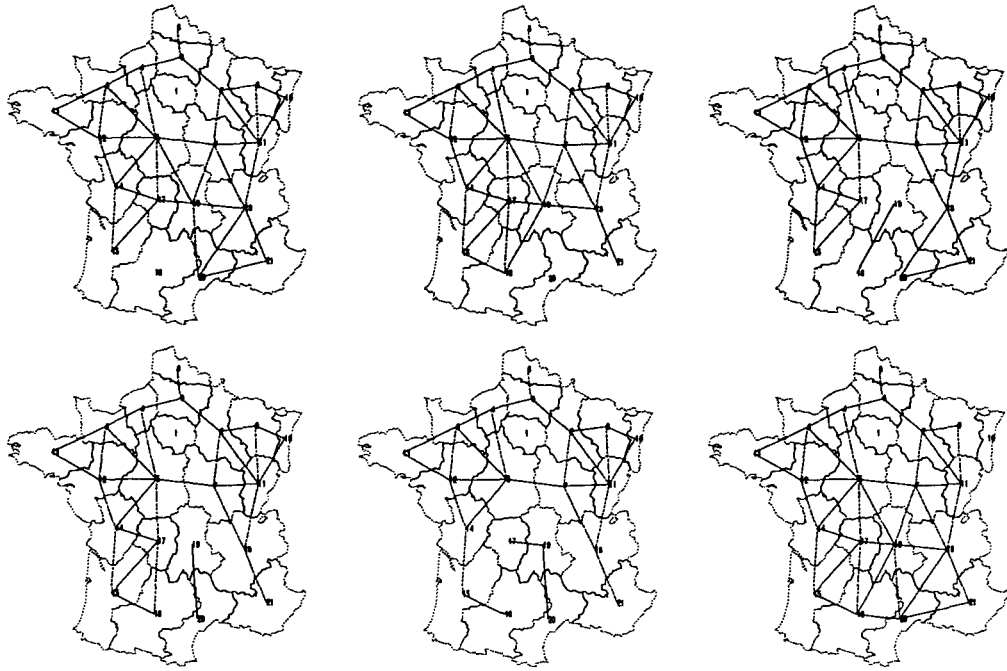


FIG. V.7 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux M32 ( $D_0$ )

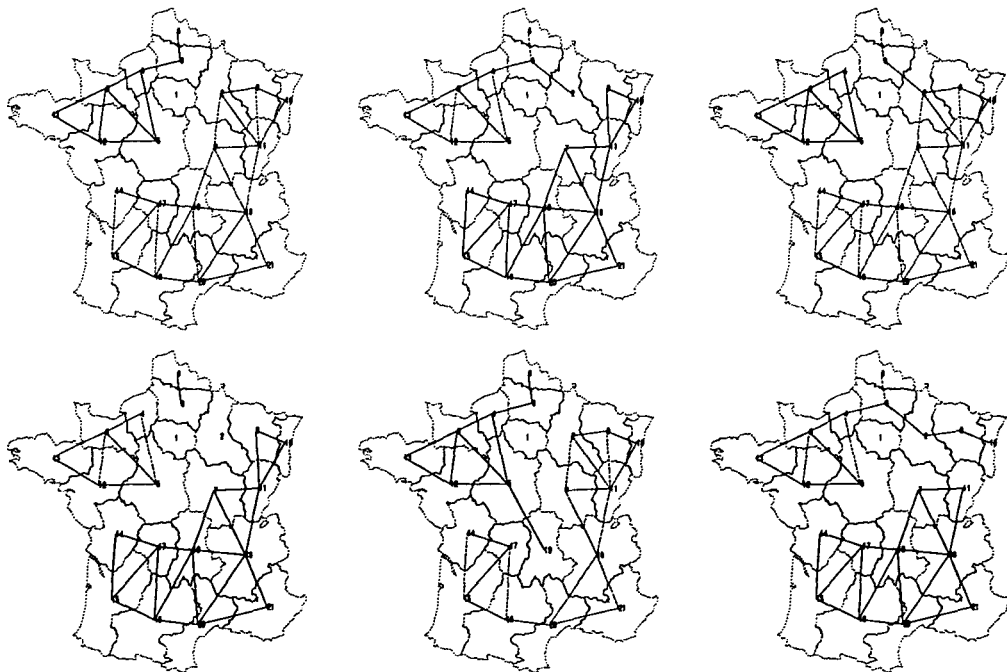
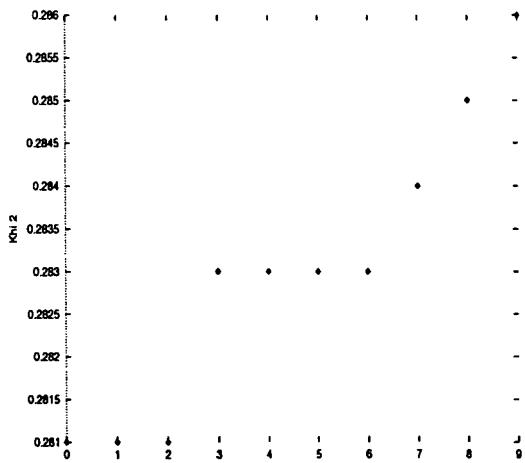
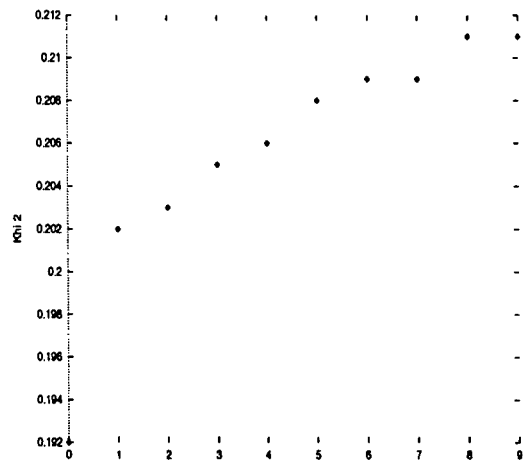


FIG. V.8 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux M32 ( $D_0$ )

M34	$\gamma < 1$			$\gamma > 1$		
	Rang	$\epsilon$	Err	$\gamma$	$\epsilon$	Err
0	0.974	0.281	0.665	0.668	0.192	4.011
1	0.974	0.281	0.664	0.700	0.202	3.421
2	0.977	0.281	0.675	0.706	0.203	3.462
3	0.981	0.283	0.678	0.713	0.205	4.242
4	0.982	0.283	0.682	0.717	0.206	3.090
5	0.982	0.283	0.676	0.722	0.208	4.141
6	0.983	0.283	0.683	0.725	0.209	3.071
7	0.987	0.284	0.682	0.726	0.209	3.033
8	0.990	0.285	0.751	0.731	0.211	2.991
9	0.992	0.286	0.685	0.732	0.211	3.281

TAB. V.3 – Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( $M34, D_0$ )FIG. V.9 – “Err” ( $\gamma < 1, M34, D_0$ )FIG. V.10 – “Err” ( $\gamma > 1, M34, D_0$ )

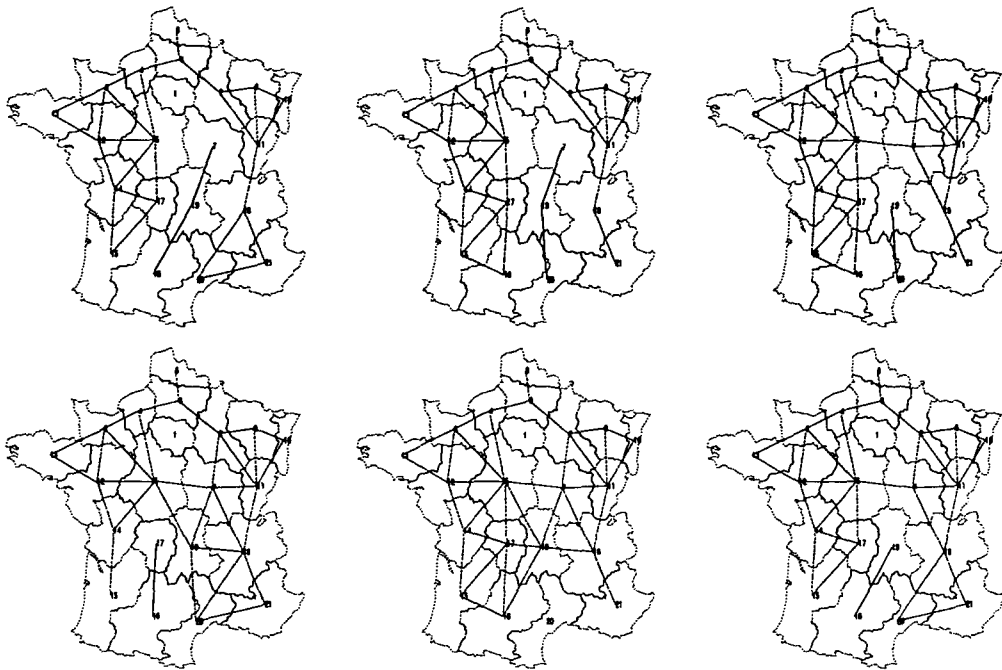


FIG. V.11 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux M34 ( $D_0$ )

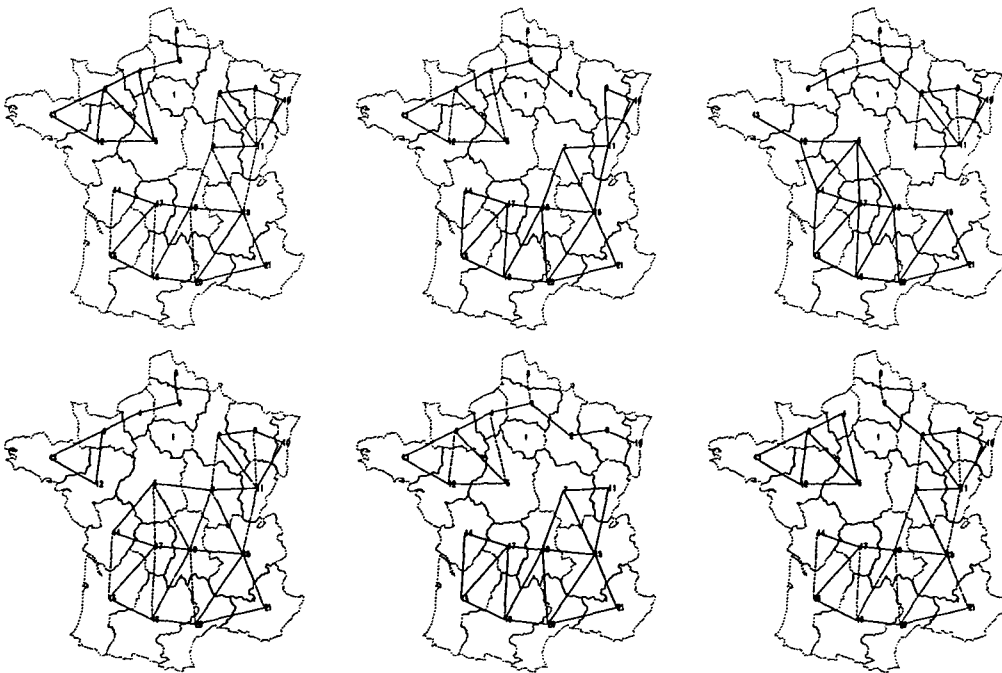
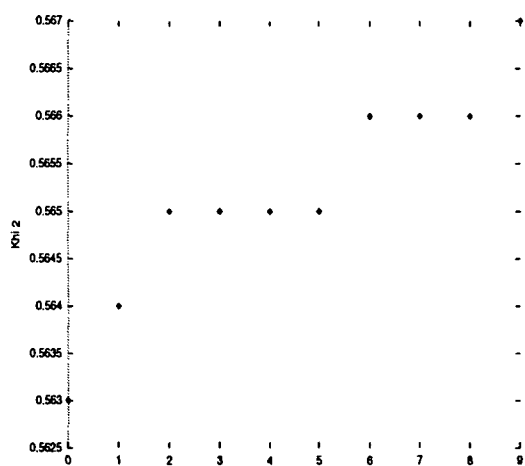
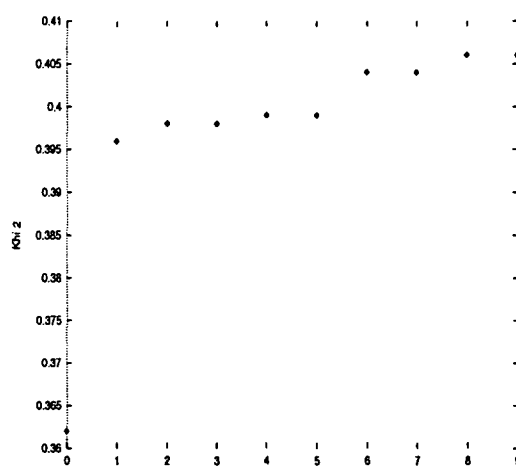


FIG. V.12 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux M34 ( $D_0$ )

MS15 Rang	$\gamma < 1$			$\gamma > 1$		
	$\epsilon$	Err	$\gamma$	$\epsilon$	Err	$\gamma$
0	0.990	0.563	0.748	0.636	0.362	4.359
1	0.991	0.564	0.802	0.695	0.396	3.387
2	0.993	0.565	0.336	0.699	0.398	3.243
3	0.993	0.565	0.814	0.700	0.398	3.816
4	0.993	0.565	0.831	0.701	0.399	3.219
5	0.993	0.565	0.830	0.702	0.399	4.212
6	0.994	0.566	0.831	0.710	0.404	3.168
7	0.995	0.566	0.832	0.710	0.404	3.141
8	0.996	0.566	0.831	0.714	0.406	3.339
9	0.996	0.567	0.832	0.714	0.406	3.198

TAB. V.4 - *Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière (MS15,  $D_0$ )*FIG. V.13 - "Err" ( $\gamma < 1$ , MS15,  $D_0$ )FIG. V.14 - "Err" ( $\gamma > 1$ , MS15,  $D_0$ )



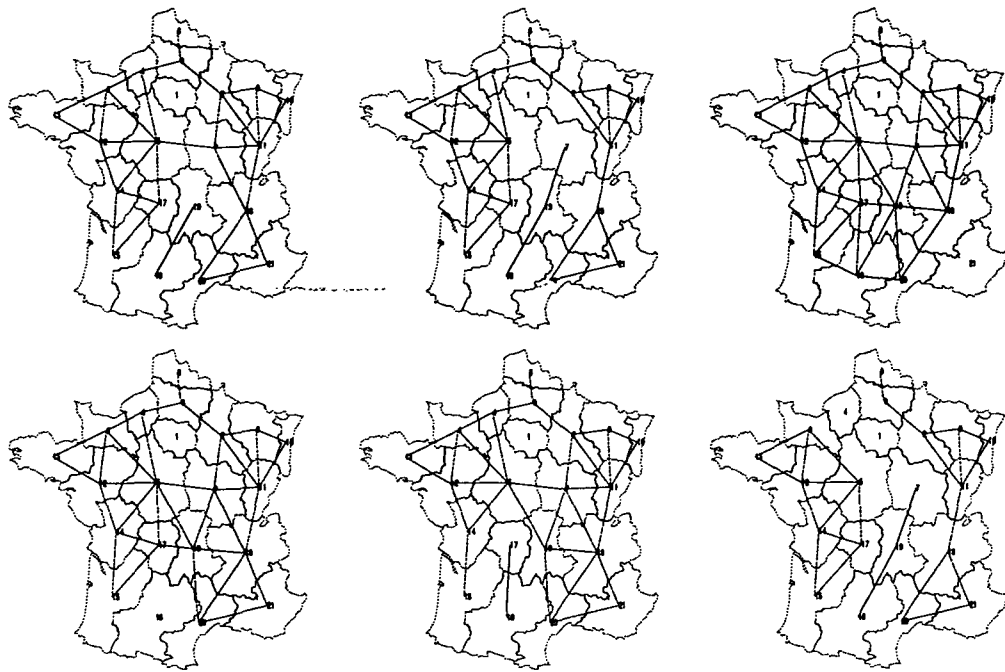


FIG. V.15 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux MS15 ( $D_0$ )

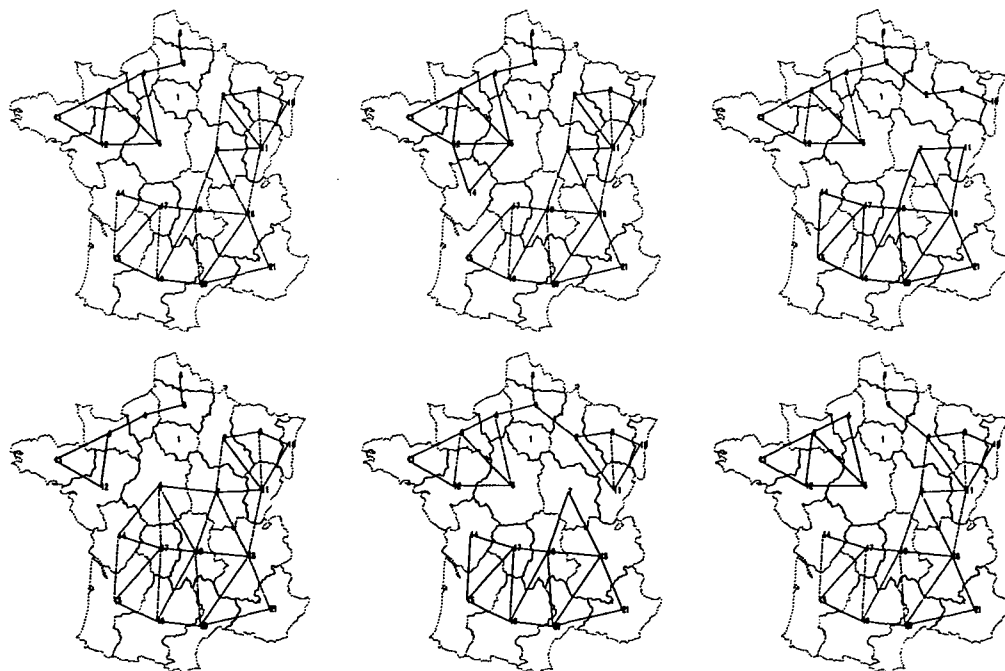
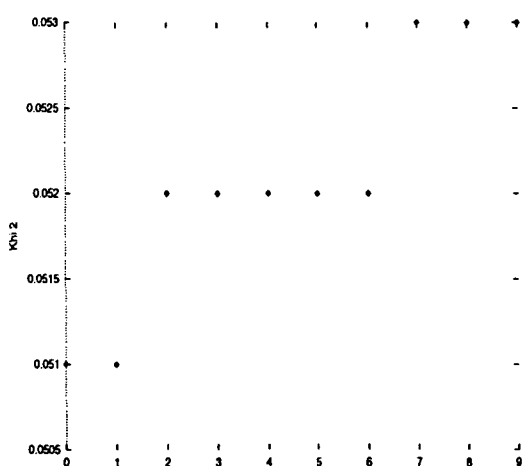
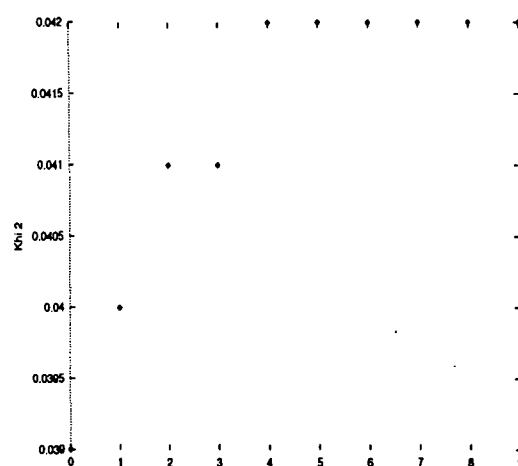


FIG. V.16 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux MS15 ( $D_0$ )

MS16	$\gamma < 1$			$\gamma > 1$		
	Rang	$\epsilon$	Err	$\gamma$	$\epsilon$	Err
0	0.928	0.051	0.459	0.708	0.039	3.483
1	0.931	0.051	0.489	0.720	0.040	3.052
2	0.932	0.052	0.413	0.737	0.041	3.057
3	0.937	0.052	0.363	0.747	0.041	2.773
4	0.943	0.052	0.382	0.754	0.042	3.184
5	0.946	0.052	0.447	0.755	0.042	3.011
6	0.947	0.052	0.425	0.755	0.042	3.903
7	0.958	0.053	0.445	0.756	0.042	2.923
8	0.963	0.053	0.506	0.763	0.042	3.413
9	0.966	0.053	0.722	0.767	0.042	3.303

TAB. V.5 - *Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière (MS16,  $D_0$ )*FIG. V.17 - "Err" ( $\gamma < 1$ , MS16,  $D_0$ )FIG. V.18 - "Err" ( $\gamma > 1$ , MS16,  $D_0$ )

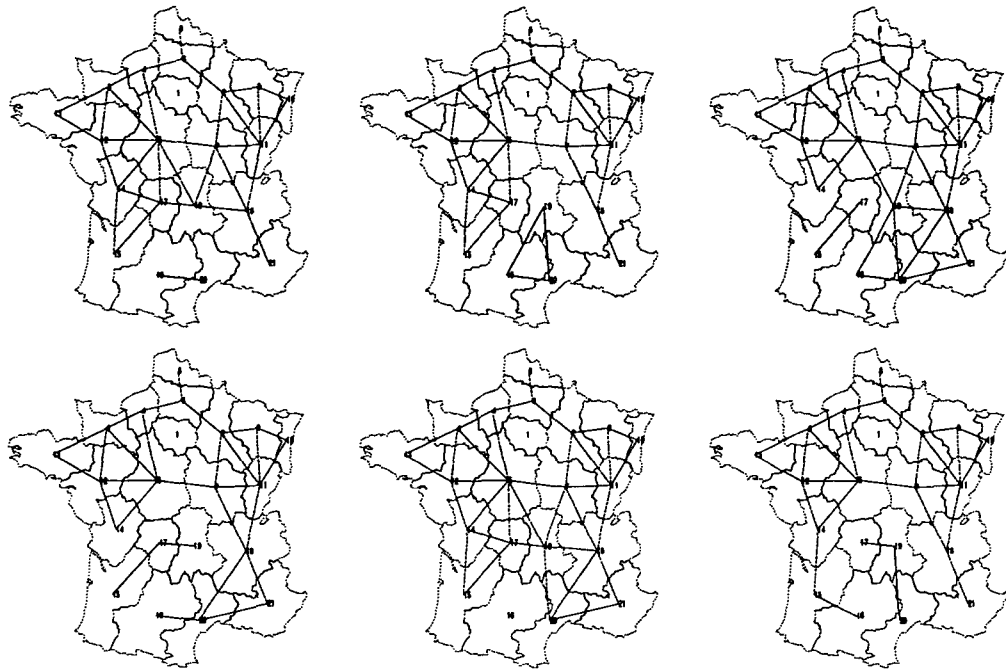


FIG. V.19 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux MS16 ( $D_0$ )

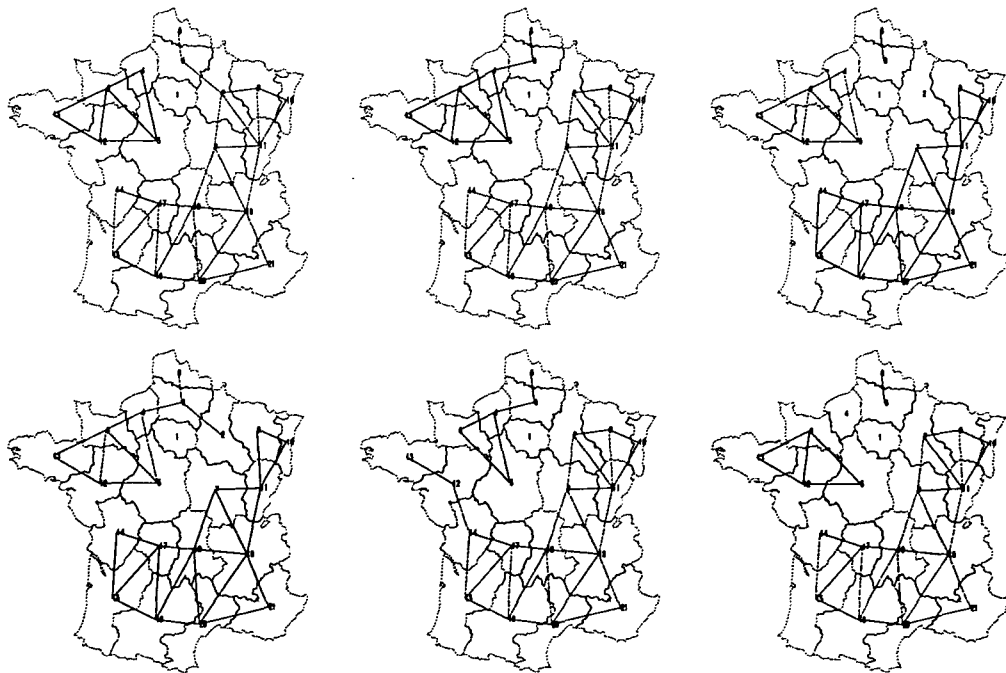
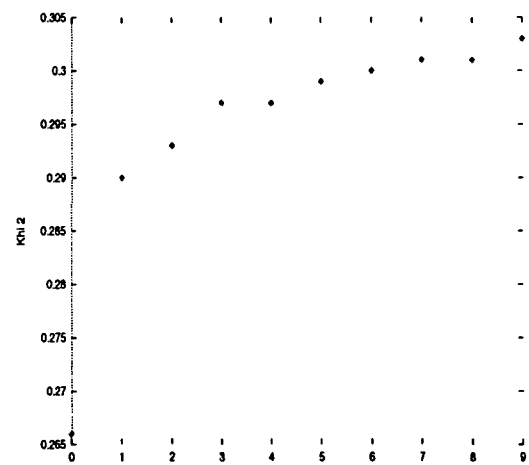
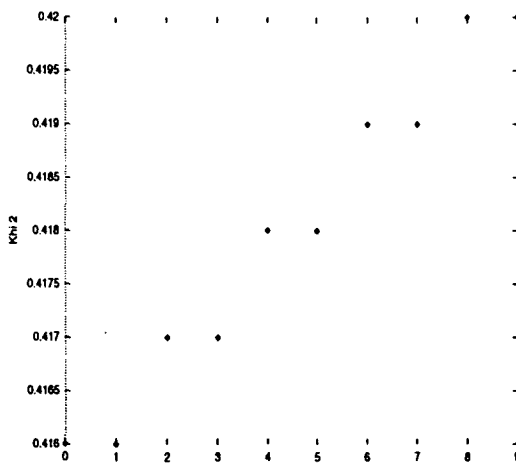


FIG. V.20 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux MS16 ( $D_0$ )

MS19	$\gamma < 1$			$\gamma > 1$		
Rang	$\epsilon$	Err	$\gamma$	$\epsilon$	Err	$\gamma$
0	0.985	0.416	0.765	0.631	0.266	4.752
1	0.986	0.416	0.760	0.686	0.290	4.087
2	0.988	0.417	0.769	0.693	0.293	3.668
3	0.989	0.417	0.766	0.703	0.297	3.118
4	0.989	0.418	0.767	0.705	0.297	3.105
5	0.989	0.418	0.769	0.709	0.299	3.608
6	0.992	0.419	0.771	0.710	0.300	3.218
7	0.993	0.419	0.765	0.712	0.301	3.411
8	0.994	0.420	0.769	0.713	0.301	3.040
9	0.994	0.420	0.773	0.717	0.303	3.281

TAB. V.6 - *Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière (MS19,  $D_0$ )*FIG. V.21 - "Err" ( $\gamma < 1$ , MS19,  $D_0$ )      FIG. V.22 - "Err" ( $\gamma > 1$ , MS19,  $D_0$ )

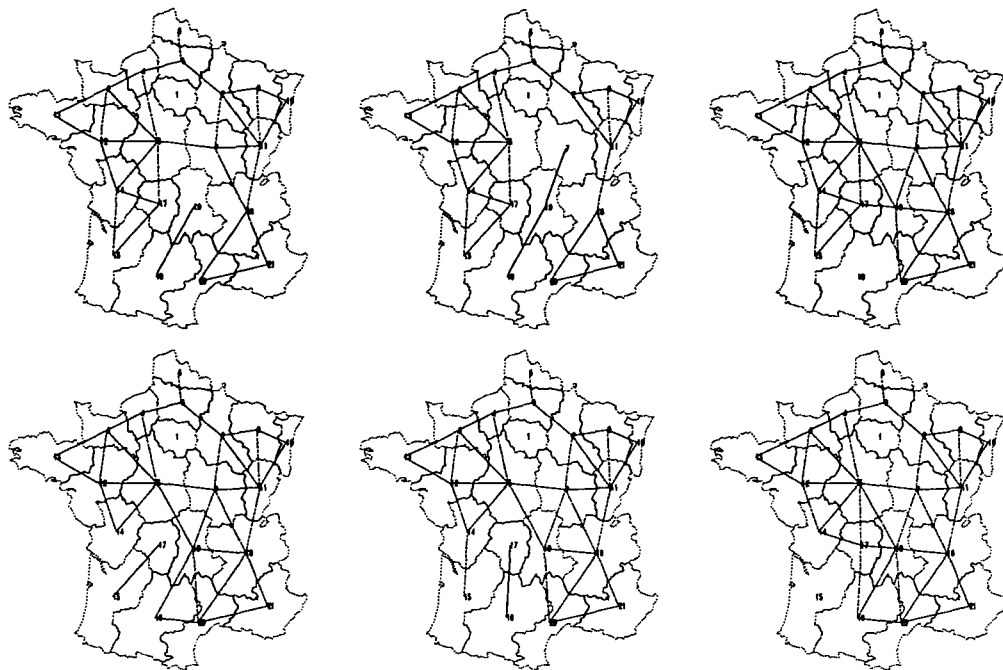


FIG. V.23 – Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux MS19 ( $D_0$ )

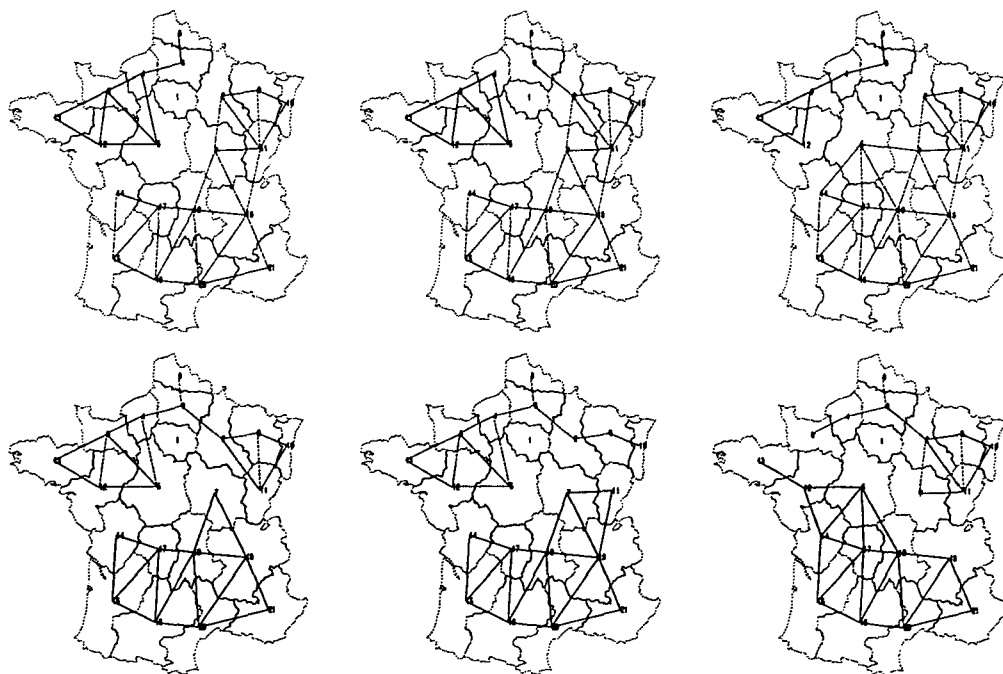
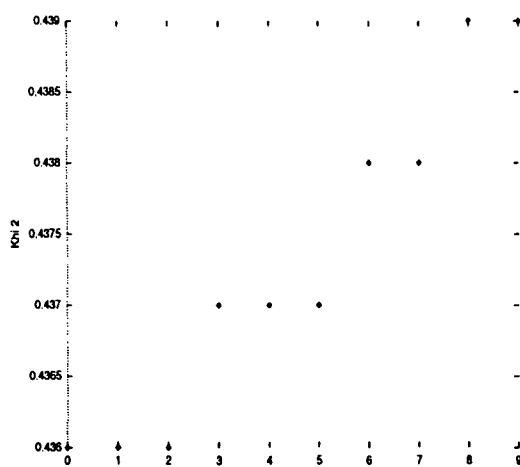
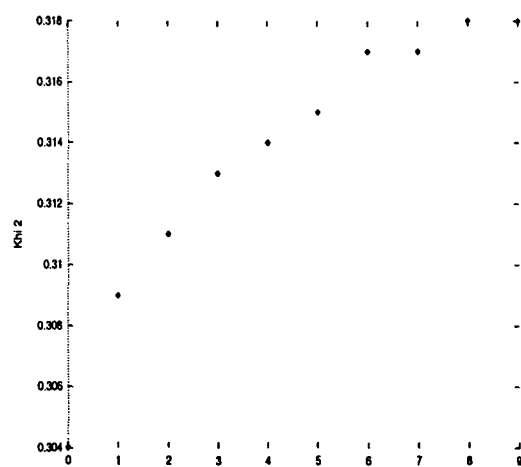


FIG. V.24 – Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux MS19 ( $D_0$ )

VLS	$\gamma < 1$			$\gamma > 1$		
Rang	$\epsilon$	Err	$\gamma$	$\epsilon$	Err	$\gamma$
0	0.981	0.436	0.713	0.684	0.304	5.022
1	0.982	0.436	0.672	0.696	0.309	4.086
2	0.982	0.436	0.731	0.701	0.311	3.993
3	0.983	0.437	0.764	0.705	0.313	4.319
4	0.983	0.437	0.743	0.706	0.314	3.915
5	0.983	0.437	0.710	0.709	0.315	4.470
6	0.985	0.438	0.761	0.713	0.317	3.982
7	0.986	0.438	0.162	0.714	0.317	3.900
8	0.988	0.439	0.785	0.715	0.318	4.555
9	0.989	0.439	0.775	0.717	0.318	3.819

TAB. V.7 – *Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière (VLS,  $D_0$ )*FIG. V.25 – “Err” ( $\gamma < 1$ , VLS,  $D_0$ )FIG. V.26 – “Err” ( $\gamma > 1$ , VLS,  $D_0$ )

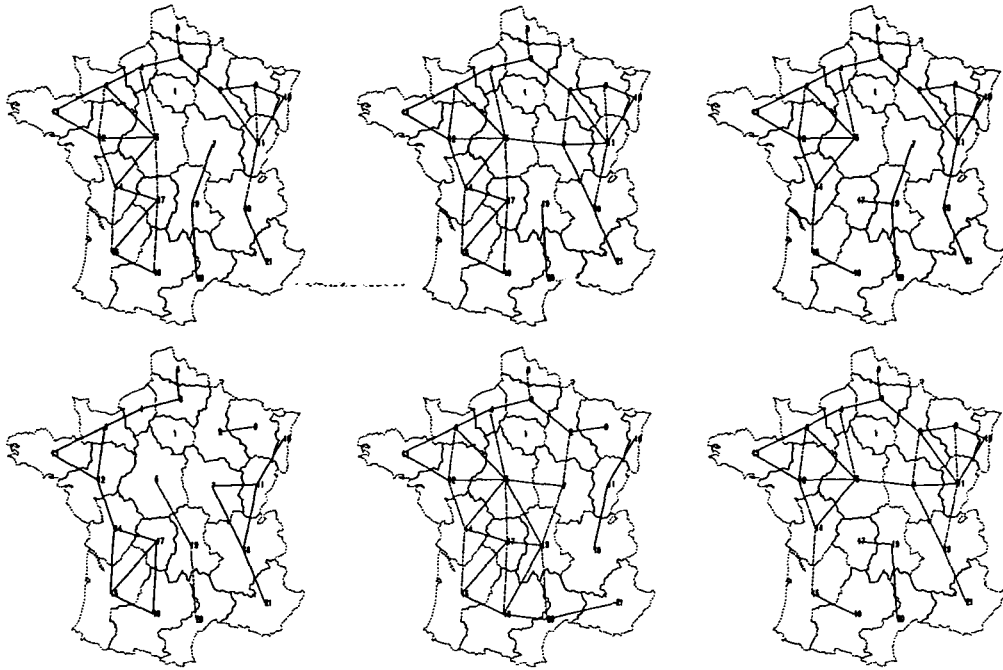


FIG. V.27 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux VLS ( $D_0$ )

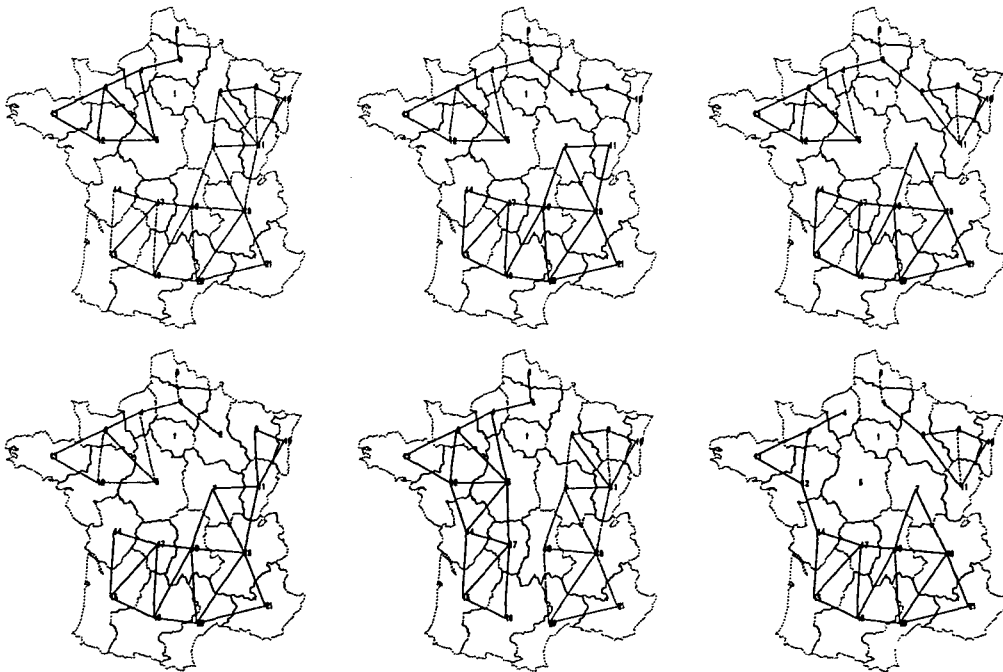
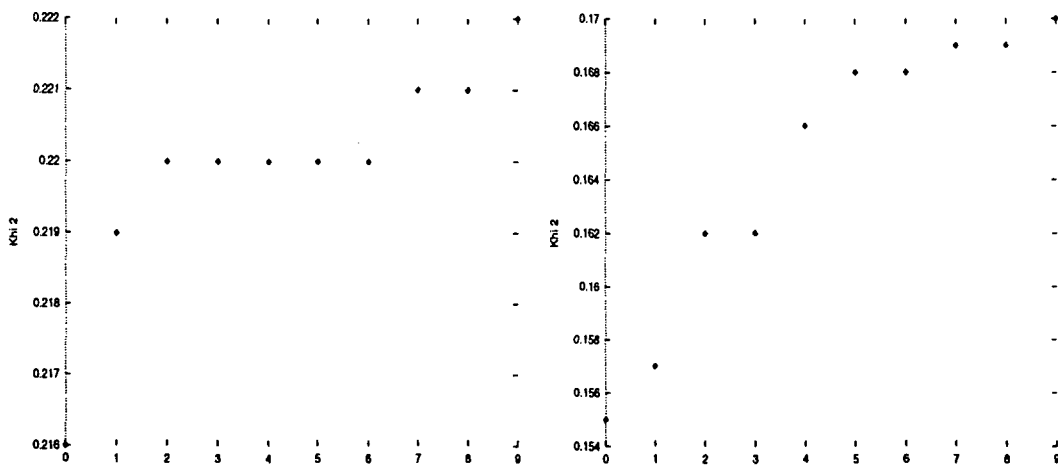


FIG. V.28 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux VLS ( $D_0$ )

VLS2	$\gamma < 1$			$\gamma > 1$		
Rang	$\epsilon$	Err	$\gamma$	$\epsilon$	Err	$\gamma$
0	0.948	0.216	0.101	0.681	0.155	4.341
1	0.964	0.219	0.656	0.689	0.157	4.054
2	0.965	0.220	0.667	0.710	0.162	4.000
3	0.966	0.220	0.663	0.714	0.162	3.752
4	0.967	0.220	0.668	0.728	0.166	4.295
5	0.967	0.220	0.659	0.738	0.168	4.221
6	0.969	0.220	0.671	0.739	0.168	3.344
7	0.972	0.221	0.678	0.741	0.169	3.352
8	0.972	0.221	0.666	0.744	0.169	3.297
9	0.976	0.222	0.676	0.747	0.170	3.181

TAB. V.8 – Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière (VLS2,  $D_0$ )FIG. V.29 – "Err" ( $\gamma < 1$ , VLS22,  $D_0$ )    FIG. V.30 – "Err" ( $\gamma > 1$ , VLS2,  $D_0$ )



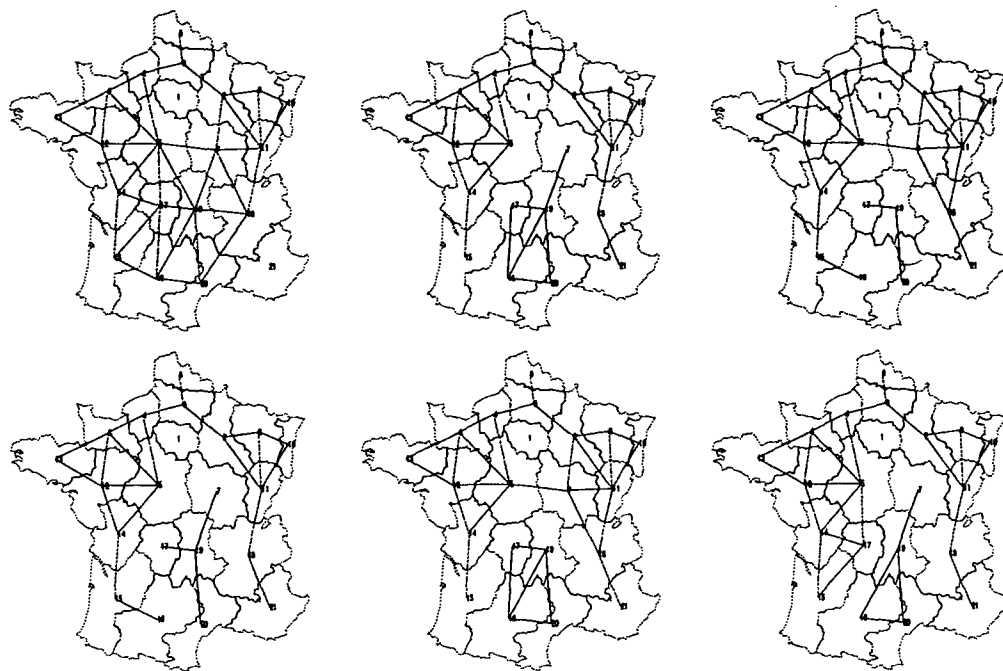


FIG. V.31 – Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux VLS2 ( $D_0$ )

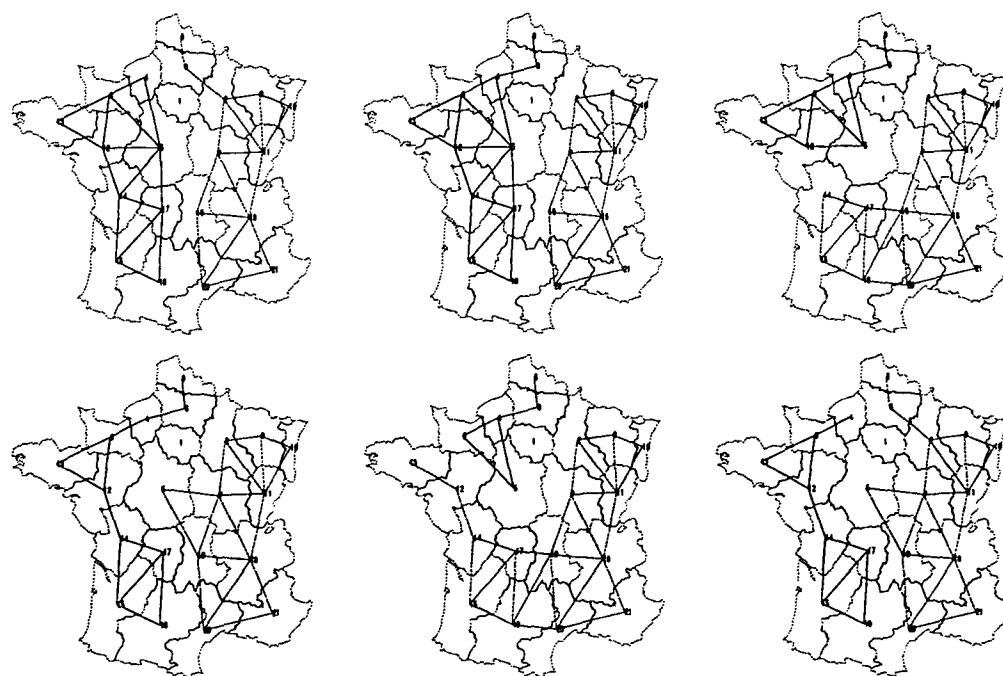
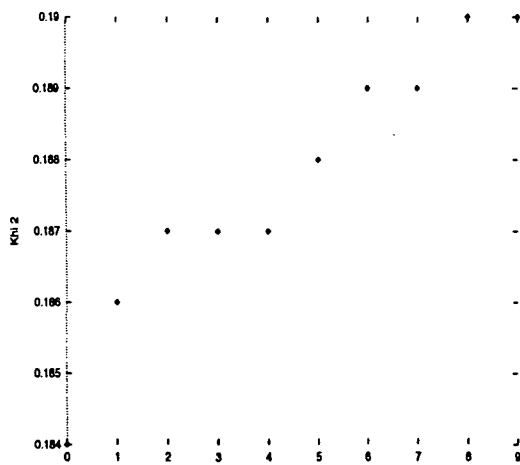
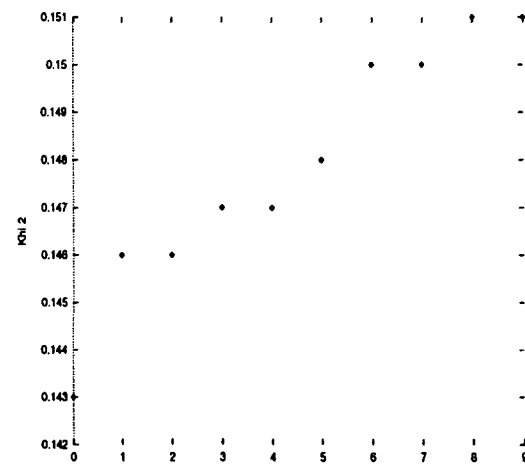


FIG. V.32 – Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux VLS2 ( $D_0$ )

VLS3 Rang	$\gamma < 1$			$\gamma > 1$		
	$\epsilon$	Err	$\gamma$	$\epsilon$	Err	$\gamma$
0	0.949	0.184	0.496	0.738	0.143	4.066
1	0.961	0.186	0.178	0.753	0.146	3.715
2	0.964	0.187	0.561	0.754	0.146	3.716
3	0.965	0.187	0.517	0.756	0.147	4.003
4	0.965	0.187	0.604	0.759	0.147	3.612
5	0.967	0.188	0.644	0.762	0.148	3.773
6	0.975	0.189	0.545	0.772	0.150	3.443
7	0.976	0.189	0.539	0.773	0.150	3.959
8	0.978	0.190	0.599	0.777	0.151	3.729
9	0.979	0.190	0.603	0.778	0.151	3.387

TAB. V.9 – *Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière (VLS3,  $D_0$ )*FIG. V.33 – “Err” ( $\gamma < 1$ , VLS3,  $D_0$ )FIG. V.34 – “Err” ( $\gamma > 1$ , VLS3,  $D_0$ )

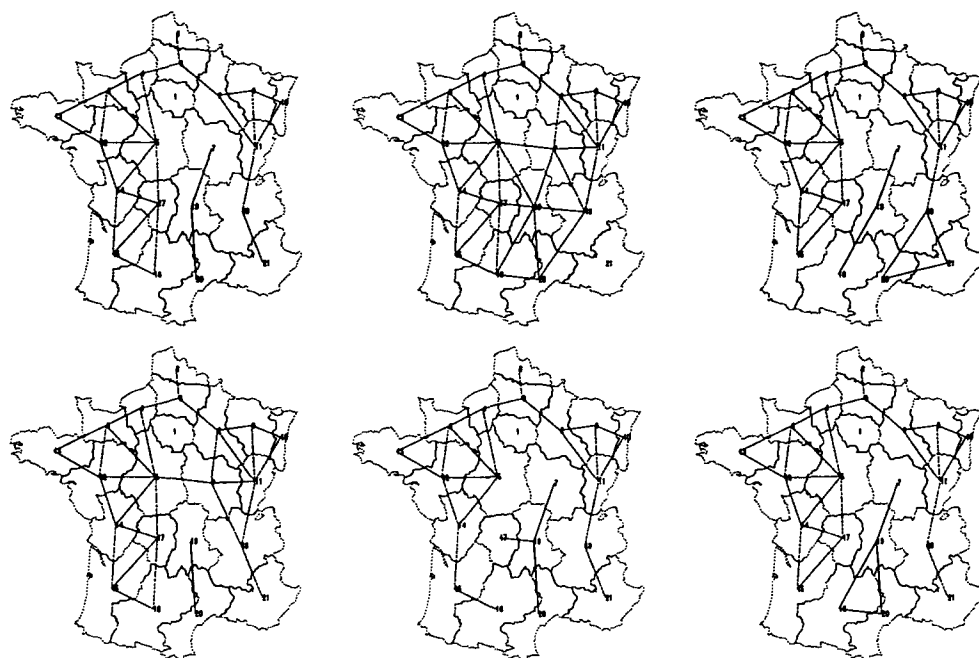


FIG. V.35 – Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux VLS3 ( $D_0$ )

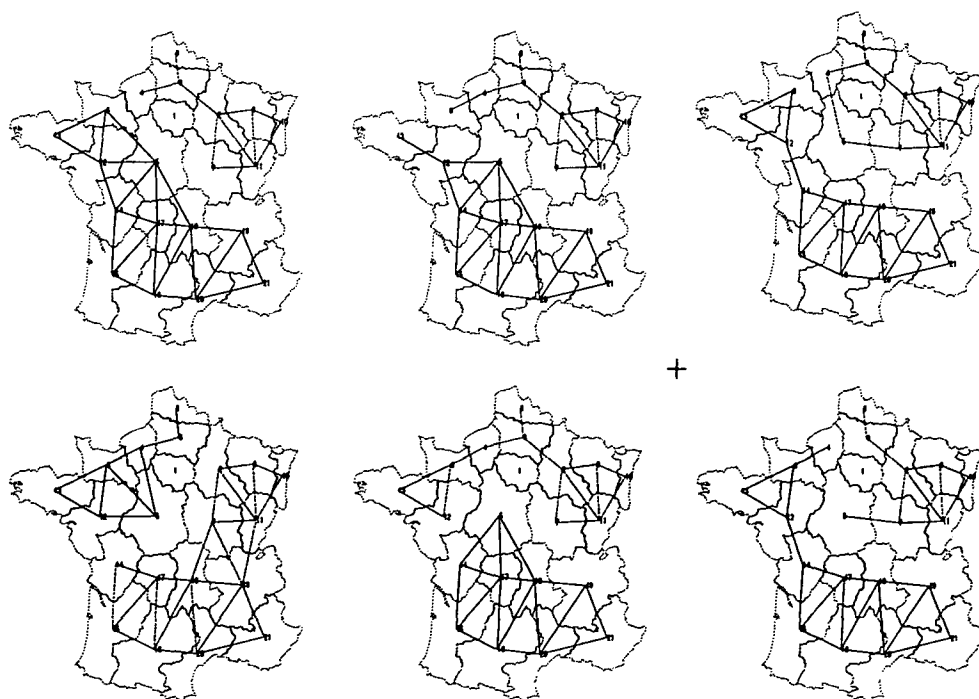


FIG. V.36 – Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux VLS3 ( $D_0$ )

M31	$\gamma < 1$				$\gamma > 1$			
Rang	$\varepsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$	$\varepsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$
0	0.056	0.020	-2.28	0.636	0.047	0.017	-2.10	1.672
1	0.057	0.020	-2.26	0.729	0.049	0.018	-2.10	1.589
2	0.057	0.020	-2.28	0.717	0.050	0.018	-2.15	1.606
3	0.057	0.020	-2.25	0.741	0.051	0.018	-2.11	1.538
4	0.058	0.021	-2.23	0.572	0.051	0.018	-2.13	1.589
5	0.059	0.021	-2.22	0.825	0.051	0.018	-2.11	1.567
6	0.059	0.021	-2.24	0.810	0.051	0.018	-2.14	1.530
7	0.060	0.021	-2.25	0.805	0.052	0.018	-2.12	1.504
8	0.060	0.021	-2.25	0.780	0.052	0.018	-2.11	1.503
9	0.060	0.021	-2.22	0.852	0.052	0.018	-2.14	1.500

TAB. V.10 - *Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière (M31, D<sub>0</sub>)*

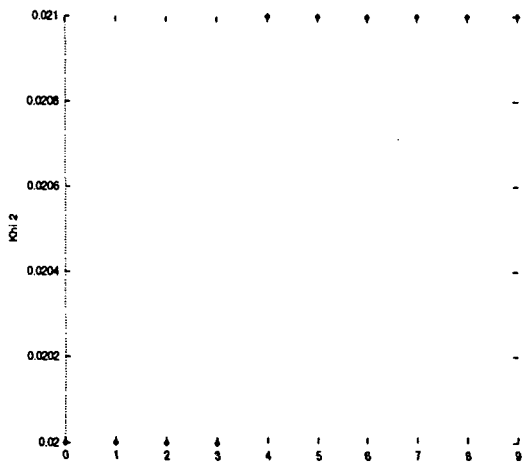


FIG. V.37 - "Err" ( $\gamma < 1$ , M31, D<sub>0</sub>)

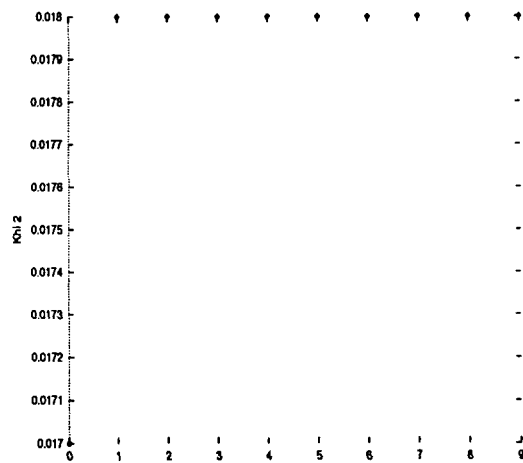


FIG. V.38 - "Err" ( $\gamma > 1$ , M31, D<sub>0</sub>)

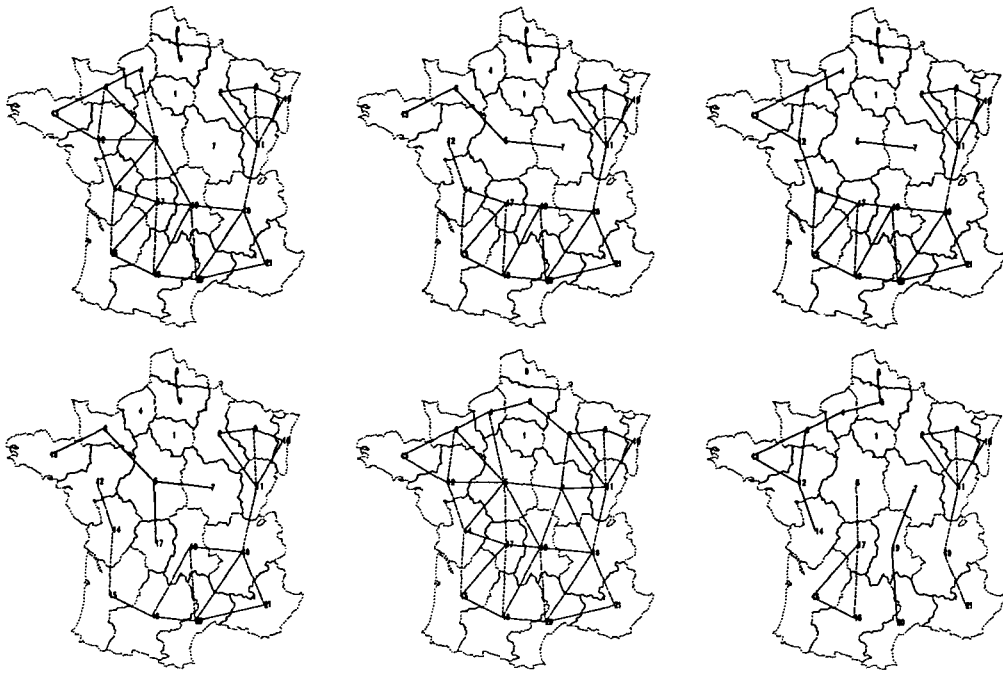


FIG. V.39 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux M31 ( $D_0$ )

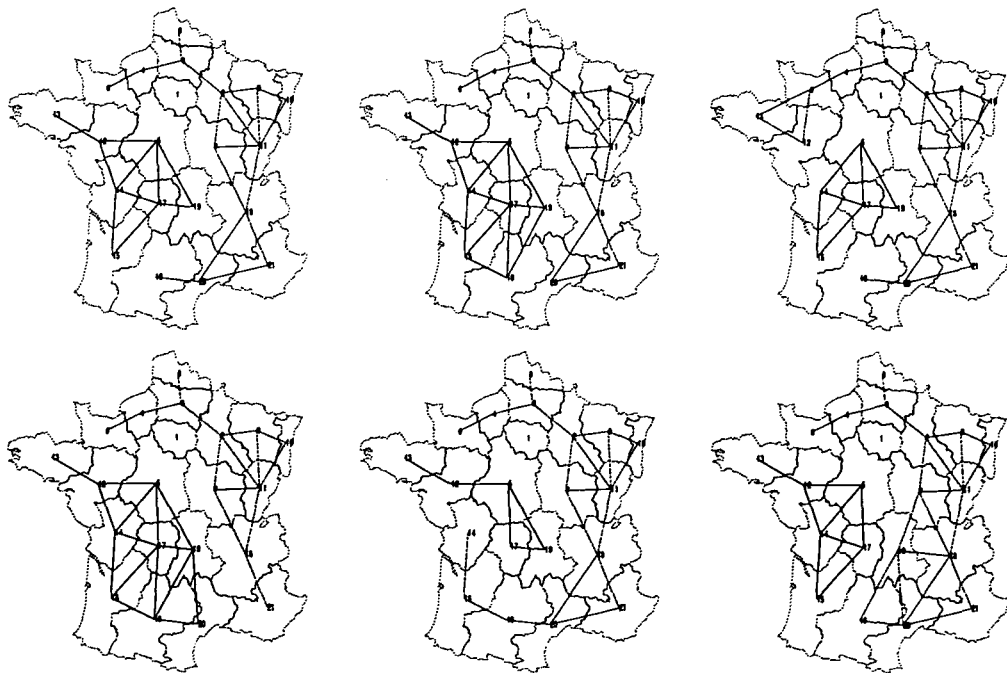
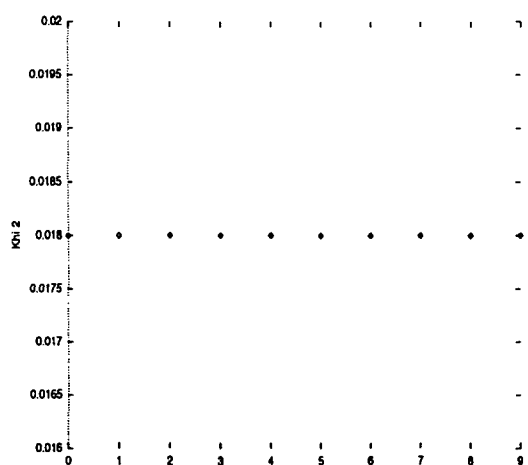
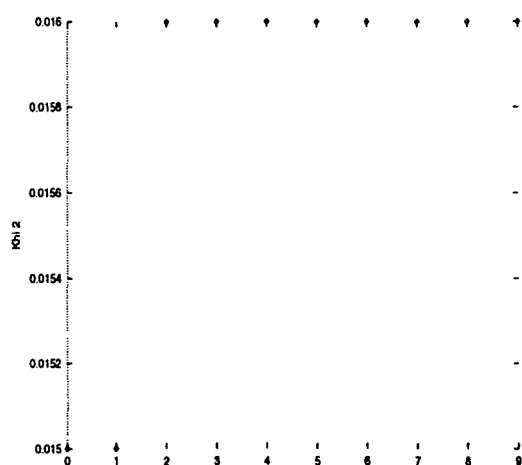


FIG. V.40 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux M31 ( $D_0$ )

M32	$\gamma < 1$				$\gamma > 1$			
Rang	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$
0	0.167	0.018	-1.48	0.741	0.142	0.015	-1.39	1.689
1	0.169	0.018	-1.47	0.747	0.142	0.015	-1.37	1.663
2	0.169	0.018	-1.48	0.711	0.146	0.016	-1.40	1.655
3	0.169	0.018	-1.49	0.731	0.146	0.016	-1.39	1.627
4	0.169	0.018	-1.50	0.676	0.148	0.016	-1.34	1.653
5	0.169	0.018	-1.46	0.770	0.148	0.016	-1.31	1.645
6	0.170	0.018	-1.50	0.705	0.149	0.016	-1.48	2.000
7	0.170	0.018	-1.45	0.756	0.152	0.016	-1.34	1.523
8	0.170	0.018	-1.48	0.763	0.152	0.016	-1.40	1.647
9	0.170	0.018	-1.46	0.770	0.152	0.016	-1.35	1.526

TAB. V.11 - *Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Parèto + Barrière (M32, D<sub>0</sub>)*FIG. V.41 - "Err" ( $\gamma < 1$ , M32, D<sub>0</sub>)FIG. V.42 - "Err" ( $\gamma > 1$ , M32, D<sub>0</sub>)

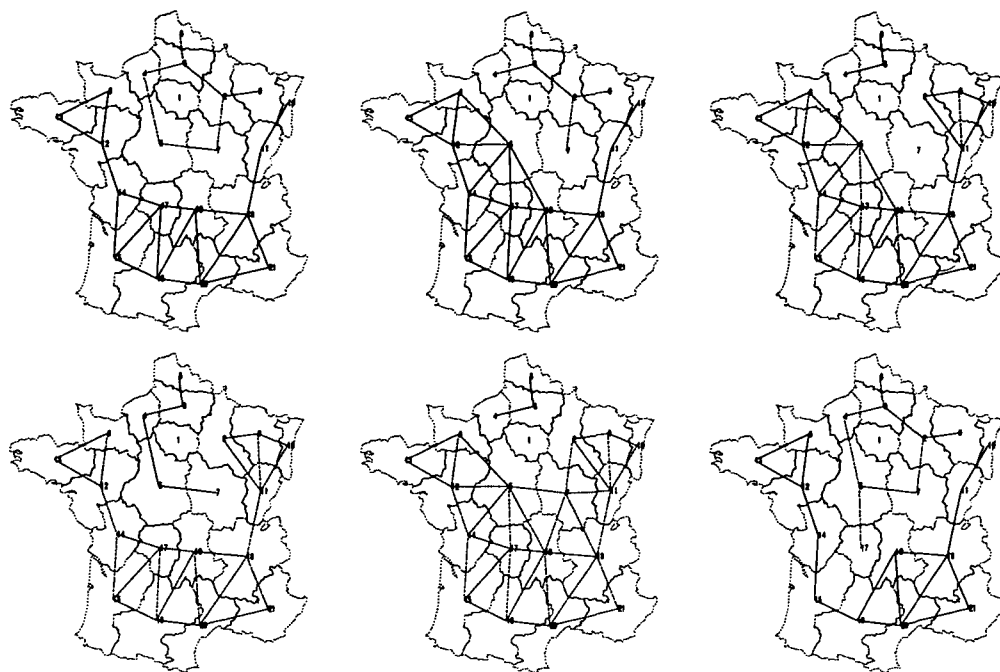


FIG. V.43 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Pareto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux M32 ( $D_0$ )

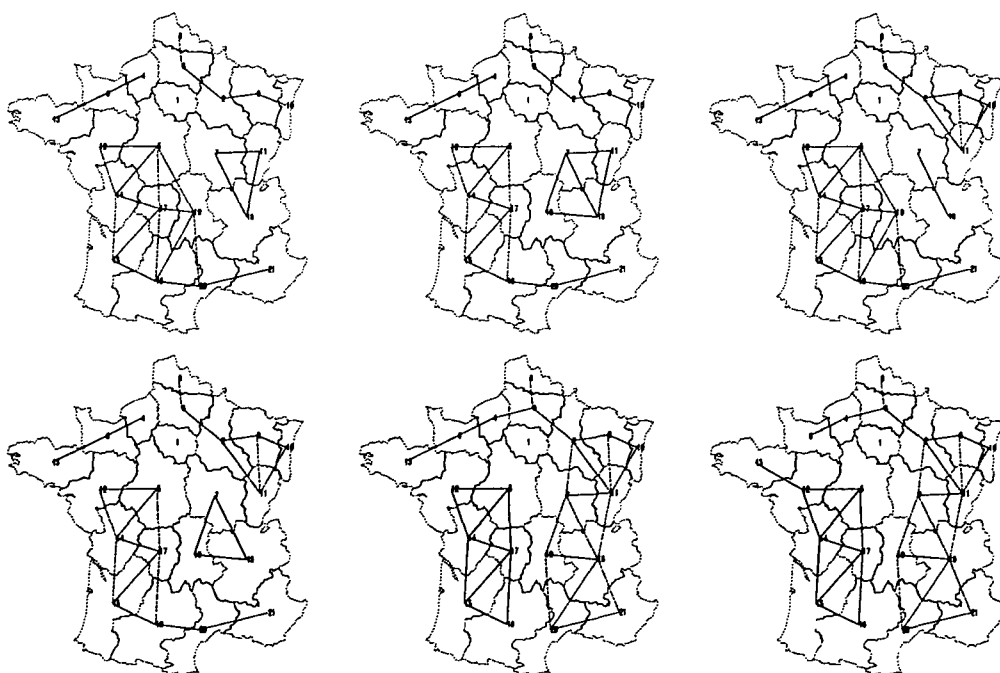


FIG. V.44 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Pareto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux M32 ( $D_0$ )

M34	$\gamma < 1$				$\gamma > 1$			
Rang	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$
0	0.089	0.026	-1.98	0.639	0.076	0.022	-1.81	1.728
1	0.090	0.026	-1.96	0.722	0.078	0.022	-1.81	1.652
2	0.090	0.026	-1.95	0.504	0.078	0.022	-1.80	1.665
3	0.090	0.026	-1.97	0.713	0.080	0.023	-1.81	1.614
4	0.091	0.026	-1.99	0.704	0.080	0.023	-1.84	1.588
5	0.091	0.026	-1.97	0.731	0.081	0.023	-1.81	1.639
6	0.091	0.026	-1.98	0.714	0.081	0.023	-1.83	1.561
7	0.091	0.026	-1.97	0.734	0.083	0.024	-1.83	1.525
8	0.092	0.026	-1.95	0.720	0.083	0.024	-1.85	1.533
9	0.092	0.026	-1.96	0.749	0.084	0.024	-1.82	1.498

TAB. V.12 – *Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière (M34, D<sub>0</sub>)*

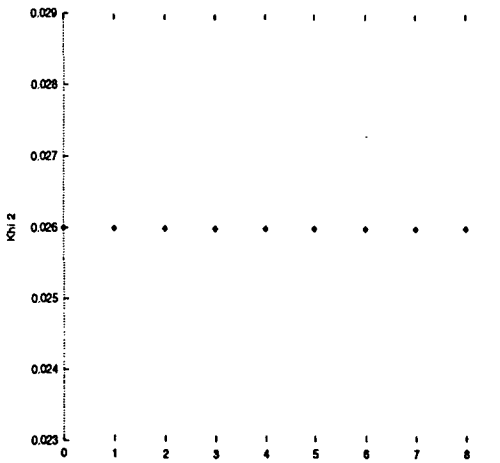


FIG. V.45 – “Err” ( $\gamma < 1$ , M34, D<sub>0</sub>)

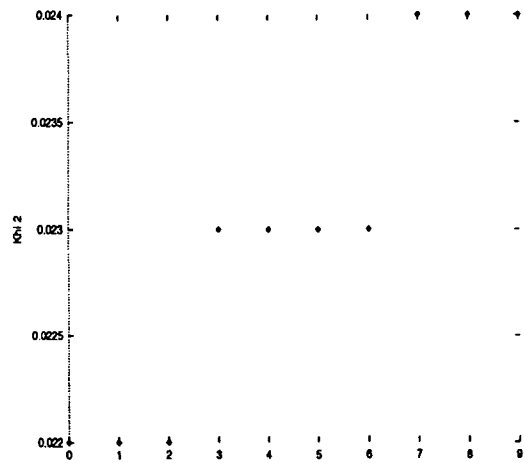


FIG. V.46 – “Err” ( $\gamma > 1$ , M34, D<sub>0</sub>)



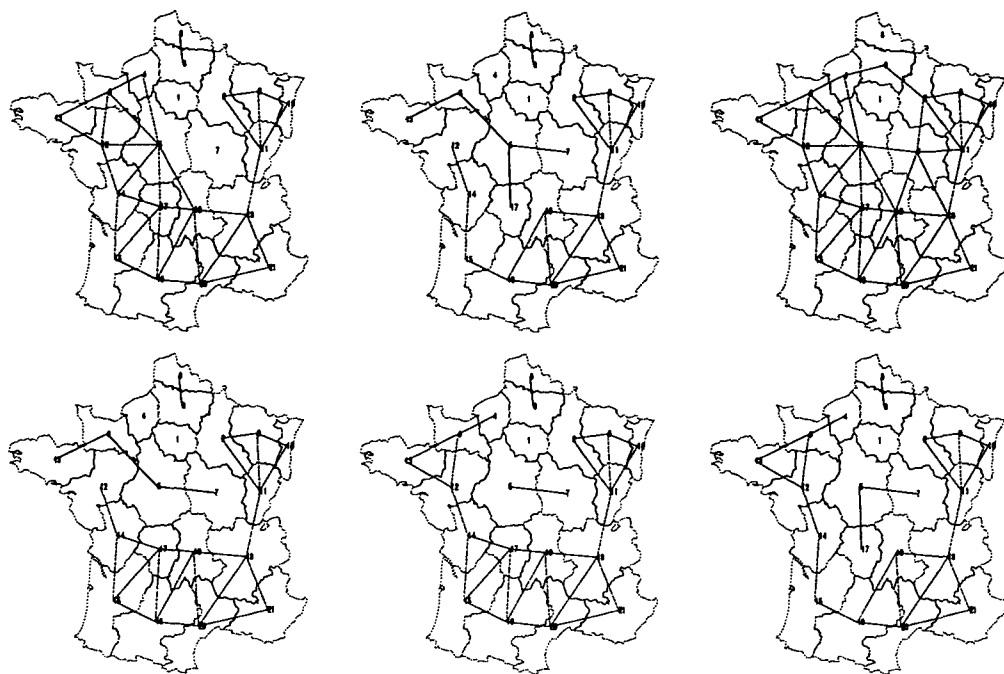


FIG. V.47 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux M34 ( $D_0$ )

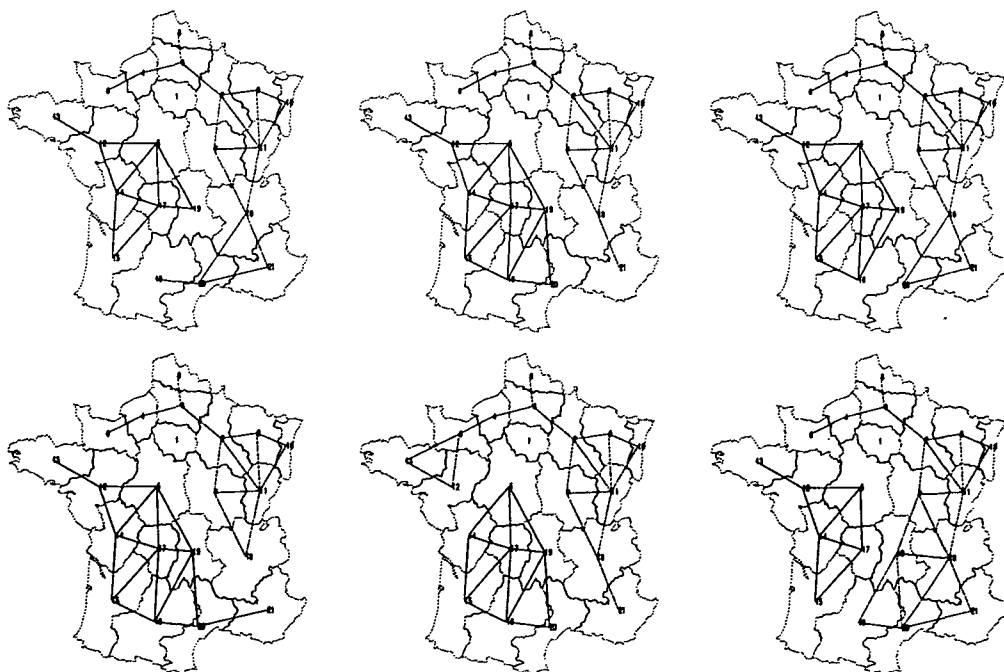


FIG. V.48 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux M34 ( $D_0$ )

MS15	$\gamma < 1$				$\gamma > 1$			
Rang	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$
0	0.084	0.048	-2.21	0.490	0.069	0.039	-2.04	1.707
1	0.085	0.048	-2.22	0.627	0.073	0.042	-2.10	1.651
2	0.086	0.049	-2.27	0.765	0.074	0.042	-2.05	1.565
3	0.086	0.049	-2.26	0.745	0.074	0.042	-2.03	1.625
4	0.087	0.049	-2.23	0.754	0.074	0.042	-2.11	1.639
5	0.087	0.049	-2.20	0.594	0.074	0.042	-2.09	1.600
6	0.087	0.049	-2.21	0.620	0.075	0.043	-2.06	1.573
7	0.087	0.049	-2.25	0.816	0.076	0.043	-2.10	1.474
8	0.088	0.050	-2.24	0.851	0.076	0.043	-2.09	1.500
9	0.088	0.050	-2.23	0.839	0.076	0.043	-2.09	1.511

TAB. V.13 – *Ecart*s des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière (MS15,  $D_0$ )

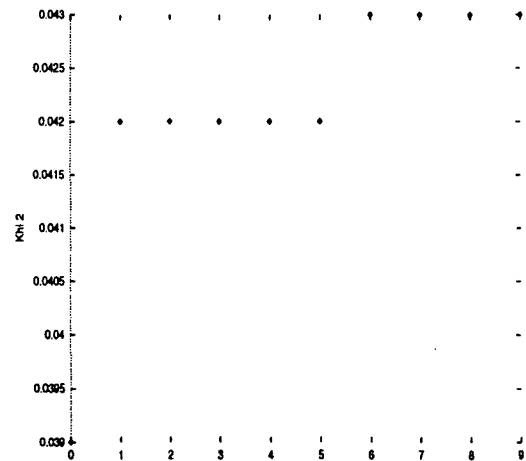
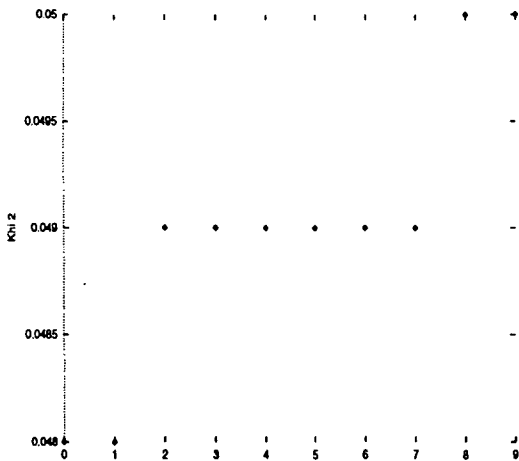


FIG. V.49 – “Err” ( $\gamma < 1$ , MS15,  $D_0$ )

FIG. V.50 – “Err” ( $\gamma > 1$ , MS15,  $D_0$ )

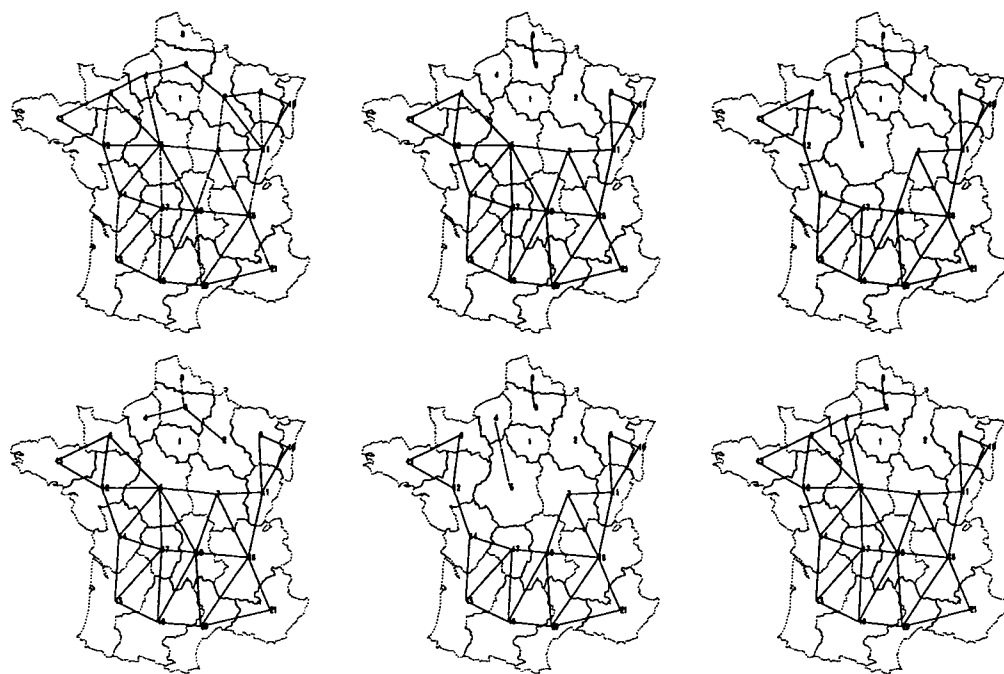


FIG. V.51 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux MS15 ( $D_0$ )

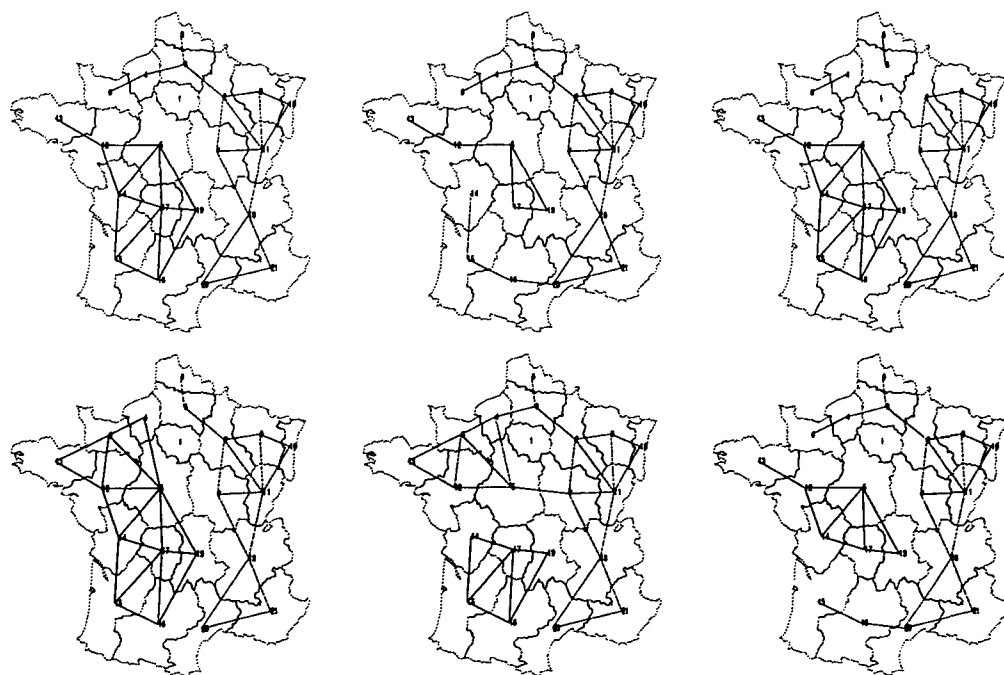


FIG. V.52 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux MS15 ( $D_0$ )

MS16 Rang	$\gamma < 1$				$\gamma > 1$			
	$\varepsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$	$\varepsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$
0	0.410	0.023	-1.05	0.652	0.384	0.021	-1.02	1.939
1	0.416	0.023	-1.17	0.621	0.386	0.021	-1.01	1.890
2	0.417	0.023	-1.11	0.663	0.388	0.021	-1.07	2.017
3	0.418	0.023	-1.06	0.686	0.390	0.022	-1.05	1.941
4	0.419	0.023	-1.18	0.630	0.392	0.022	-0.99	1.706
5	0.420	0.023	-1.13	0.667	0.393	0.022	-1.02	1.779
6	0.421	0.023	-1.05	0.703	0.394	0.022	-1.00	1.693
7	0.423	0.023	-1.06	0.709	0.402	0.022	-0.93	1.890
8	0.425	0.023	-1.13	0.661	0.402	0.022	-0.99	1.601
9	0.425	0.023	-1.16	0.669	0.403	0.022	-1.02	1.698

TAB. V.14 - *Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière (MS16, D<sub>0</sub>)*

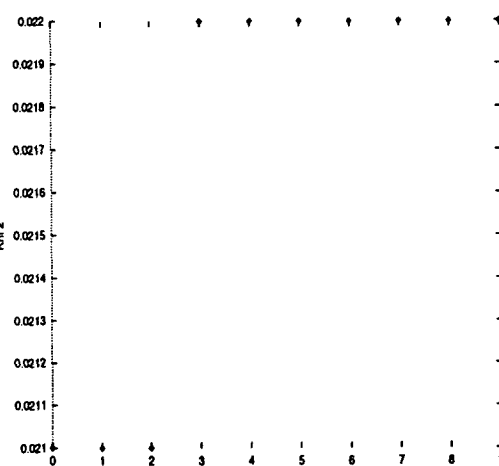
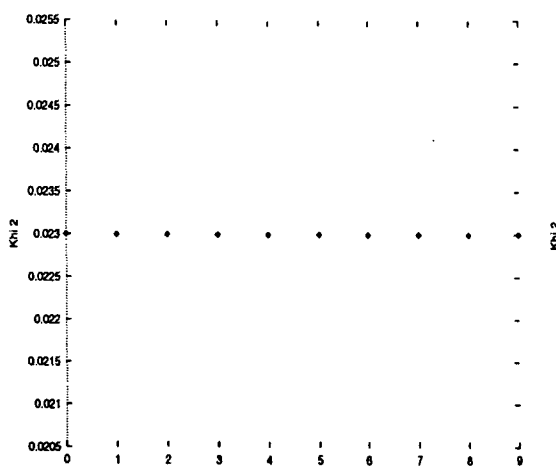


FIG. V.53 - "Err" ( $\gamma < 1$ , MS16, D<sub>0</sub>)

FIG. V.54 - "Err" ( $\gamma > 1$ , MS16, D<sub>0</sub>)

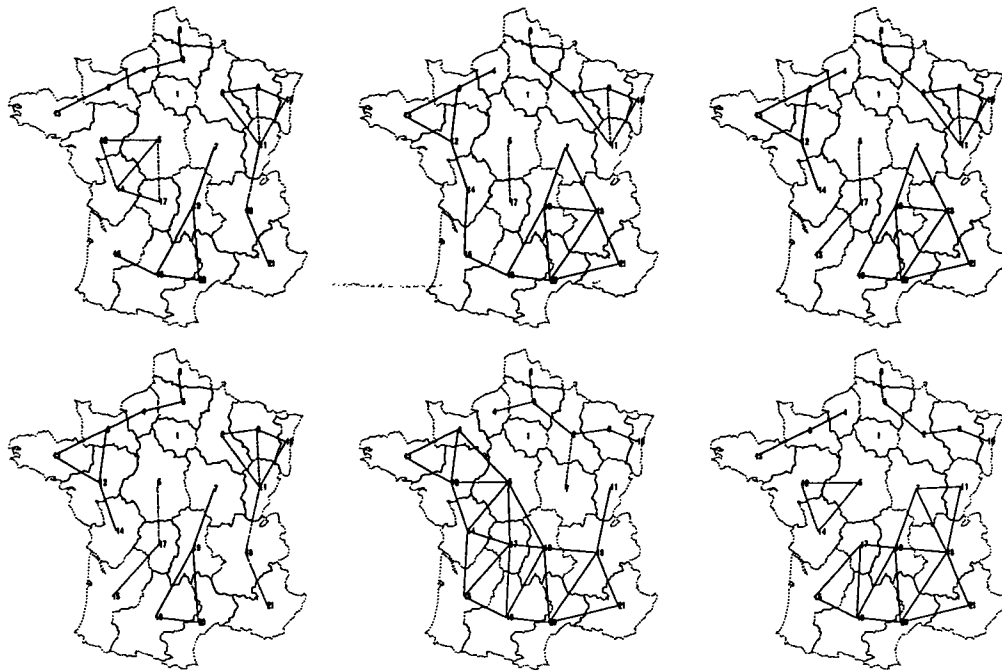


FIG. V.55 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle *Paréto + Barrière* ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux MS16 ( $D_0$ )

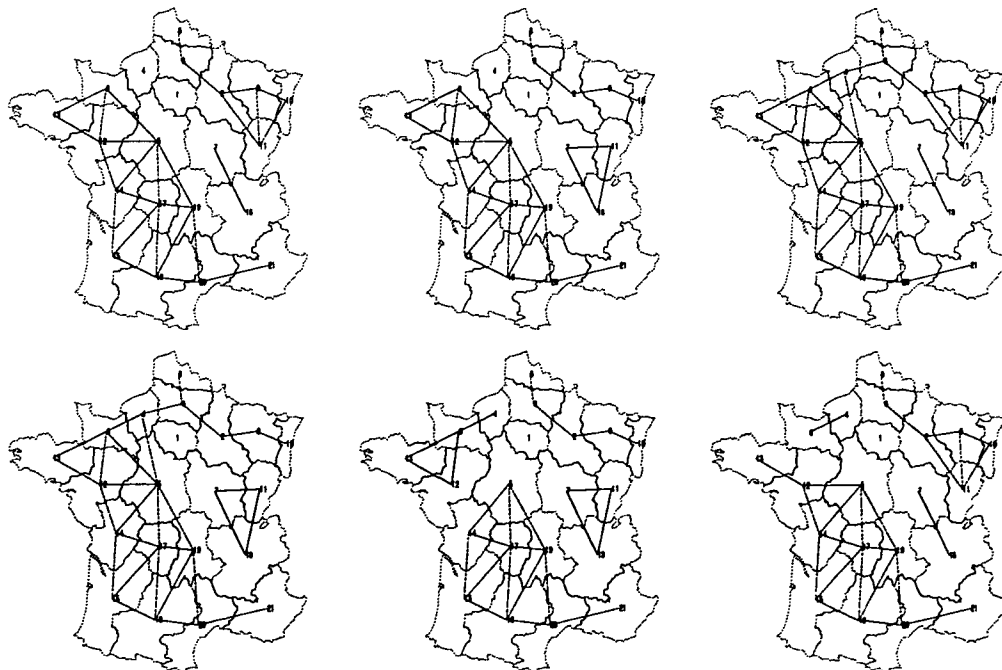
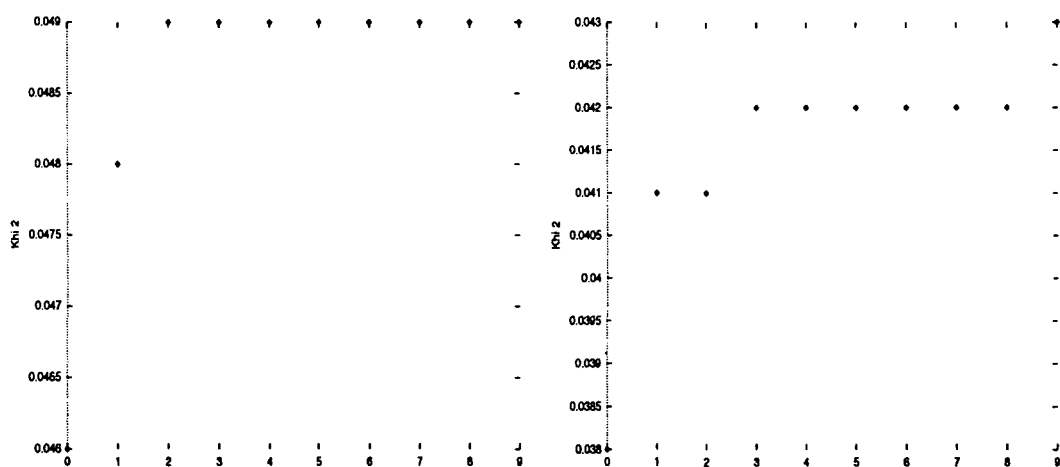


FIG. V.56 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle *Paréto + Barrière* ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux MS16 ( $D_0$ )

MS19 Rang	$\gamma < 1$				$\gamma > 1$			
	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$
0	0.109	0.046	-1.96	0.434	0.091	0.038	-1.78	1.775
1	0.114	0.048	-1.95	0.657	0.096	0.041	-1.77	1.705
2	0.115	0.049	-1.93	0.566	0.098	0.041	-1.79	1.649
3	0.115	0.049	-1.96	0.756	0.099	0.042	-1.85	1.699
4	0.116	0.049	-1.98	0.800	0.099	0.042	-1.78	1.595
5	0.116	0.049	-1.98	0.791	0.099	0.042	-1.79	1.625
6	0.116	0.049	-1.91	0.559	0.100	0.042	-1.80	1.600
7	0.117	0.049	-1.94	0.876	0.100	0.042	-1.83	1.616
8	0.117	0.049	-1.94	0.870	0.100	0.042	-1.82	1.571
9	0.117	0.049	-1.96	0.851	0.101	0.043	-1.82	1.536

TAB. V.15 – *Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière (MS19,  $D_0$ )*FIG. V.57 – “Err” ( $\gamma < 1$ , MS19,  $D_0$ )      FIG. V.58 – “Err” ( $\gamma > 1$ , MS19,  $D_0$ )

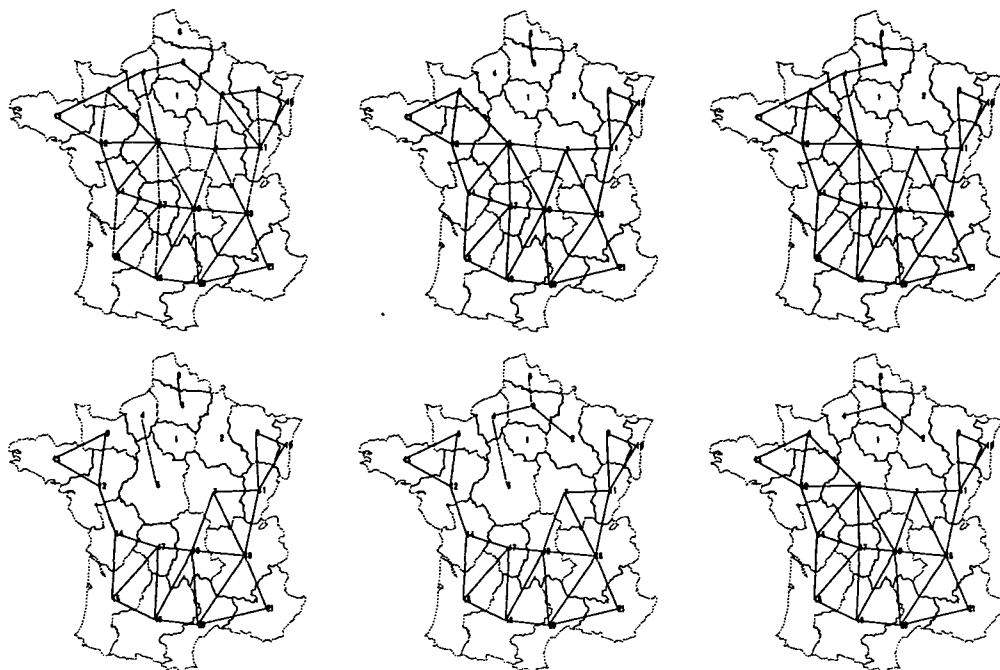


FIG. V.59 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux MS19 ( $D_0$ )

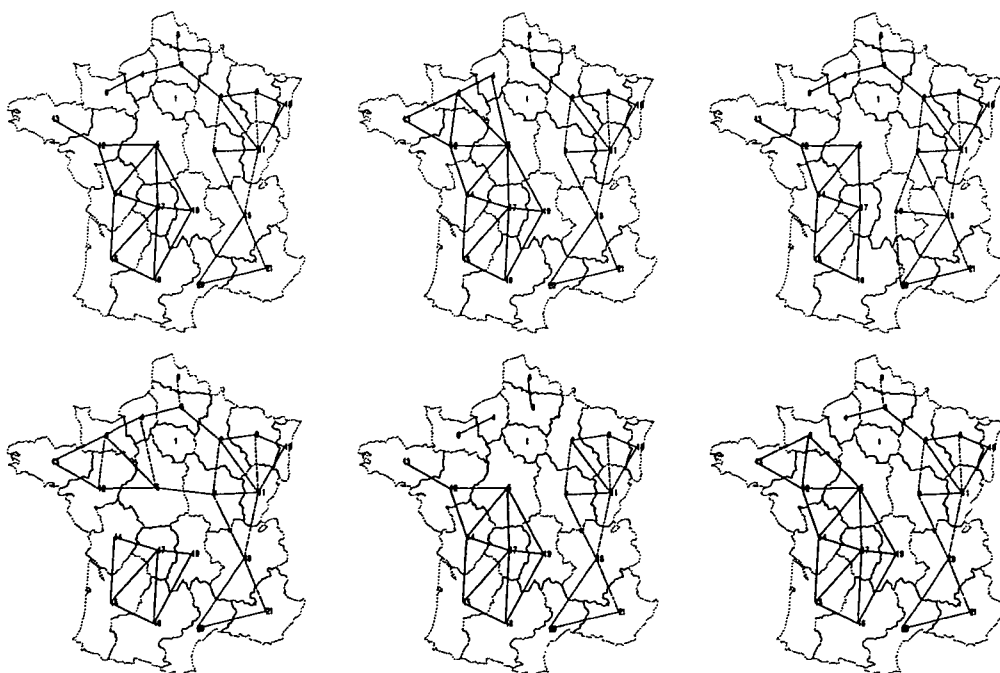


FIG. V.60 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux MS19 ( $D_0$ )

VLS	$\gamma < 1$				$\gamma > 1$			
	Rang	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$	$\epsilon$	Err	$\alpha$
0	0.019	0.008	-3.24	0.690	0.016	0.007	-3.13	1.767
1	0.019	0.009	-3.21	0.678	0.016	0.007	-3.10	1.630
2	0.019	0.009	-3.22	0.720	0.017	0.007	-3.09	1.598
3	0.020	0.009	-3.24	0.730	0.017	0.008	-3.11	1.563
4	0.020	0.009	-3.22	0.736	0.018	0.008	-3.09	1.510
5	0.020	0.009	-3.22	0.731	0.018	0.008	-3.09	1.485
6	0.020	0.009	-3.23	0.722	0.018	0.008	-3.08	1.495
7	0.021	0.009	-3.21	0.718	0.018	0.008	-3.08	1.471
8	0.021	0.009	-3.21	0.765	0.019	0.008	-3.08	1.425
9	0.021	0.009	-3.18	0.748	0.019	0.008	-3.12	1.446

TAB. V.16 – *Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière (VLS, D<sub>0</sub>)*

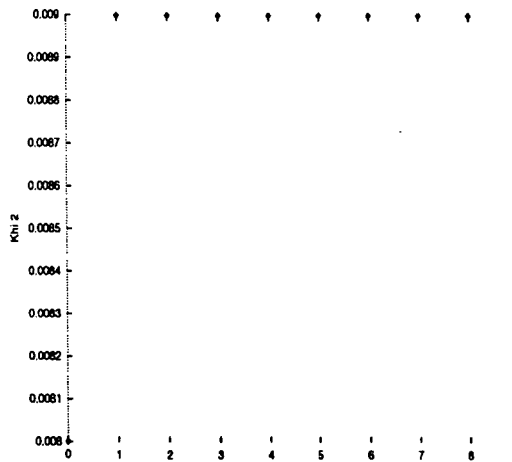


FIG. V.61 – “Err” ( $\gamma < 1$ , VLS, D<sub>0</sub>)

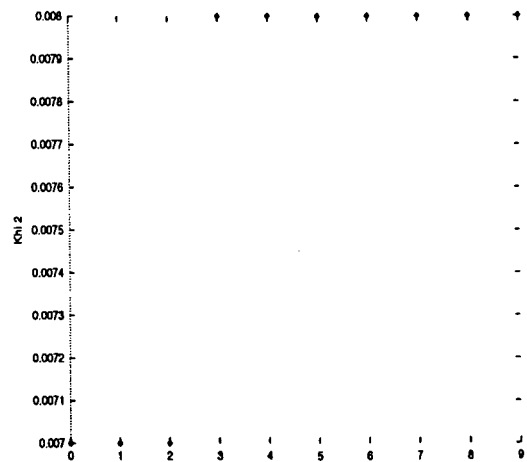


FIG. V.62 – “Err” ( $\gamma > 1$ , VLS, D<sub>0</sub>)



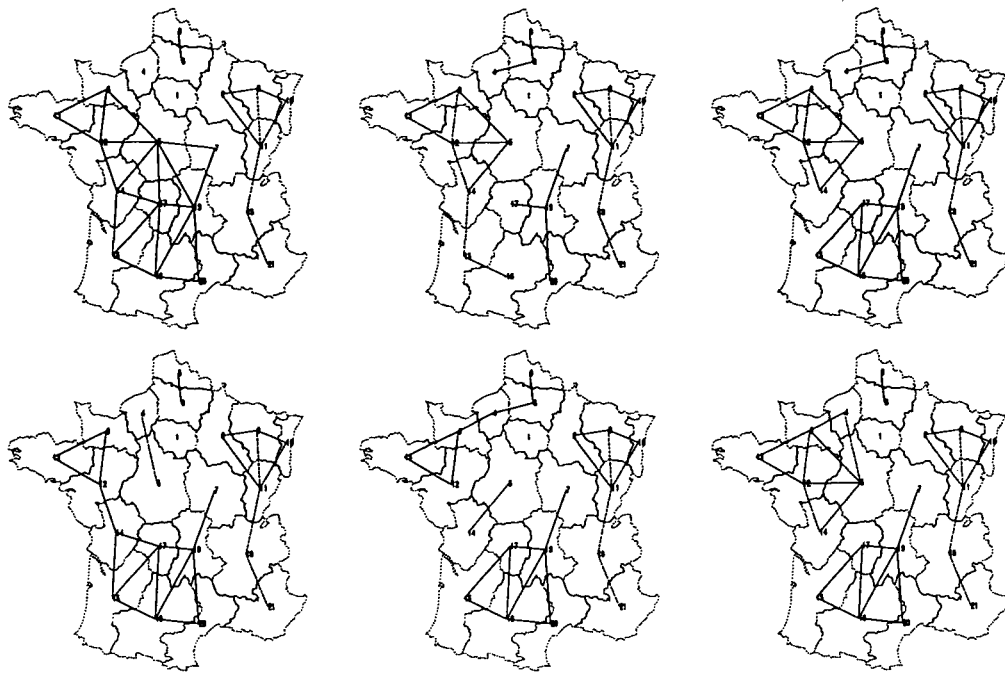


FIG. V.63 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux VLS ( $D_0$ )

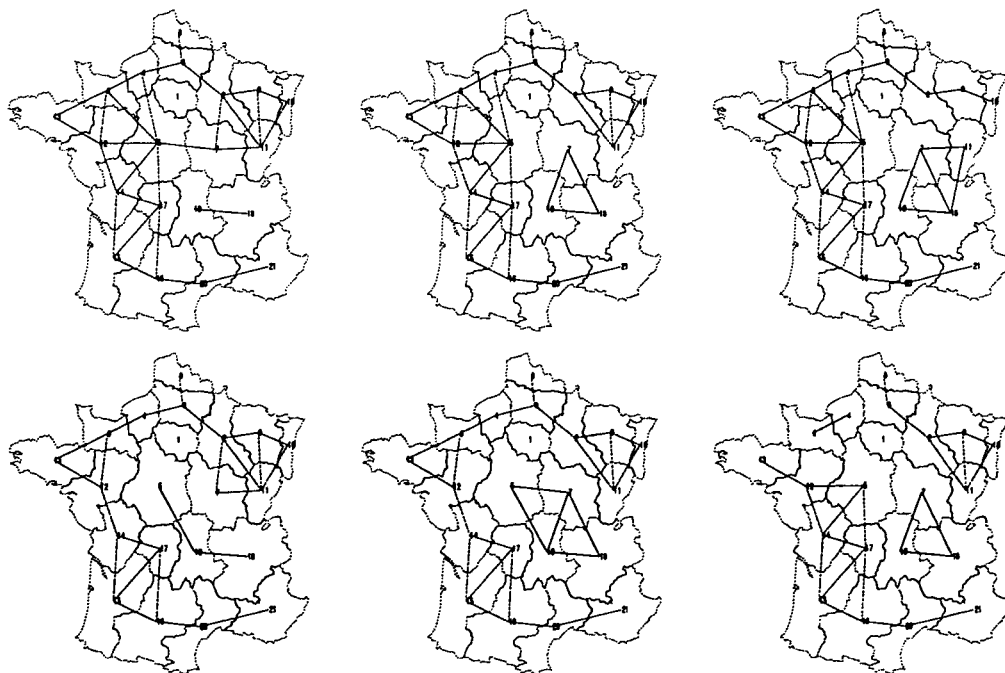


FIG. V.64 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux VLS ( $D_0$ )

VLS2	$\gamma < 1$				$\gamma > 1$			
Rang	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$
0	0.029	0.007	-2.63	0.727	0.031	0.007	-2.47	1.404
1	0.030	0.007	-2.71	0.591	0.031	0.007	-2.55	1.370
2	0.031	0.007	-2.69	0.648	0.031	0.007	-2.52	1.445
3	0.031	0.007	-2.64	0.729	0.032	0.007	-2.52	1.338
4	0.031	0.007	-2.62	0.773	0.032	0.007	-2.51	1.293
5	0.031	0.007	-2.63	0.754	0.032	0.007	-2.53	1.254
6	0.032	0.007	-2.62	0.780	0.032	0.007	-2.52	1.304
7	0.032	0.007	-2.64	0.778	0.033	0.007	-2.53	1.243
8	0.032	0.007	-2.64	0.794	0.033	0.007	-2.51	1.291
9	0.033	0.007	-2.62	0.800	0.033	0.007	-2.52	1.236

TAB. V.17 - *Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière (VLS2, D<sub>0</sub>)*

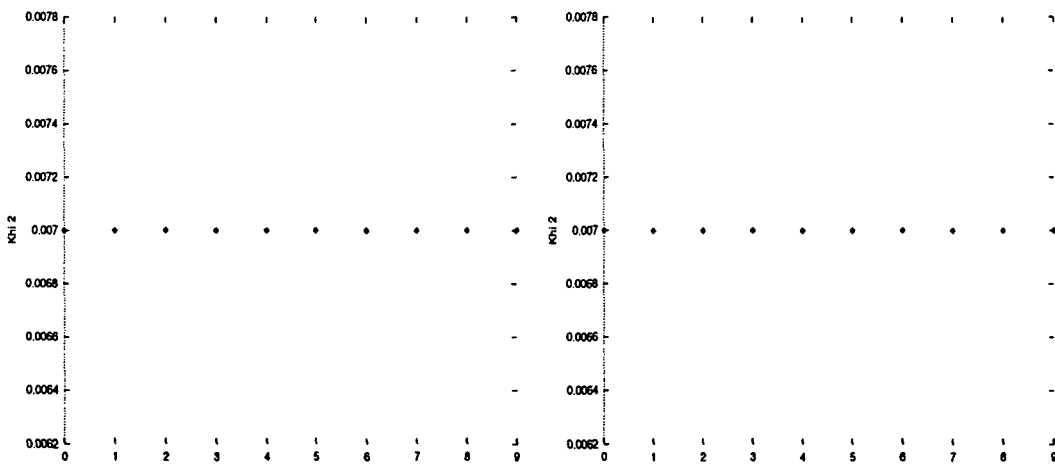


FIG. V.65 - "Err" ( $\gamma < 1$ , VLS22, D<sub>0</sub>)

FIG. V.66 - "Err" ( $\gamma > 1$ , VLS2, D<sub>0</sub>)

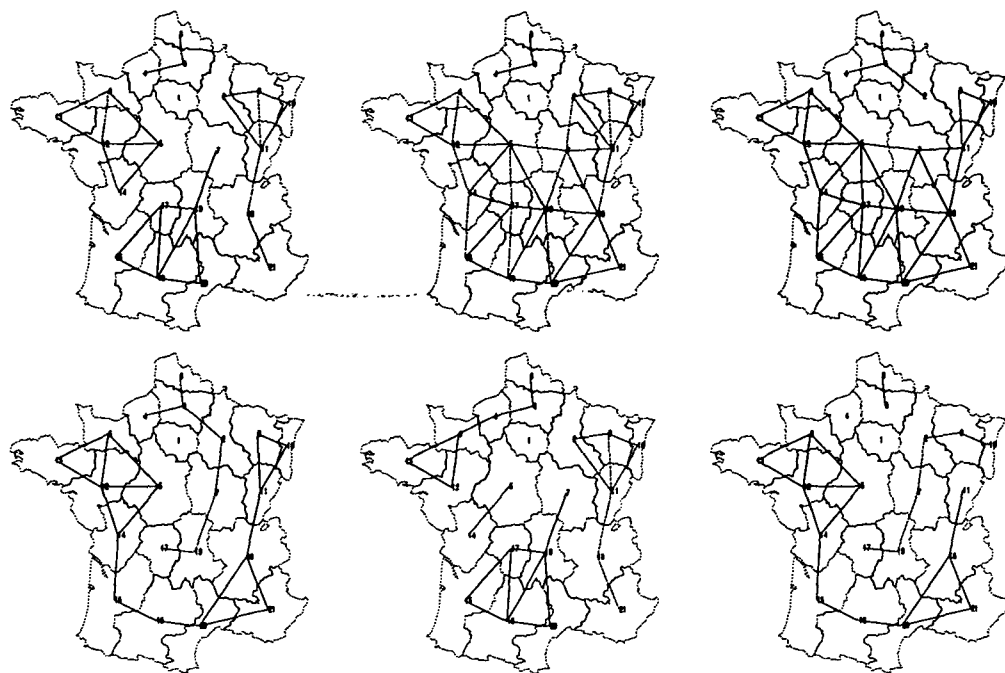


FIG. V.67 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux VLS2 ( $D_0$ )

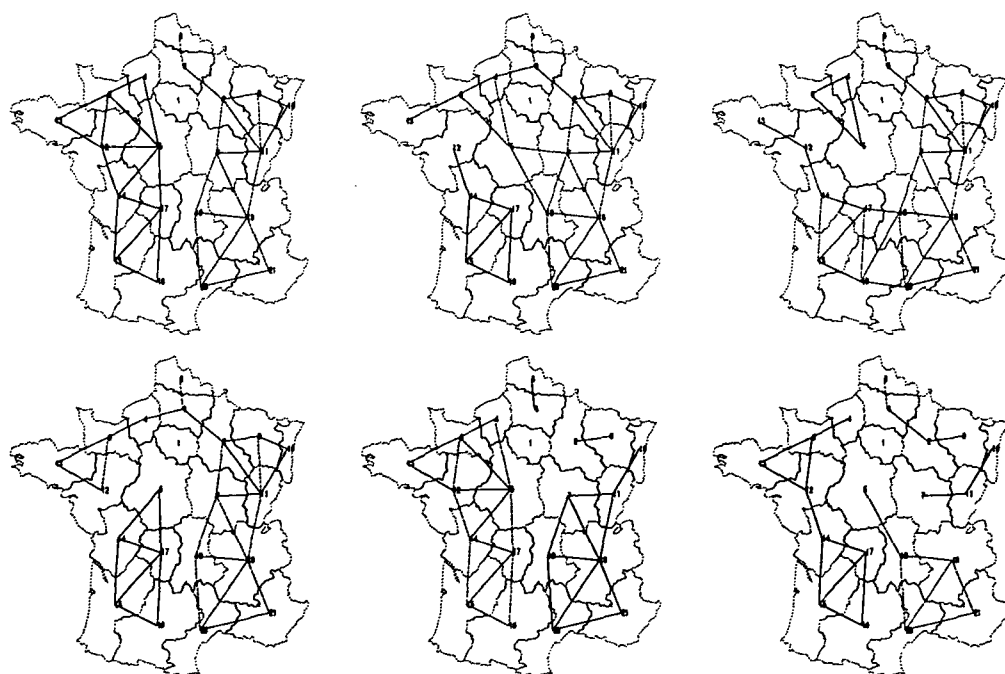


FIG. V.68 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux VLS2 ( $D_0$ )

VLS3	$\gamma < 1$				$\gamma > 1$			
Rang	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$
0	0.118	0.023	-2.29	0.679	0.117	0.023	-2.23	1.537
1	0.119	0.023	-2.34	0.673	0.117	0.023	-2.23	1.577
2	0.119	0.023	-2.34	0.670	0.118	0.023	-2.25	1.660
3	0.120	0.023	-2.36	0.625	0.118	0.023	-2.26	1.543
4	0.121	0.023	-2.32	0.709	0.119	0.023	-2.23	1.432
5	0.121	0.023	-2.36	0.610	0.119	0.023	-2.24	1.491
6	0.121	0.023	-2.37	0.676	0.119	0.023	-2.22	1.467
7	0.121	0.023	-2.32	0.701	0.119	0.023	-2.22	1.570
8	0.121	0.024	-2.38	0.631	0.120	0.023	-2.24	1.448
9	0.122	0.024	-2.32	0.632	0.120	0.023	-2.21	1.417

TAB. V.18 – *Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière (VLS3, D<sub>0</sub>)*

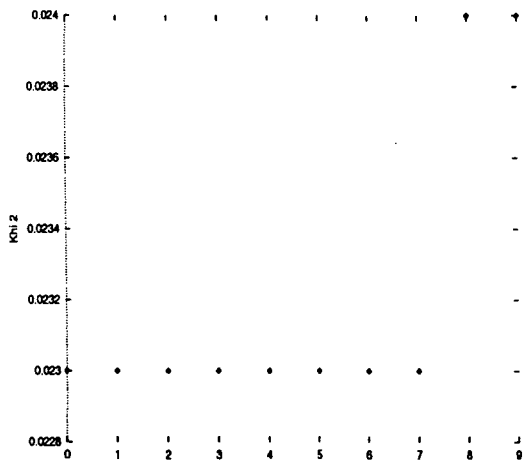


FIG. V.69 – “Err” ( $\gamma < 1$ , VLS32, D<sub>0</sub>)

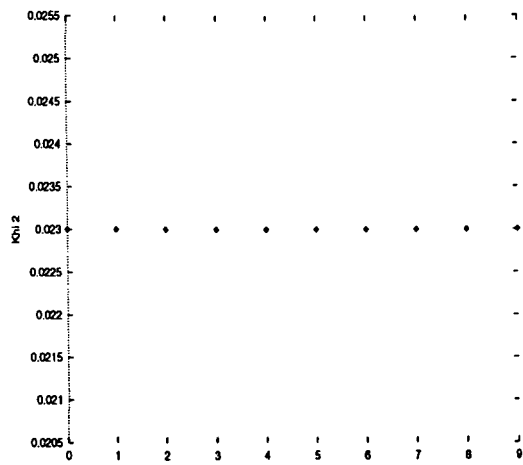


FIG. V.70 – “Err” ( $\gamma > 1$ , VLS3, D<sub>0</sub>)

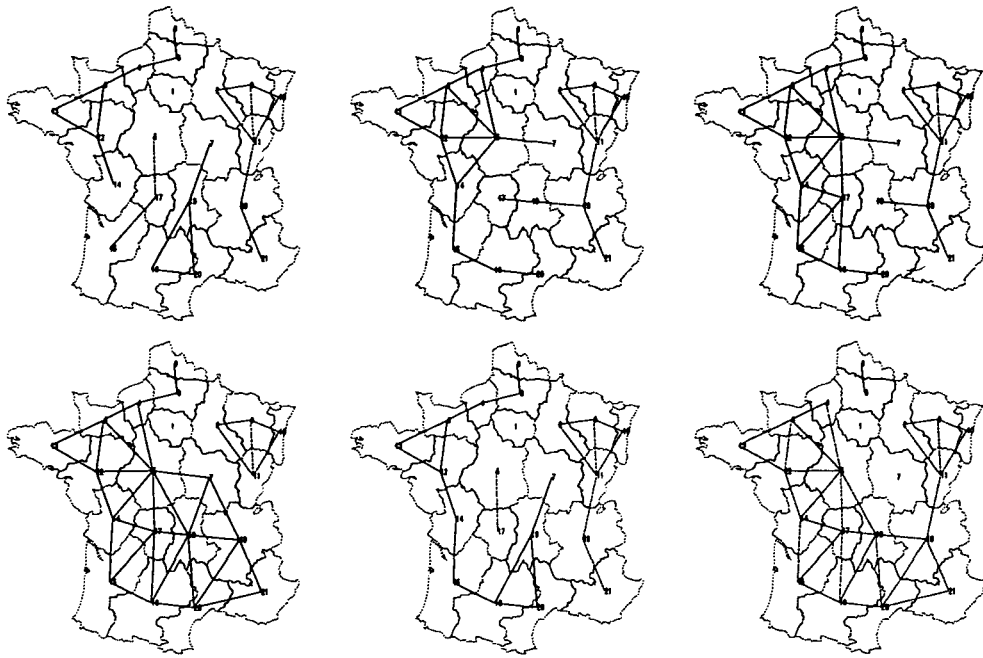


FIG. V.71 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle *Paréto + Barrière* ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux VLS3 ( $D_0$ )

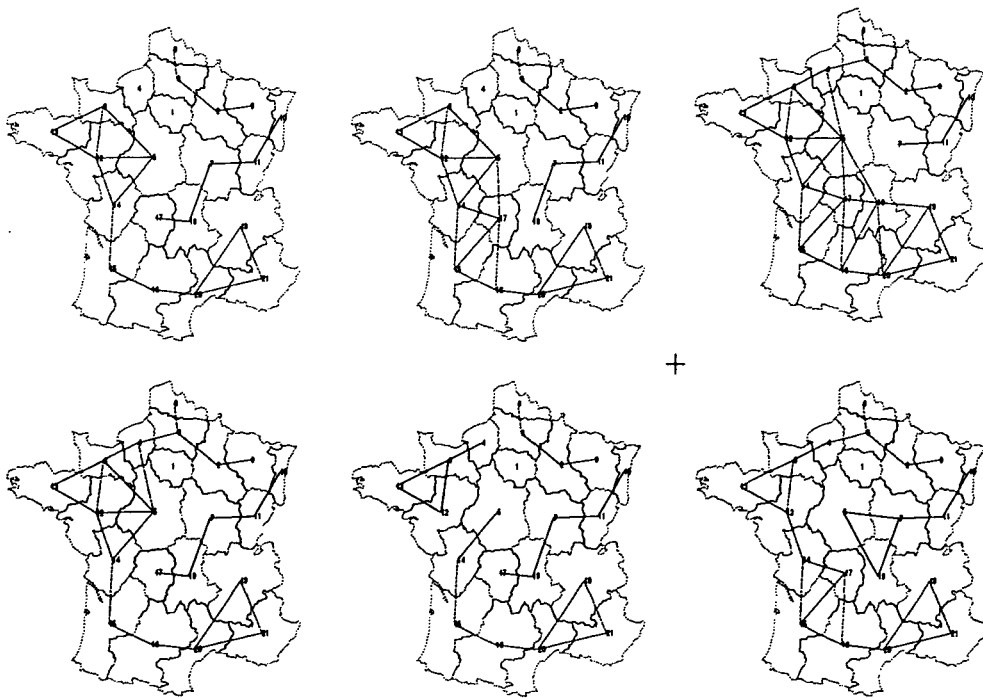


FIG. V.72 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle *Paréto + Barrière* ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux VLS3 ( $D_0$ )



## V.2 Sans Paris

La région Ile de France est déconnectée des autres unités géographiques. Aucun flux ne peut ni s'arrêter ni même passer par cette région .

M31	$\gamma < 1$			$\gamma > 1$		
Rang	$\epsilon$	Err	$\gamma$	$\epsilon$	Err	$\gamma$
0	0.975	0.346	0.7073	0.669	0.237	4.2010
1	0.978	0.347	0.7081	0.702	0.249	3.5592
2	0.980	0.348	0.7160	0.706	0.250	3.9679
3	0.983	0.349	0.3290	0.709	0.252	3.6140
4	0.984	0.349	0.7186	0.717	0.254	3.2143
5	0.985	0.349	0.7217	0.719	0.255	3.9834
6	0.985	0.349	0.7168	0.723	0.256	3.2149
7	0.987	0.350	0.7225	0.728	0.258	3.1370
8	0.989	0.351	0.7220	0.731	0.259	4.1364
9	0.991	0.351	0.7549	0.734	0.260	3.0930

TAB. - Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( $M31, D_0$ )

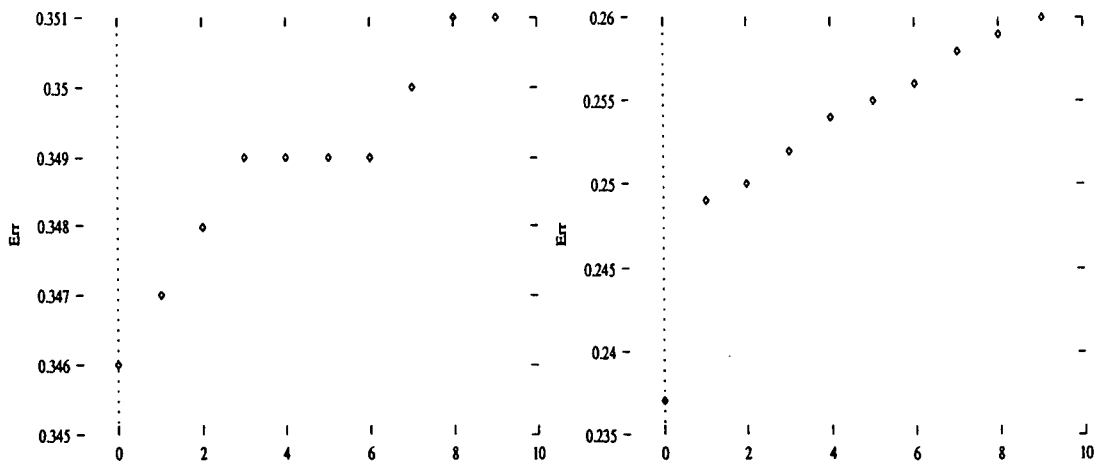


FIG. - "Err" ( $\gamma < 1, M31, D_0$ )

FIG. 5.2 - "Err" ( $\gamma > 1, M31, D_0$ )



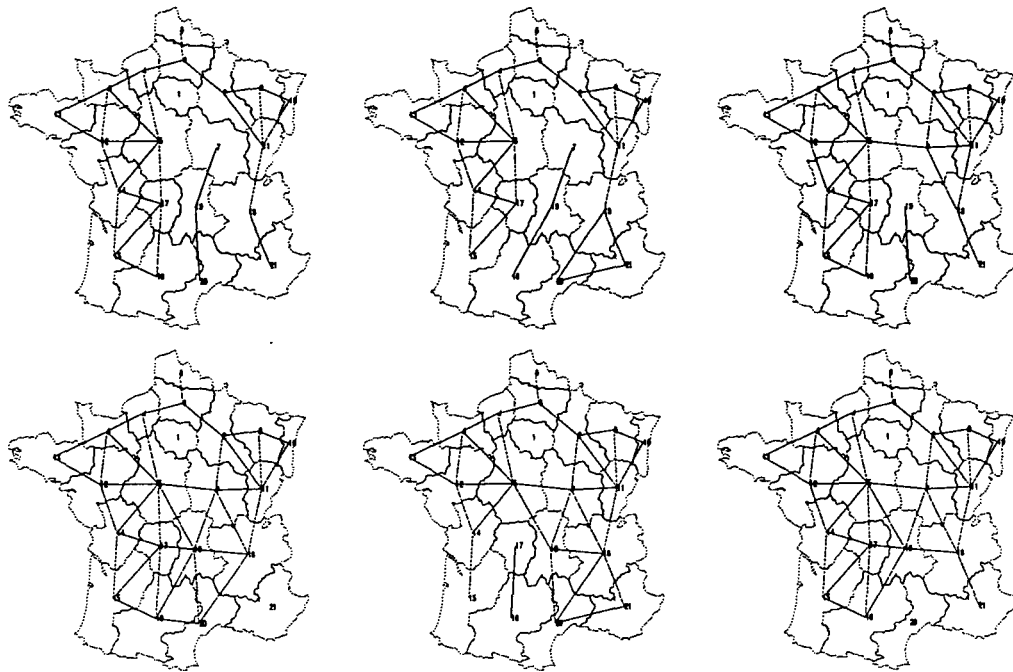


FIG. V.3 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux  $M_{31}$  ( $D_0$ )

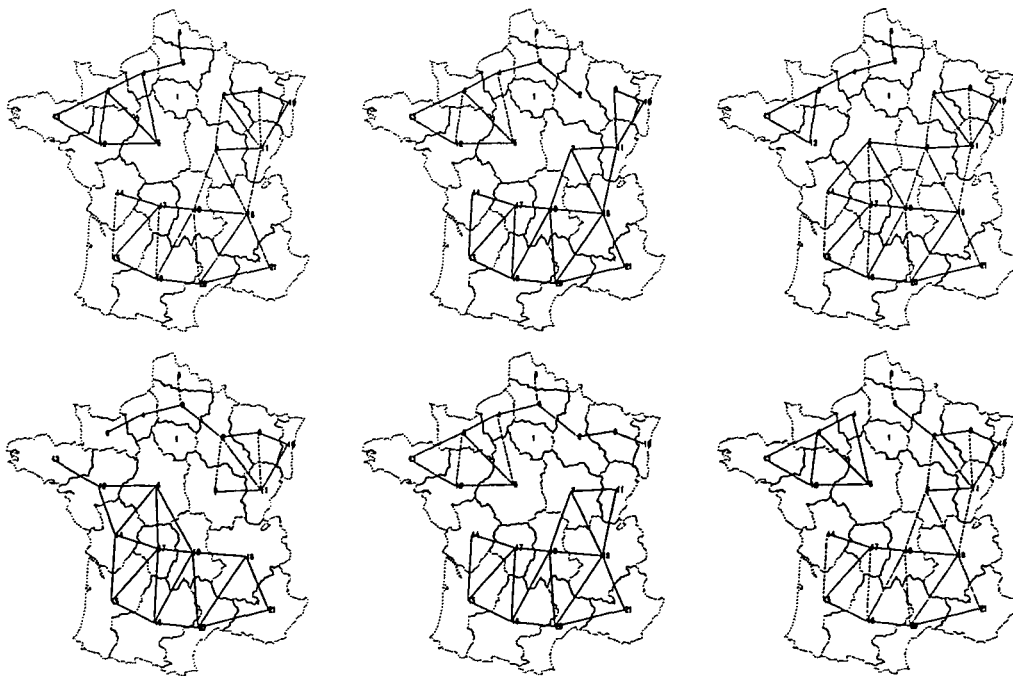


FIG. V.4 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux  $M_{31}$  ( $D_0$ )

M32 Rang	$\gamma < 1$			$\gamma > 1$		
	$\epsilon$	Err	$\gamma$	$\epsilon$	Err	$\gamma$
0	0.945	0.102	0.5301	0.669	0.072	3.6541
1	0.948	0.102	0.5296	0.682	0.074	3.3639
2	0.950	0.103	0.5201	0.694	0.075	4.1736
3	0.956	0.103	0.5196	0.727	0.079	2.9818
4	0.959	0.104	0.5124	0.728	0.079	2.7771
5	0.962	0.104	0.5370	0.735	0.079	2.8870
6	0.965	0.104	0.5714	0.728	0.079	3.5030
7	0.971	0.105	0.5250	0.732	0.079	3.2406
8	0.972	0.105	0.6044	0.733	0.079	2.9418
9	0.973	0.105	0.6344	0.737	0.080	2.7034

TAB. - Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( $M32, D_0$ )

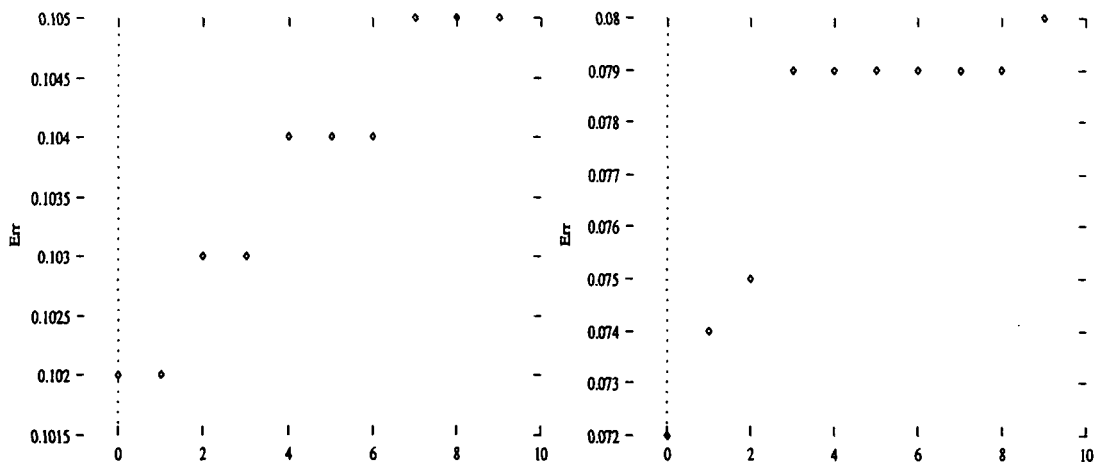


FIG. - "Err" ( $\gamma < 1, M32, D_0$ )

FIG. 5.6 - "Err" ( $\gamma > 1, M32, D_0$ )

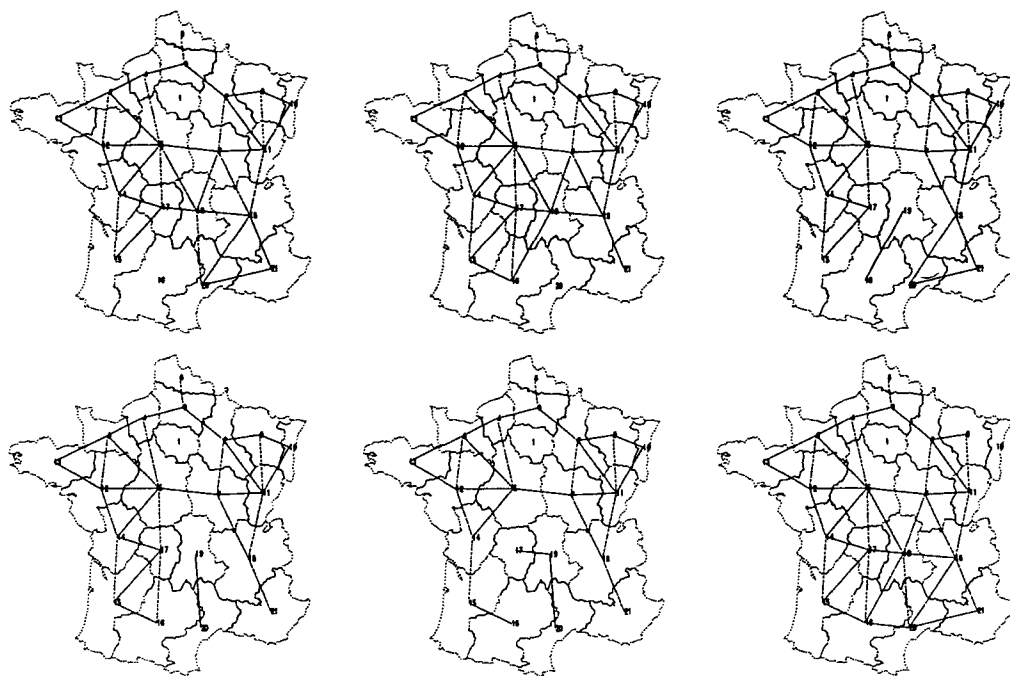


FIG. V.7 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Pareto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux M32 ( $D_0$ )

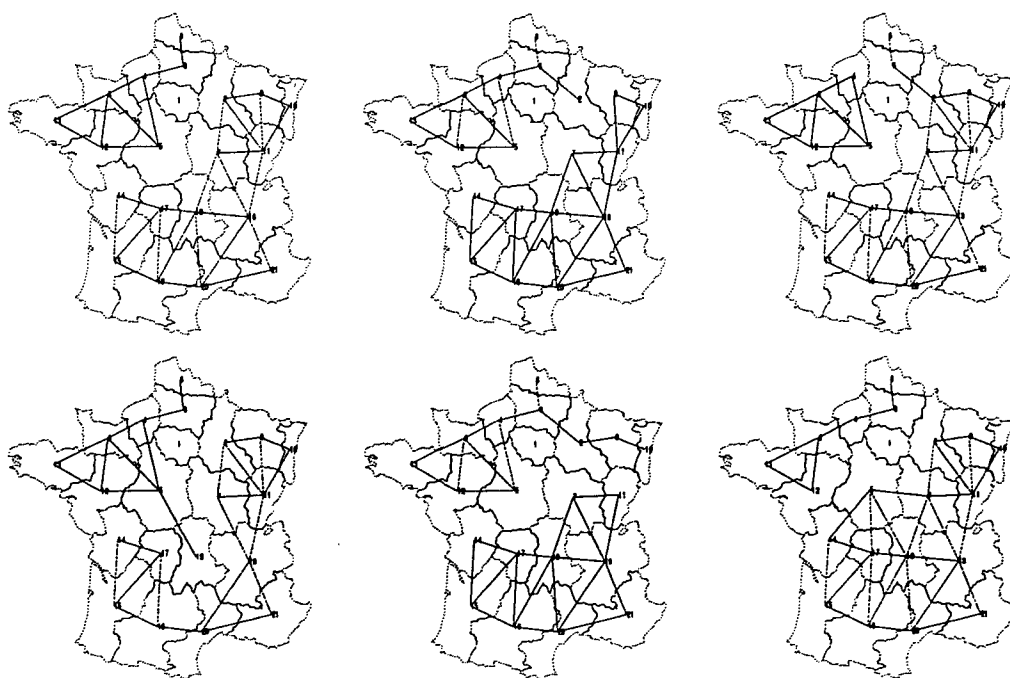


FIG. V.8 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux M32 ( $D_0$ )

M34	$\gamma < 1$			$\gamma > 1$		
	Rang	$\epsilon$	Err	$\gamma$	$\epsilon$	Err
0	0.977	0.281	0.6758	0.668	0.192	4.0115
1	0.974	0.281	0.6652	0.700	0.202	3.4215
2	0.974	0.281	0.6644	0.706	0.203	3.4622
3	0.981	0.283	0.6787	0.713	0.205	4.2424
4	0.982	0.283	0.6826	0.717	0.206	3.0906
5	0.982	0.283	0.6765	0.722	0.208	4.1418
6	0.983	0.283	0.6834	0.725	0.209	3.0712
7	0.987	0.284	0.6824	0.726	0.209	3.0333
8	0.990	0.285	0.7513	0.731	0.211	2.9913
9	0.992	0.286	0.6851	0.732	0.211	3.2813

TAB. - *Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière (M34, D<sub>0</sub>)*

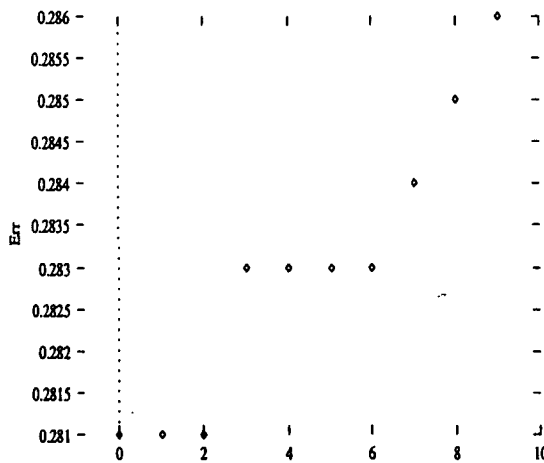


FIG. - "Err" ( $\gamma < 1$ , M34, D<sub>0</sub>)

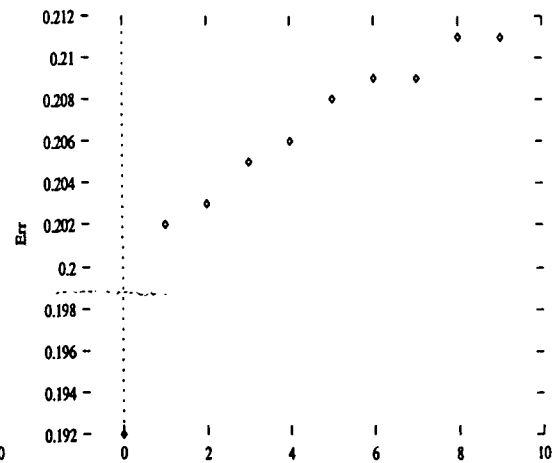


FIG. 5.10 - "Err" ( $\gamma > 1$ , M34, D<sub>0</sub>)

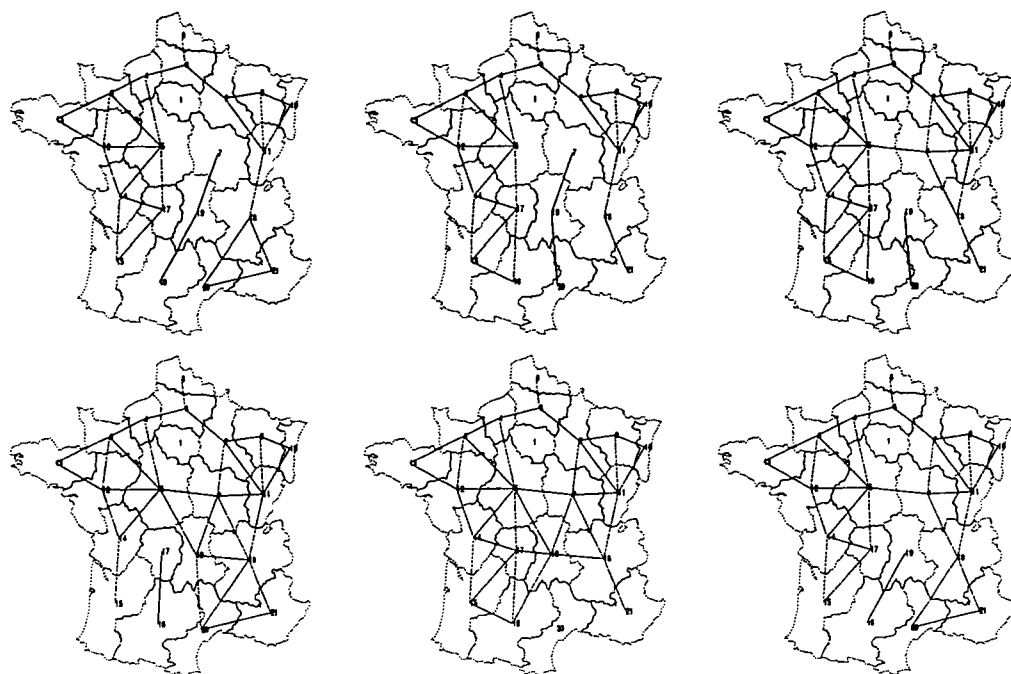


FIG. V.11 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux M34 ( $D_0$ )

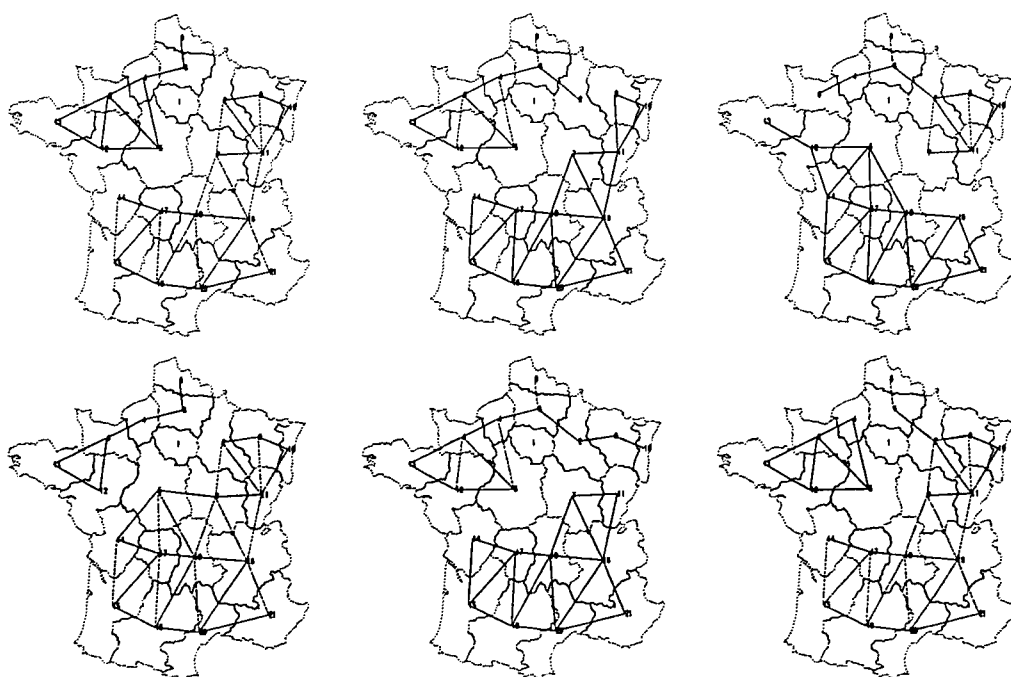


FIG. V.12 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux M34 ( $D_0$ )

MS15	$\gamma < 1$			$\gamma > 1$		
	Rang	$\epsilon$	Err	$\gamma$	$\epsilon$	Err
0	0.990	0.563	0.7489	0.636	0.362	4.3592
1	0.990	0.563	0.7489	0.636	0.362	4.3592
2	0.991	0.564	0.8021	0.695	0.396	3.3879
3	0.991	0.564	0.8021	0.695	0.396	3.3879
4	0.993	0.565	0.3368	0.699	0.398	3.2434
5	0.993	0.565	0.3368	0.699	0.398	3.2434
6	0.993	0.565	0.8142	0.700	0.398	3.8169
7	0.993	0.565	0.8142	0.700	0.398	3.8169
8	0.993	0.565	0.8315	0.701	0.399	3.2197
9	0.993	0.565	0.8315	0.701	0.399	3.2197

TAB. - Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière (MS15,  $D_0$ )

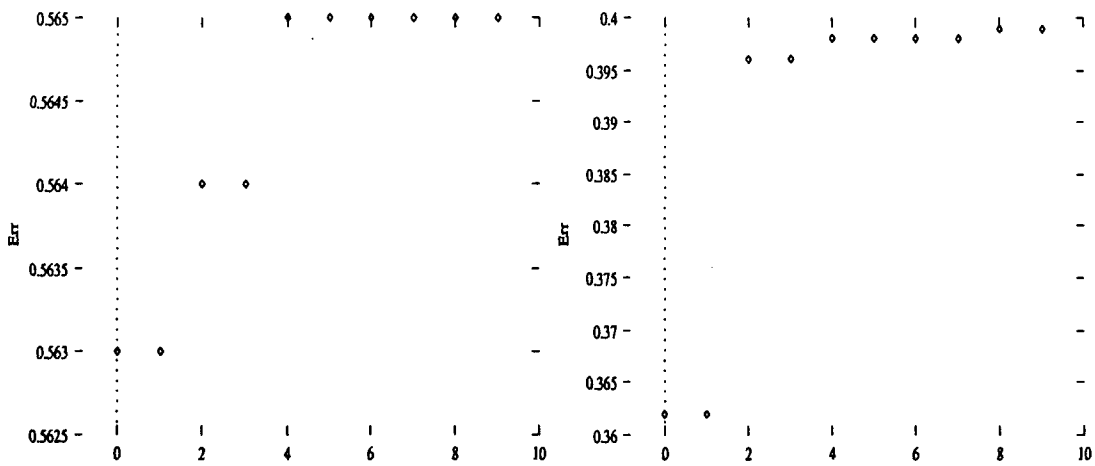


FIG. - "Err" ( $\gamma < 1$ , MS15,  $D_0$ )      FIG. 5.14 - "Err" ( $\gamma > 1$ , MS15,  $D_0$ )

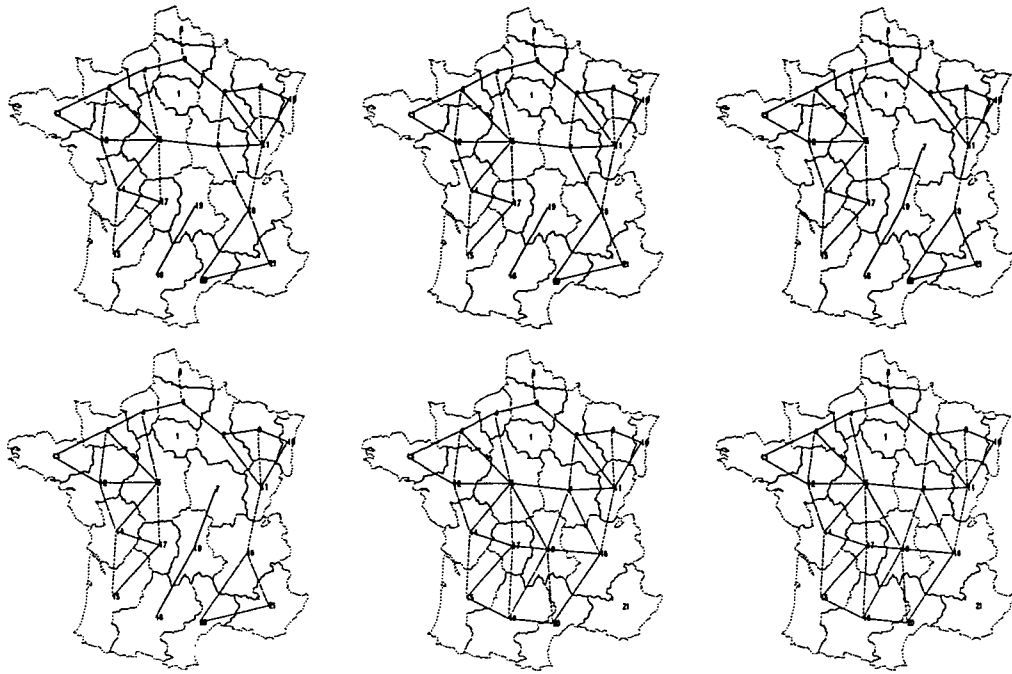


FIG. V.15 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux MS15 ( $D_0$ )

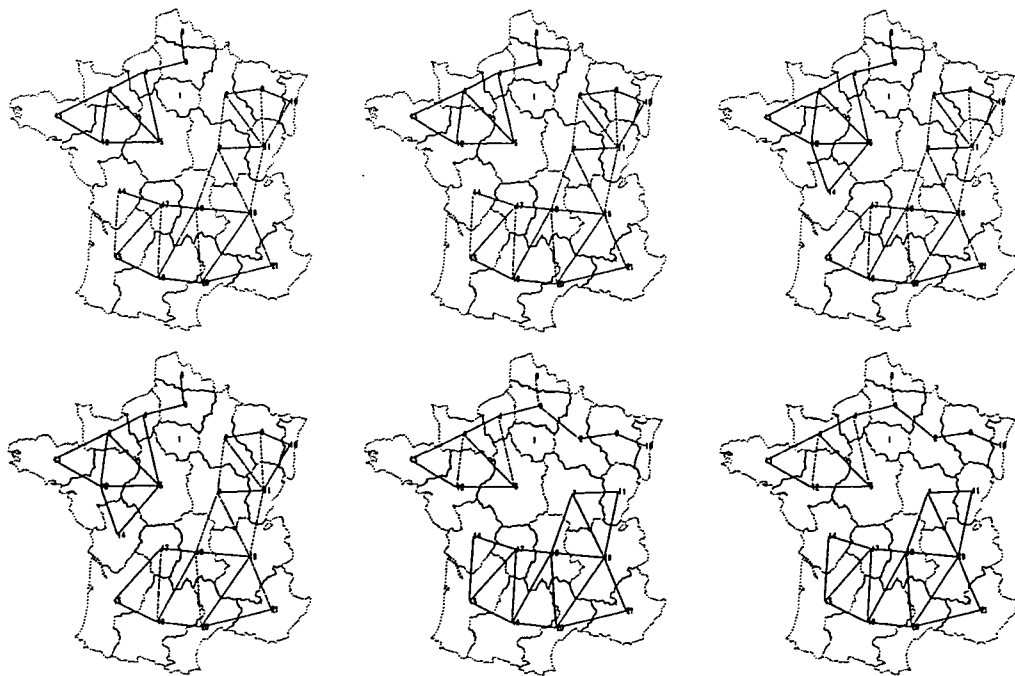


FIG. V.16 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux MS15 ( $D_0$ )

MS16	$\gamma < 1$			$\gamma > 1$		
	Rang	$\epsilon$	Err	$\gamma$	$\epsilon$	Err
0	0.928	0.051	0.4595	0.708	0.039	3.4835
1	0.931	0.051	0.4895	0.720	0.040	3.0528
2	0.932	0.052	0.4137	0.747	0.041	2.7730
3	0.937	0.052	0.3637	0.757	0.042	2.7145
4	0.943	0.052	0.3829	0.763	0.042	3.4131
5	0.946	0.052	0.4477	0.754	0.042	3.1849
6	0.947	0.052	0.4254	0.755	0.042	3.9031
7	0.963	0.053	0.5061	0.756	0.042	2.9236
8	0.965	0.053	0.3879	0.767	0.042	3.3038
9	0.954	0.053	0.5882	0.773	0.043	2.5625

TAB. - Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière (MS16,  $D_0$ )

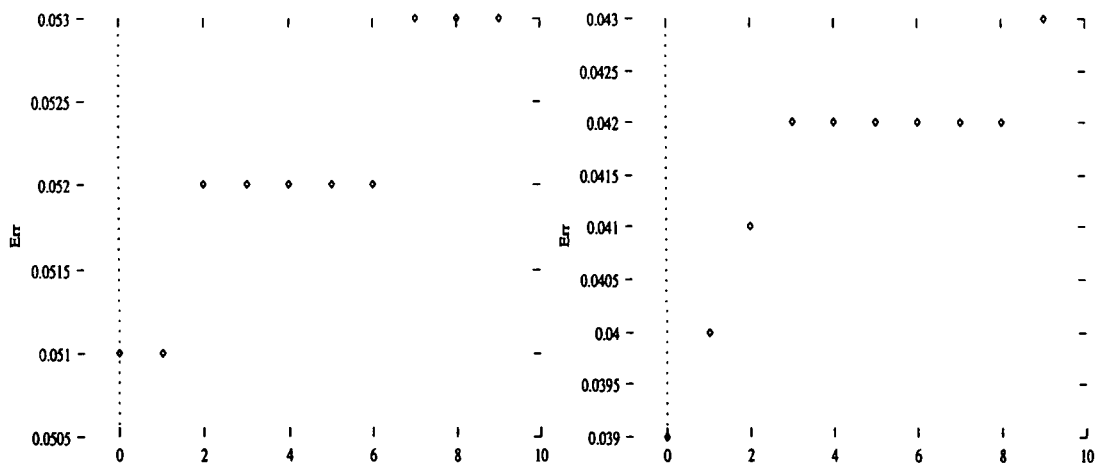


FIG. - "Err" (γ < 1, MS16, D<sub>0</sub>)      FIG. 5.18 - "Err" (γ > 1, MS16, D<sub>0</sub>)



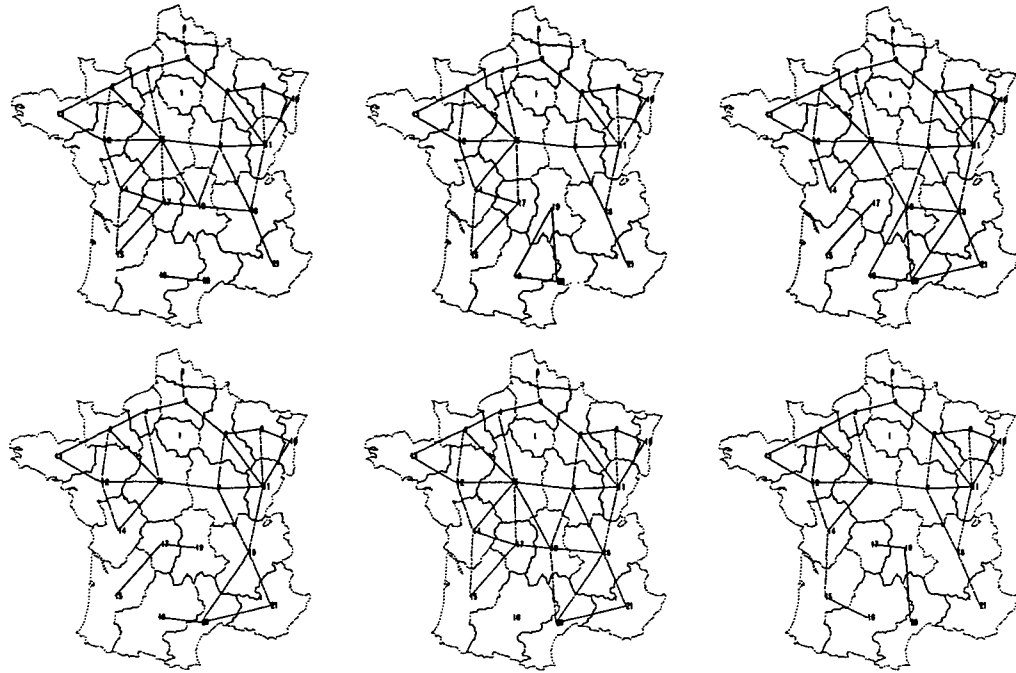


FIG. V.19 – Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux MS16 ( $D_0$ )

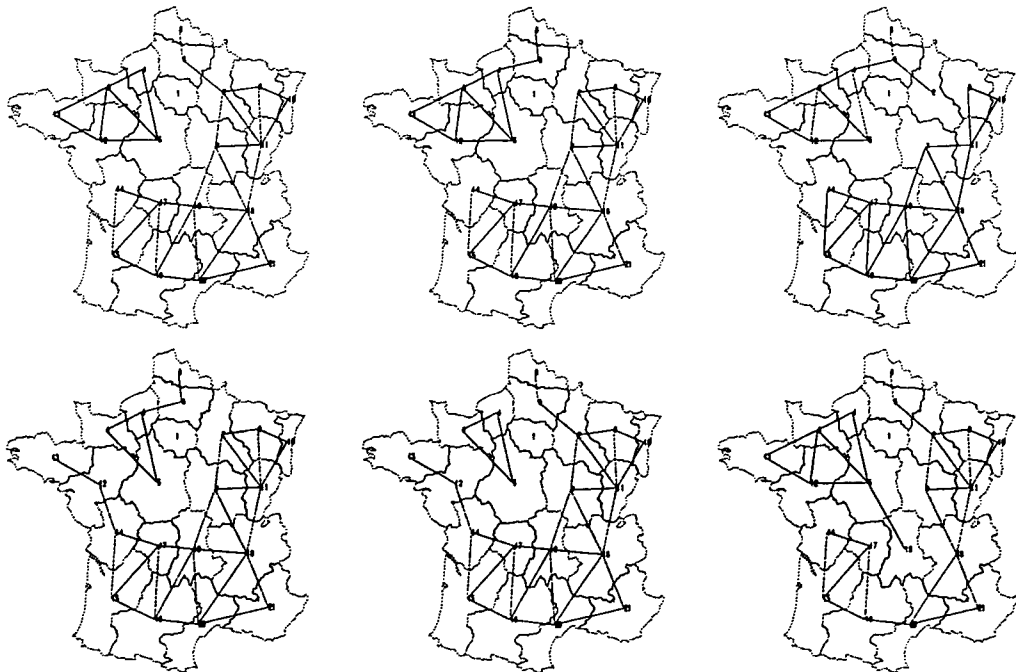


FIG. V.20 – Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux MS16 ( $D_0$ )

MS19 Rang	$\gamma < 1$			$\gamma > 1$		
	$\epsilon$	Err	$\gamma$	$\epsilon$	Err	$\gamma$
0	0.985	0.416	0.7659	0.631	0.266	4.7528
1	0.986	0.416	0.7605	0.686	0.290	4.0878
2	0.988	0.417	0.7697	0.693	0.293	3.6686
3	0.989	0.417	0.7667	0.703	0.297	3.1186
4	0.989	0.418	0.7670	0.705	0.297	3.1051
5	0.989	0.418	0.7694	0.709	0.299	3.6080
6	0.993	0.419	0.7657	0.710	0.300	3.2188
7	0.992	0.419	0.7715	0.713	0.301	3.0404
8	0.994	0.420	0.7696	0.712	0.301	3.4118
9	0.994	0.420	0.7731	0.718	0.303	3.0220

TAB. - Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière (MS19,  $D_0$ )

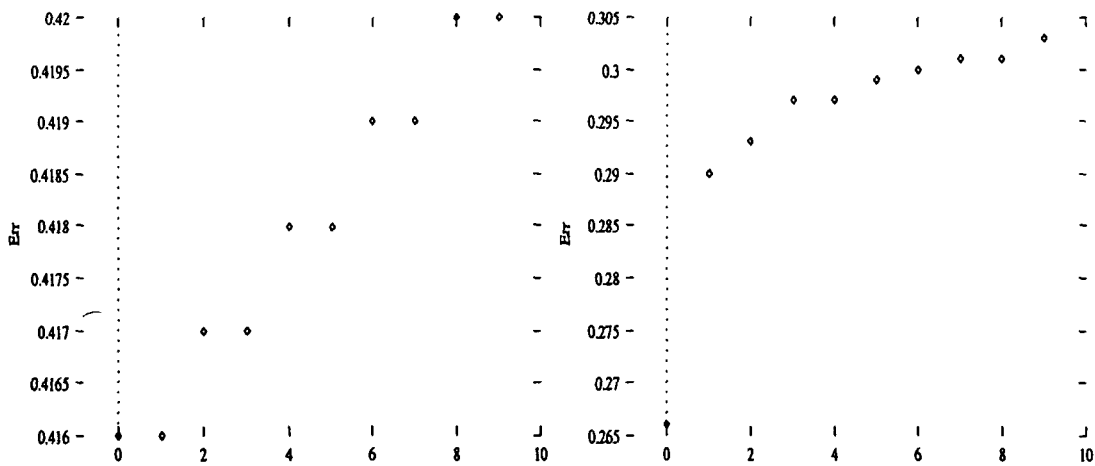


FIG. - "Err" ( $\gamma < 1$ , MS19,  $D_0$ )      FIG. 5.22 - "Err" ( $\gamma > 1$ , MS19,  $D_0$ )

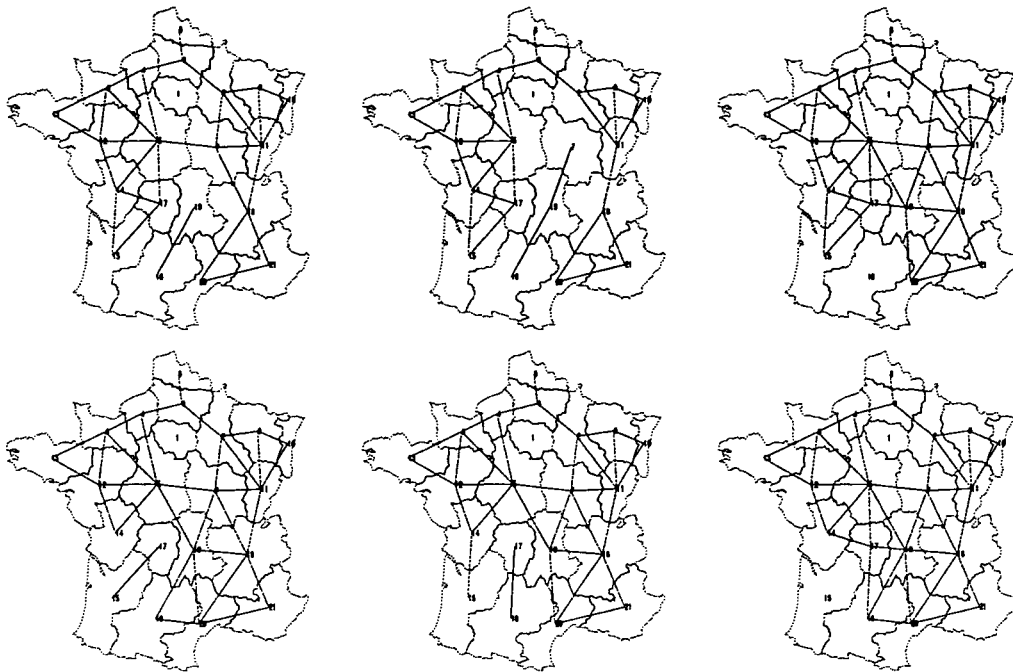


FIG. V.23 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux MS19 ( $D_0$ )

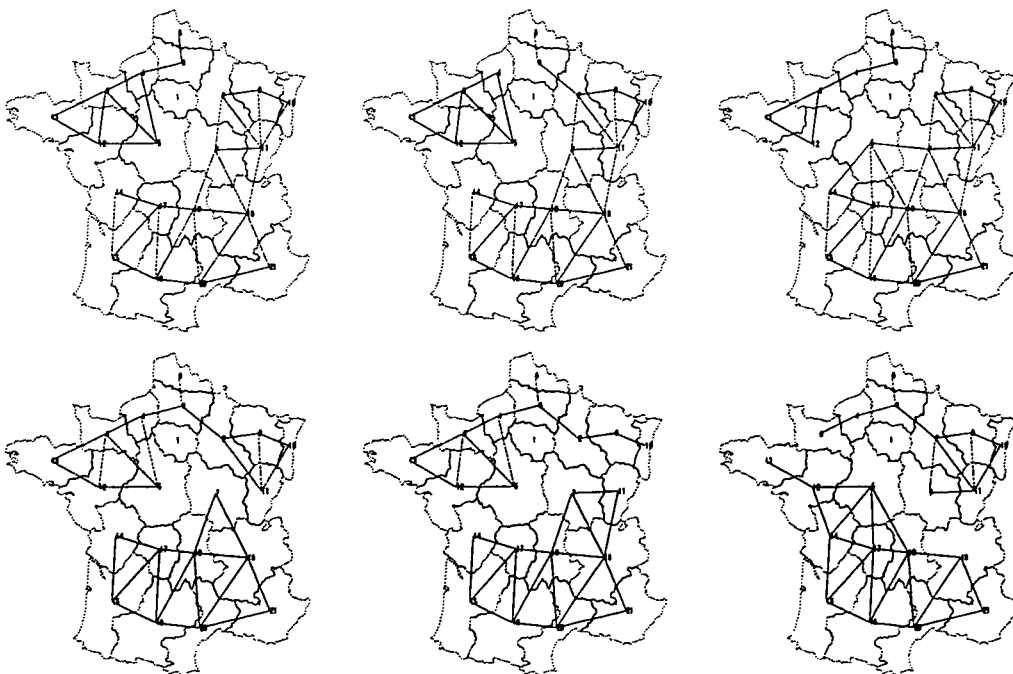


FIG. V.24 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux MS19 ( $D_0$ )

VLS	$\gamma < 1$			$\gamma > 1$		
	Rang	$\epsilon$	Err	$\gamma$	$\epsilon$	Err
0	0.982	0.436	0.6728	0.684	0.304	5.0227
1	0.981	0.436	0.7138	0.696	0.309	4.0863
2	0.982	0.436	0.7319	0.701	0.311	3.9937
3	0.983	0.437	0.7105	0.705	0.313	4.3191
4	0.983	0.437	0.7439	0.706	0.314	3.9156
5	0.986	0.438	0.1625	0.714	0.317	3.9004
6	0.989	0.439	0.7757	0.713	0.317	3.9820
7	0.988	0.439	0.7856	0.717	0.318	3.8197
8	0.991	0.440	0.7880	0.720	0.320	4.0608
9	0.990	0.440	0.7843	0.723	0.321	3.6639

TAB. - *Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière (VLS, D<sub>0</sub>)*

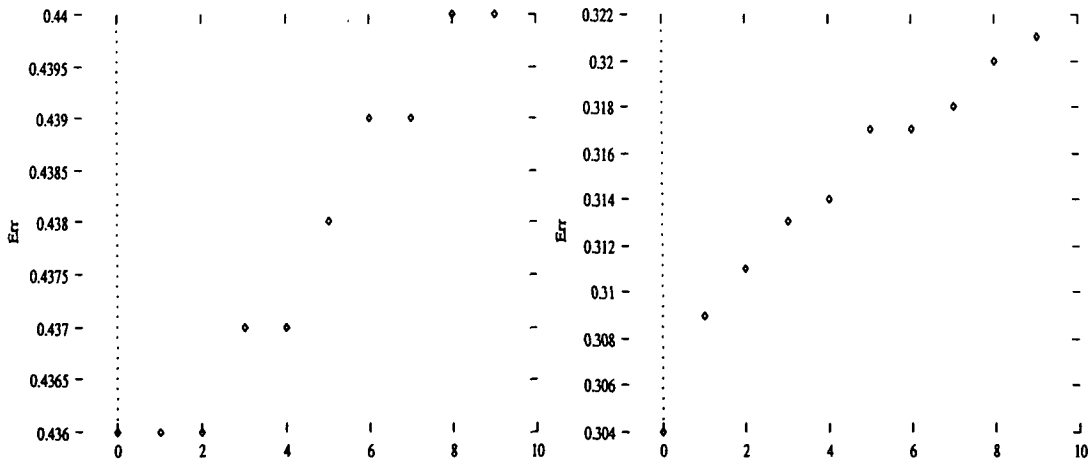


FIG. - "Err" ( $\gamma < 1$ , VLS, D<sub>0</sub>)

FIG. 5.26 - "Err" ( $\gamma > 1$ , VLS, D<sub>0</sub>)

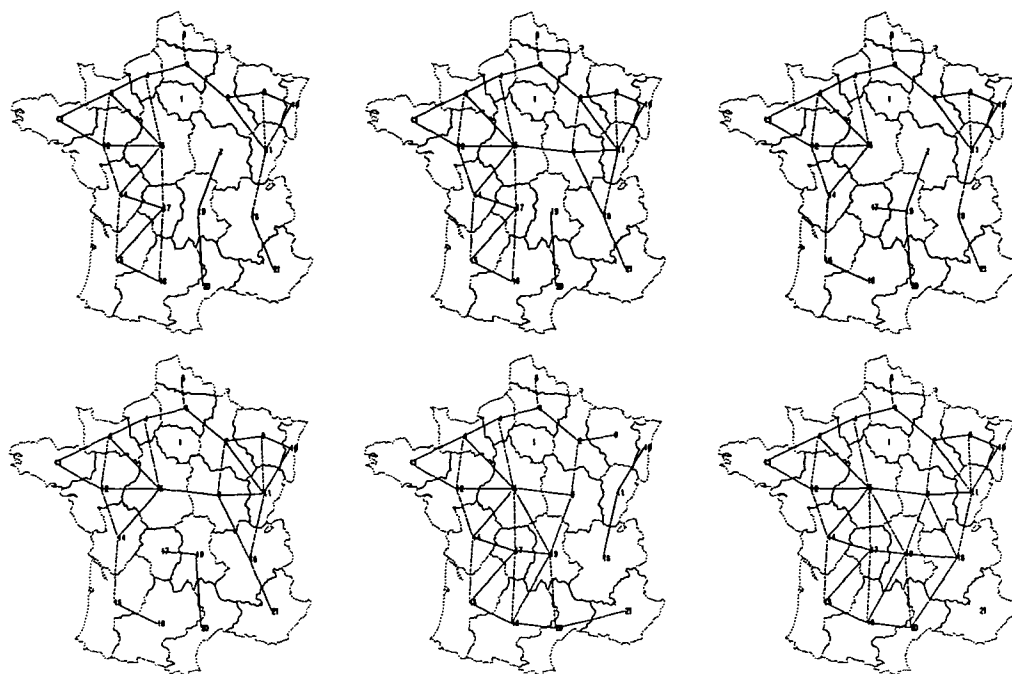


FIG. V.27 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux VLS ( $D_0$ )

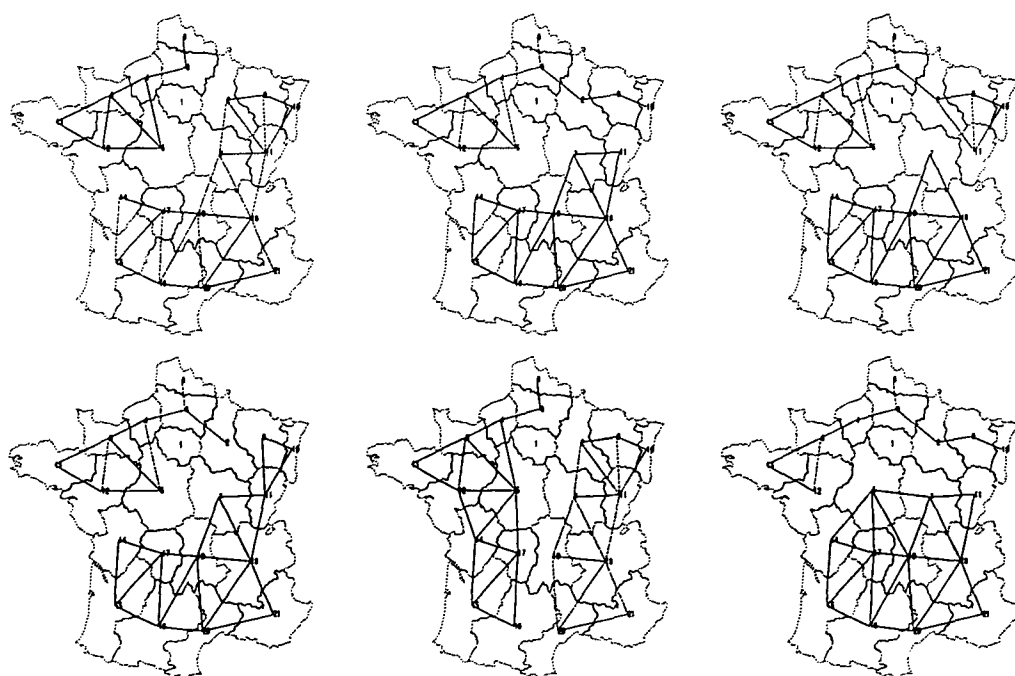


FIG. V.28 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux VLS ( $D_0$ )

VLS2	$\gamma < 1$			$\gamma > 1$		
	Rang	$\epsilon$	Err	$\gamma$	$\epsilon$	Err
0	0.948	0.216	0.1011	0.681	0.155	4.3414
1	0.964	0.219	0.6563	0.689	0.157	4.0546
2	0.965	0.220	0.6675	0.710	0.162	4.0003
3	0.967	0.220	0.6686	0.714	0.162	3.7524
4	0.969	0.220	0.6717	0.728	0.166	4.2953
5	0.966	0.220	0.6633	0.739	0.168	3.3443
6	0.967	0.220	0.6596	0.738	0.168	4.2210
7	0.972	0.221	0.6785	0.741	0.169	3.3527
8	0.972	0.221	0.6665	0.747	0.170	3.1818
9	0.976	0.222	0.6763	0.748	0.170	3.5081

TAB. - Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière (VLS2,  $D_0$ )

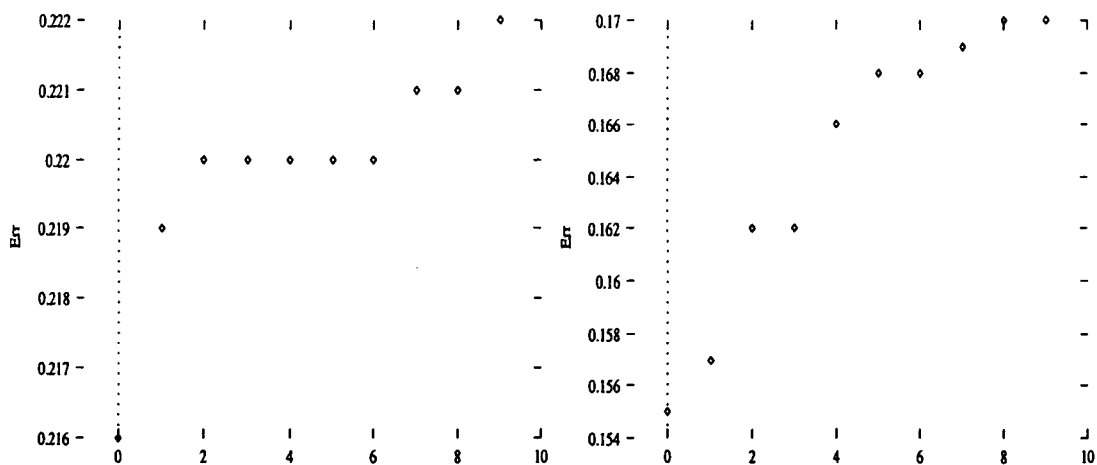


FIG. - "Err" ( $\gamma < 1$ , VLS22,  $D_0$ )      FIG. 5.30 - "Err" ( $\gamma > 1$ , VLS2,  $D_0$ )

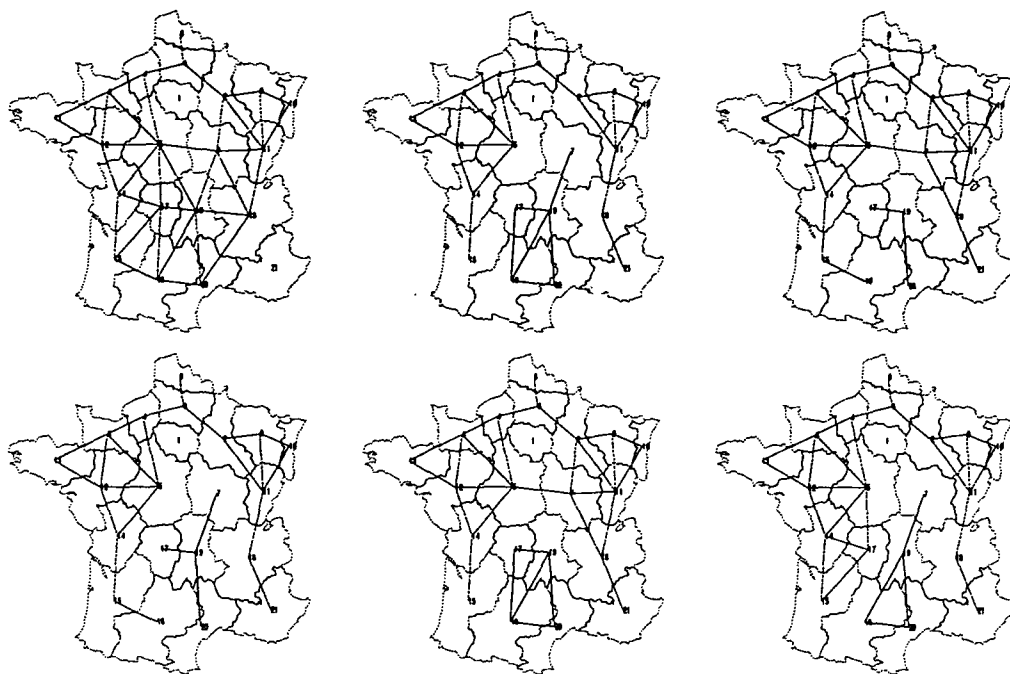


FIG. V.31 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux VLS2 ( $D_0$ )

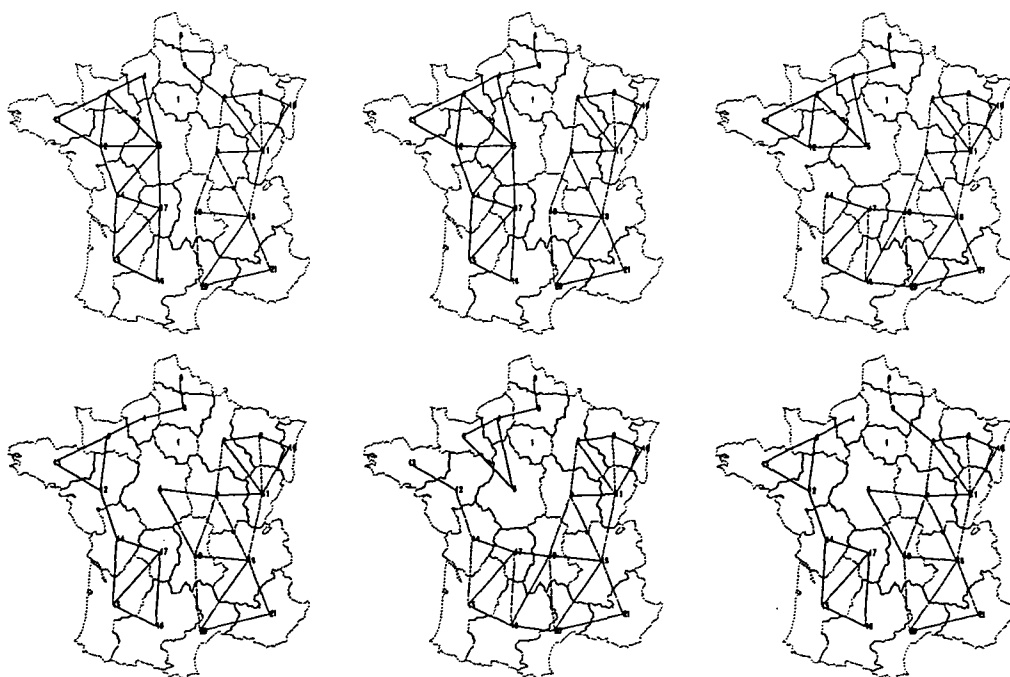


FIG. V.32 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux VLS2 ( $D_0$ )

VLS3	$\gamma < 1$			$\gamma > 1$		
	Rang	$\epsilon$	Err	$\gamma$	$\epsilon$	Err
0	0.949	0.184	0.4961	0.738	0.143	4.0664
1	0.961	0.186	0.1780	0.753	0.146	3.7156
2	0.964	0.187	0.5612	0.754	0.146	3.7167
3	0.965	0.187	0.6048	0.756	0.147	4.0038
4	0.965	0.187	0.5171	0.759	0.147	3.6127
5	0.967	0.188	0.6442	0.762	0.148	3.7737
6	0.975	0.189	0.5456	0.772	0.150	3.4430
7	0.976	0.189	0.5393	0.773	0.150	3.9597
8	0.978	0.190	0.5992	0.778	0.151	3.3878
9	0.979	0.190	0.6039	0.777	0.151	3.7294

TAB. - Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière (VLS3,  $D_0$ )

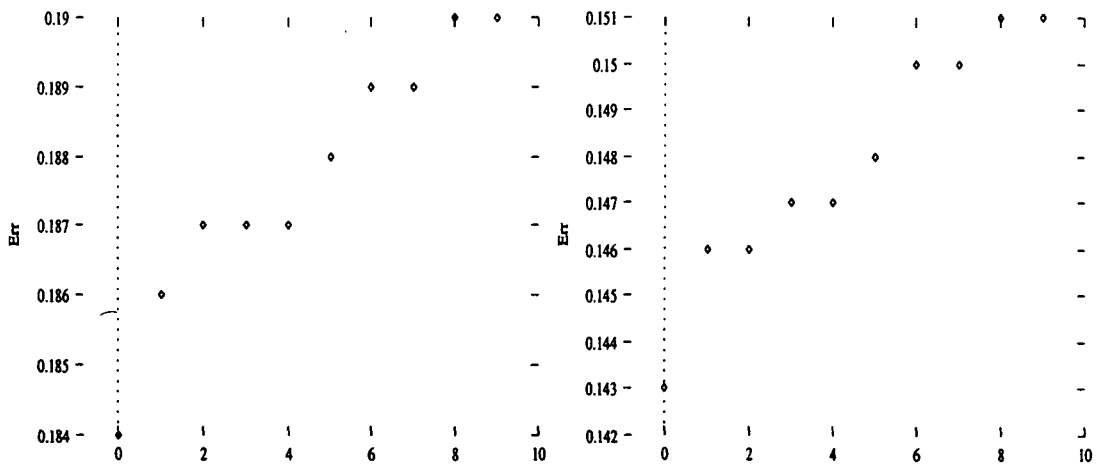


FIG. - "Err" ( $\gamma < 1$ , VLS3,  $D_0$ )      FIG. 5.34 - "Err" ( $\gamma > 1$ , VLS3,  $D_0$ )



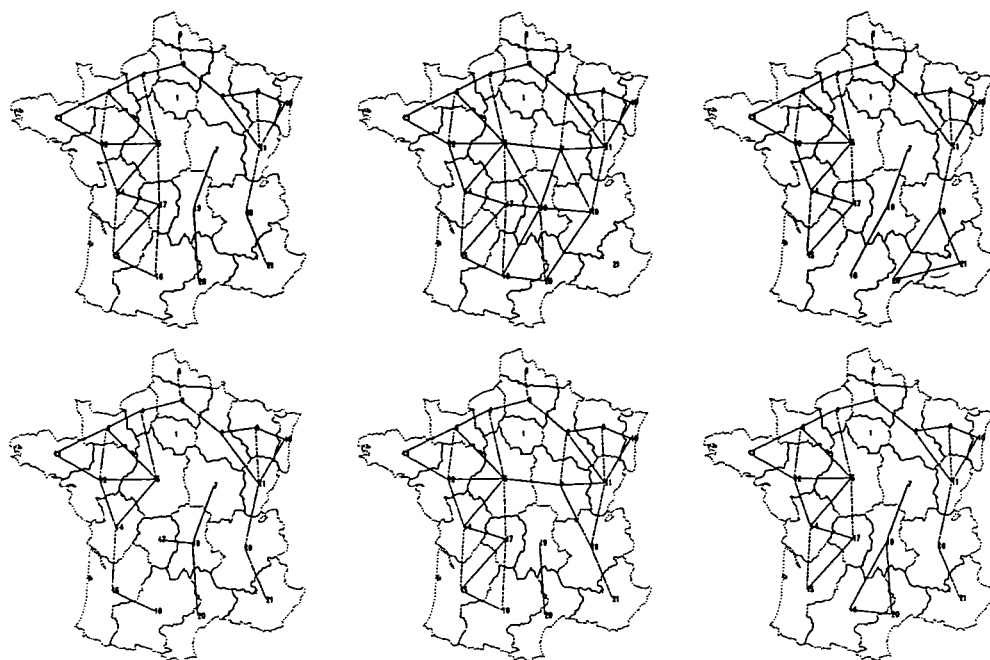


FIG. V.35 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux VLS3 ( $D_0$ )

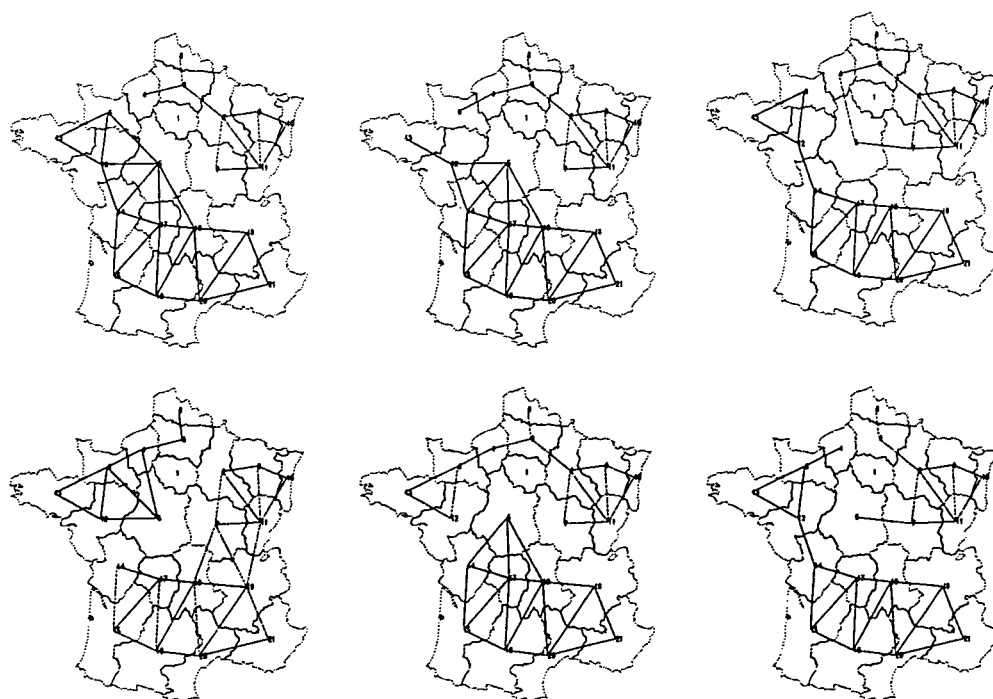


FIG. V.36 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux VLS3 ( $D_0$ )

M31	$\gamma < 1$				$\gamma > 1$			
Rang	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$
0	0.058	0.021	-2.2902	0.6499	0.047	0.017	-2.1060	1.6723
1	0.058	0.021	-2.2373	0.5727	0.050	0.018	-2.1580	1.6062
2	0.059	0.021	-2.2582	0.7667	0.049	0.018	-2.1032	1.5894
3	0.059	0.021	-2.2837	0.7727	0.051	0.018	-2.1435	1.5301
4	0.059	0.021	-2.2411	0.8104	0.051	0.018	-2.1141	1.5385
5	0.060	0.021	-2.2589	0.8191	0.052	0.018	-2.1431	1.5002
6	0.060	0.021	-2.2550	0.8092	0.051	0.018	-2.1375	1.5895
7	0.058	0.021	-2.2860	0.6956	0.051	0.018	-2.1136	1.5673
8	0.059	0.021	-2.2495	0.8076	0.052	0.018	-2.1440	1.5212
9	0.060	0.021	-2.2594	0.8056	0.052	0.018	-2.1404	1.5909

TAB. V.10 - *Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière (M31, D<sub>0</sub>)*

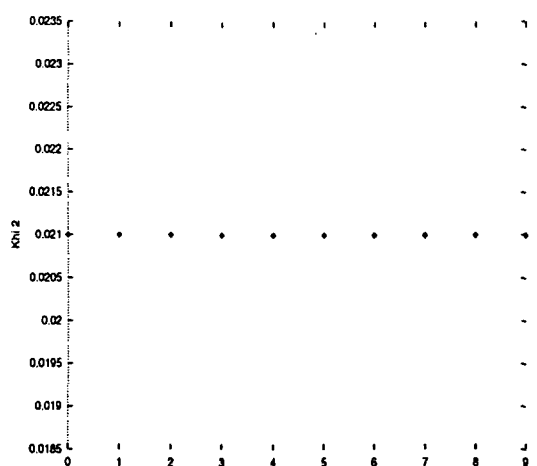


FIG. V.37 - "Err" ( $\gamma < 1$ , M31, D<sub>0</sub>)

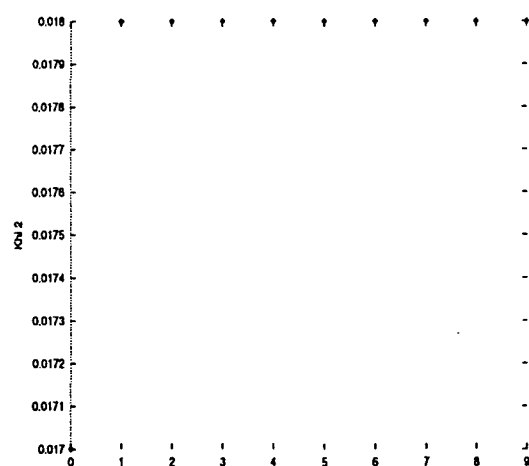


FIG. V.38 - "Err" ( $\gamma > 1$ , M31, D<sub>0</sub>)

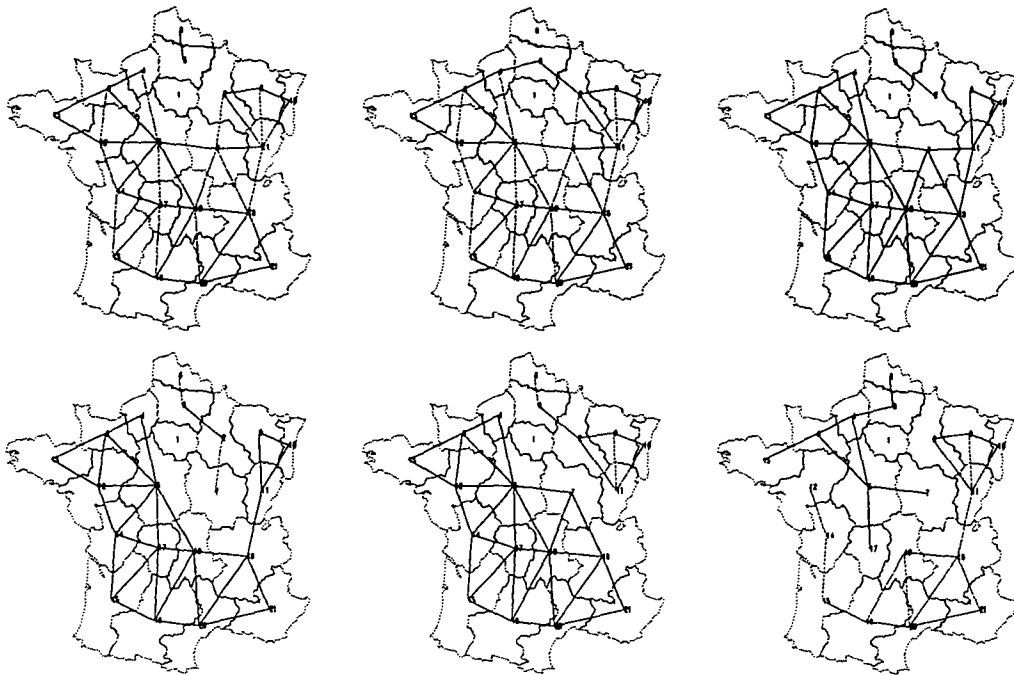


FIG. V.39 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux M31 ( $D_0$ )

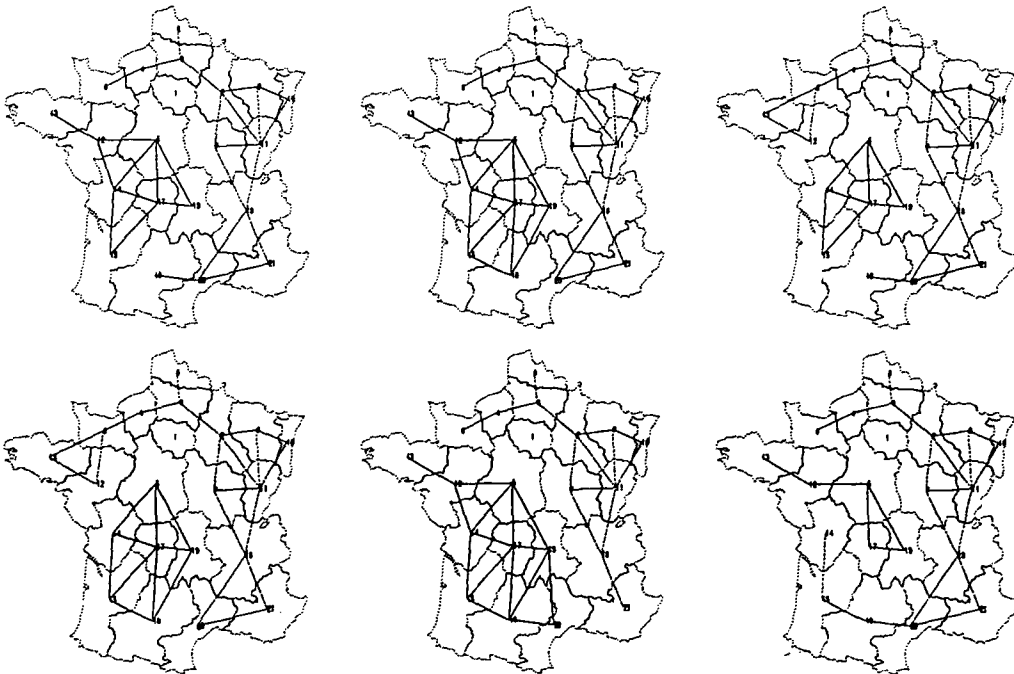


FIG. V.40 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux M31 ( $D_0$ )

CHAPITRE V. INFLUENCE DE PARIS

M32	$\gamma < 1$				$\gamma > 1$			
Rang	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$
0	0.167	0.018	-1.4824	0.7417	0.148	0.016	-1.3441	1.6530
1	0.169	0.018	-1.4933	0.7310	0.149	0.016	-1.4842	2.0009
2	0.169	0.018	-1.4652	0.7703	0.150	0.016	-1.3538	1.6571
3	0.169	0.018	-1.5059	0.6764	0.152	0.016	-1.4072	1.6478
4	0.169	0.018	-1.4891	0.7491	0.148	0.016	-1.3163	1.6455
5	0.170	0.018	-1.4810	0.7439	0.151	0.016	-1.3506	1.6042
6	0.170	0.018	-1.4829	0.7639	0.153	0.016	-1.3916	1.6042
7	0.169	0.018	-1.4727	0.7478	0.149	0.016	-1.3531	1.6200
8	0.170	0.018	-1.5014	0.7056	0.151	0.016	-1.3615	1.6186
9	0.170	0.018	-1.4805	0.7439	0.149	0.016	-1.3273	1.6108

TAB. - Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Parèto + Barrière (M32,  $D_0$ )

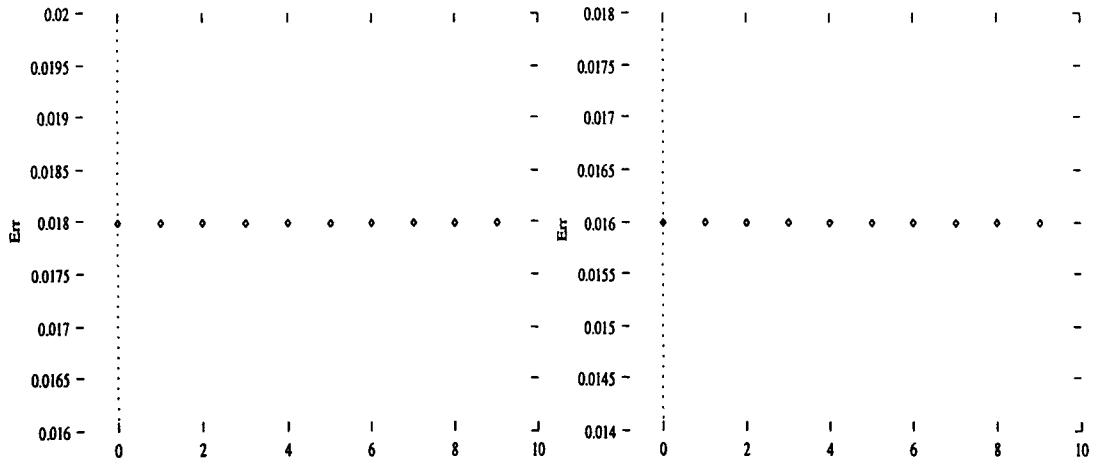


FIG. - "Err" ( $\gamma < 1$ , M32,  $D_0$ )

FIG. 5.42 - "Err" ( $\gamma > 1$ , M32,  $D_0$ )

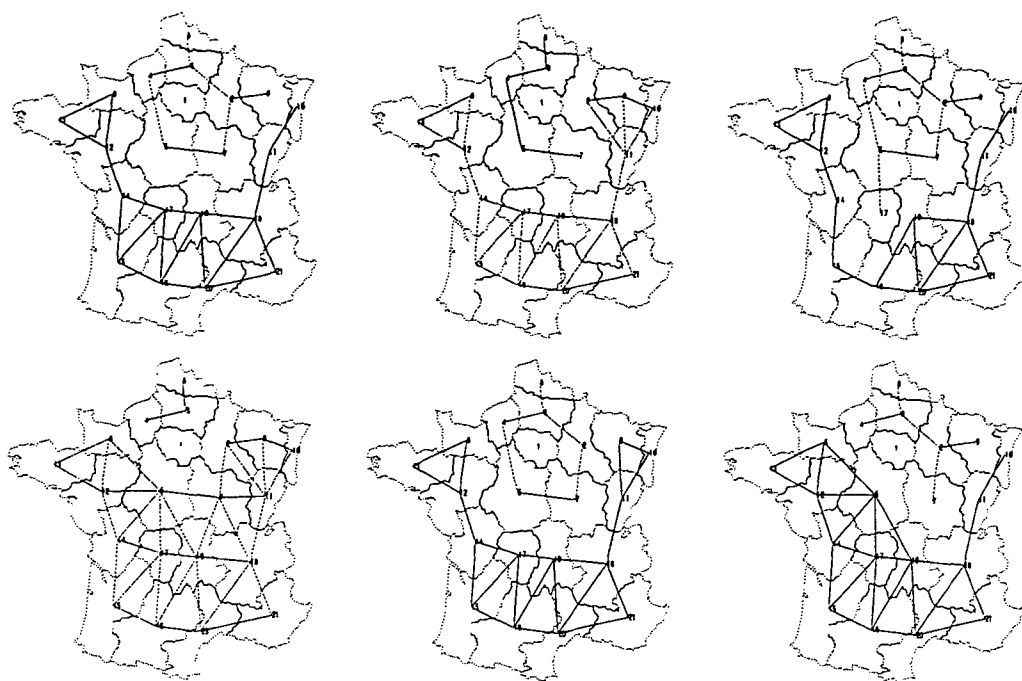


FIG. V.115 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Pareto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux M32 ( $D_0$ )

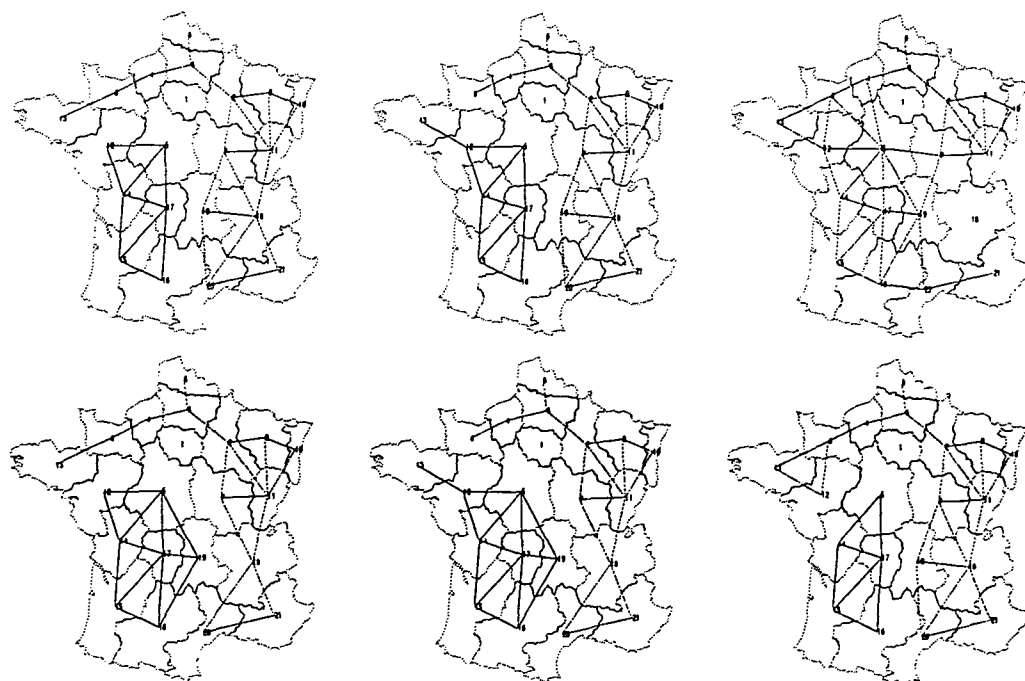
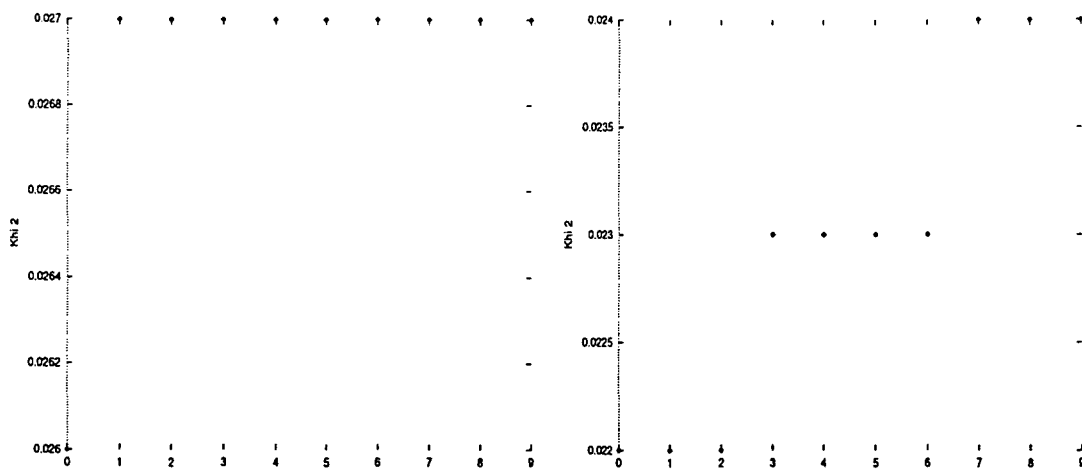


FIG. V.116 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Pareto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux M32 ( $D_0$ )

M34 Rang	$\gamma < 1$				$\gamma > 1$			
	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$
0	0.090	0.026	-1.95	0.504	0.076	0.022	-1.81	1.728
1	0.093	0.027	-1.98	0.707	0.078	0.022	-1.81	1.652
2	0.093	0.027	-1.97	0.767	0.078	0.022	-1.80	1.665
3	0.093	0.027	-1.96	0.755	0.080	0.023	-1.84	1.588
4	0.093	0.027	-1.98	0.680	0.080	0.023	-1.81	1.614
5	0.093	0.027	-1.96	0.783	0.081	0.023	-1.83	1.561
6	0.093	0.027	-1.96	0.786	0.081	0.023	-1.81	1.639
7	0.094	0.027	-1.95	0.762	0.083	0.024	-1.81	1.554
8	0.095	0.027	-1.94	0.818	0.083	0.024	-1.85	1.533
9	0.095	0.027	-1.95	0.825	0.084	0.024	-1.86	1.519

TAB. V.30 - *Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière (M34, D<sub>0</sub>)*FIG. V.117 - "Err" ( $\gamma < 1$ , M34, D<sub>0</sub>)FIG. V.118 - "Err" ( $\gamma > 1$ , M34, D<sub>0</sub>)

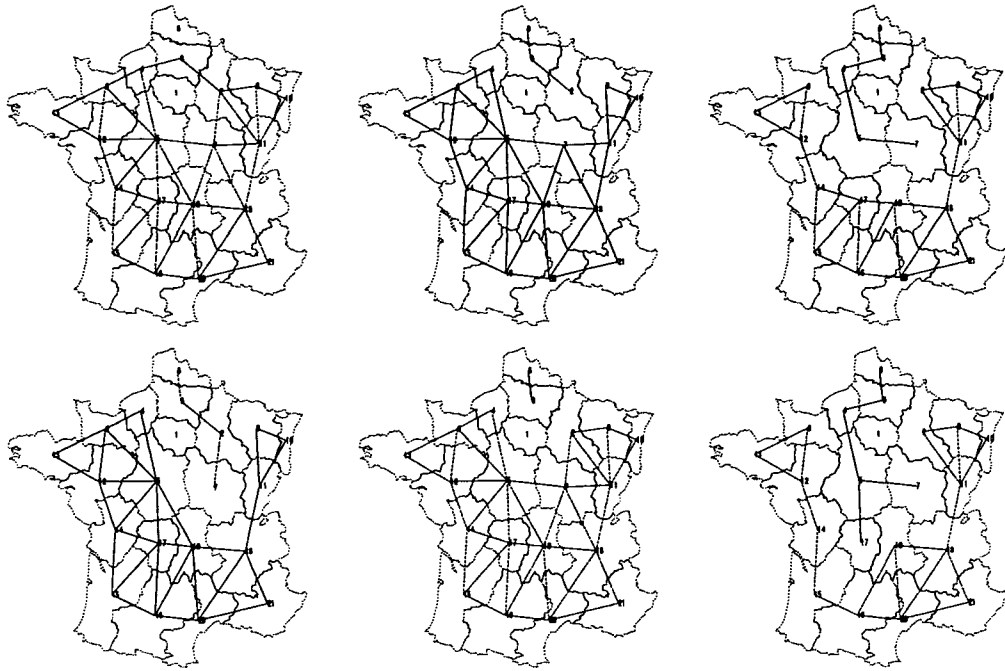


FIG. V.119 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux M34 ( $D_0$ )

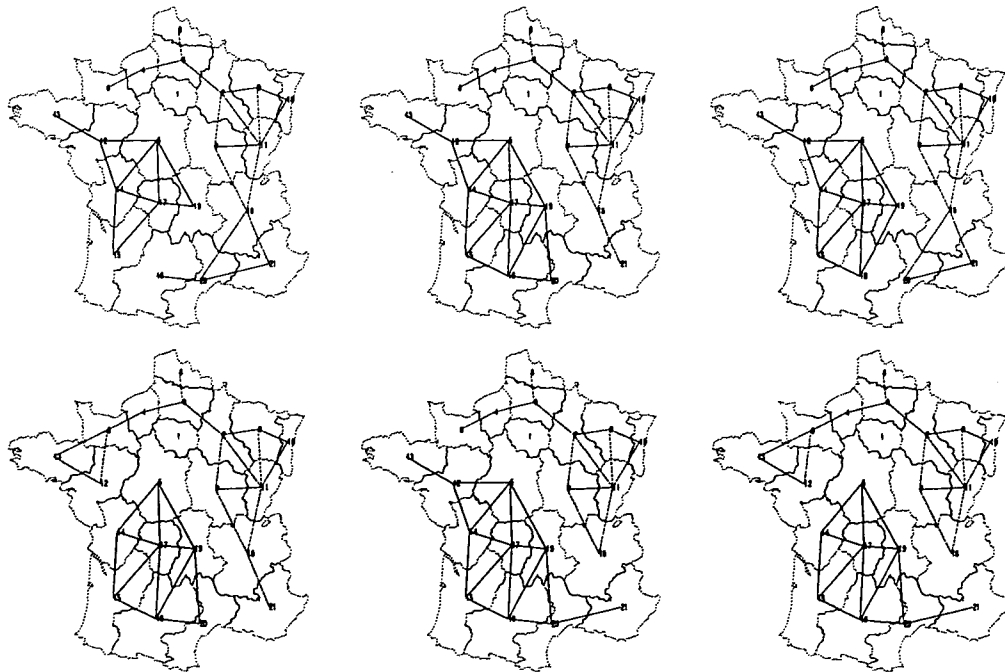


FIG. V.120 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux M34 ( $D_0$ )

MS15 Rang	$\gamma < 1$				$\gamma > 1$			
	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$
0	0.084	0.048	-2.21	0.490	0.069	0.039	-2.04	1.707
1	0.086	0.049	-2.27	0.765	0.073	0.042	-2.10	1.651
2	0.086	0.049	-2.26	0.745	0.074	0.042	-2.03	1.625
3	0.087	0.049	-2.20	0.594	0.074	0.042	-2.11	1.639
4	0.087	0.049	-2.25	0.816	0.074	0.042	-2.09	1.600
5	0.087	0.049	-2.21	0.620	0.075	0.043	-2.06	1.573
6	0.088	0.050	-2.24	0.851	0.075	0.043	-2.06	1.561
7	0.088	0.050	-2.22	0.882	0.076	0.043	-2.10	1.538
8	0.088	0.050	-2.23	0.871	0.076	0.043	-2.09	1.511
9	0.088	0.050	-2.22	0.887	0.076	0.043	-2.11	1.625

TAB. V.31 – *Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière (MS15, D<sub>0</sub>)*

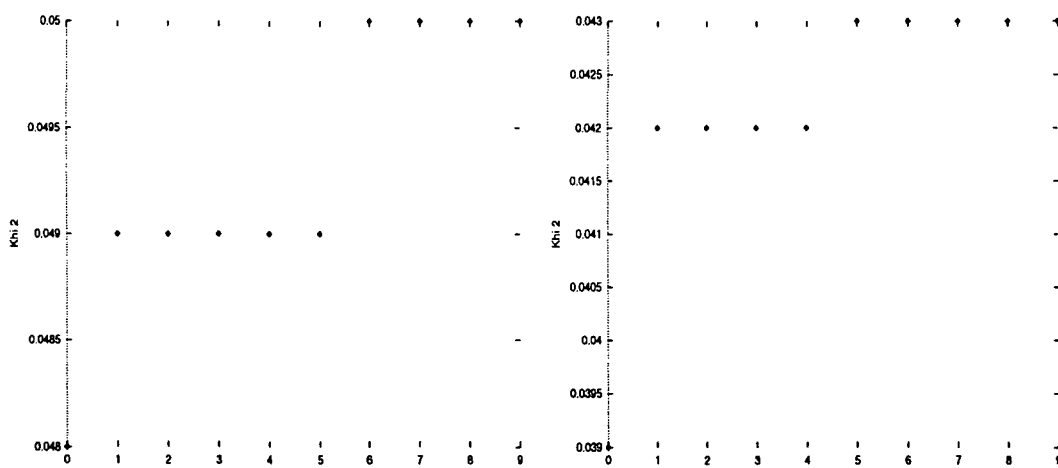


FIG. V.121 – “Err” ( $\gamma < 1$ , MS15, D<sub>0</sub>)    FIG. V.122 – “Err” ( $\gamma > 1$ , MS15, D<sub>0</sub>)



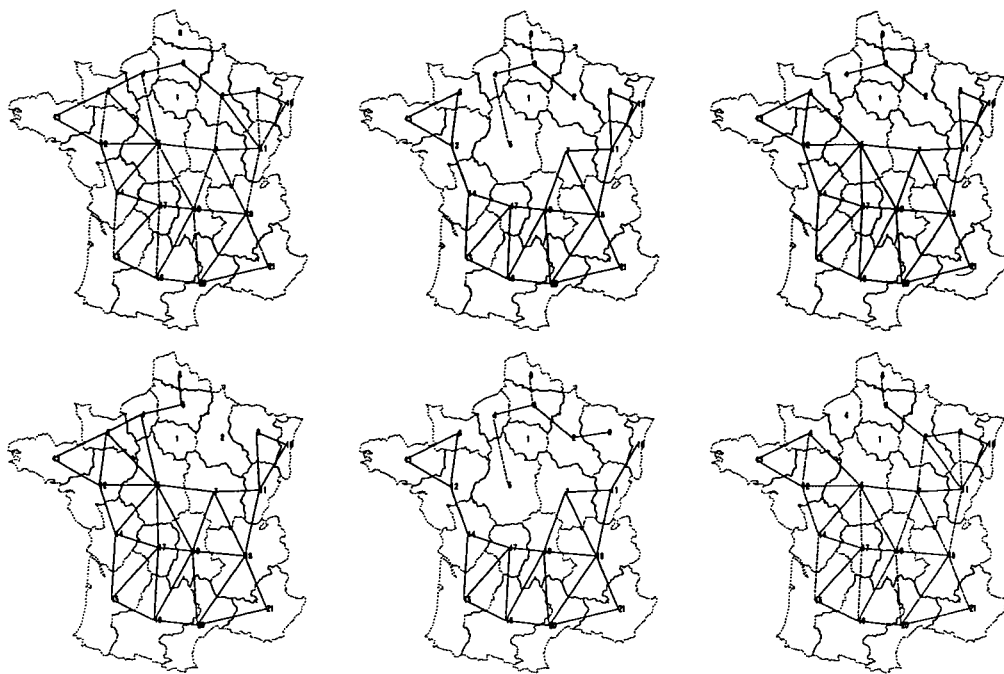


FIG. V.123 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux MS15 ( $D_0$ )

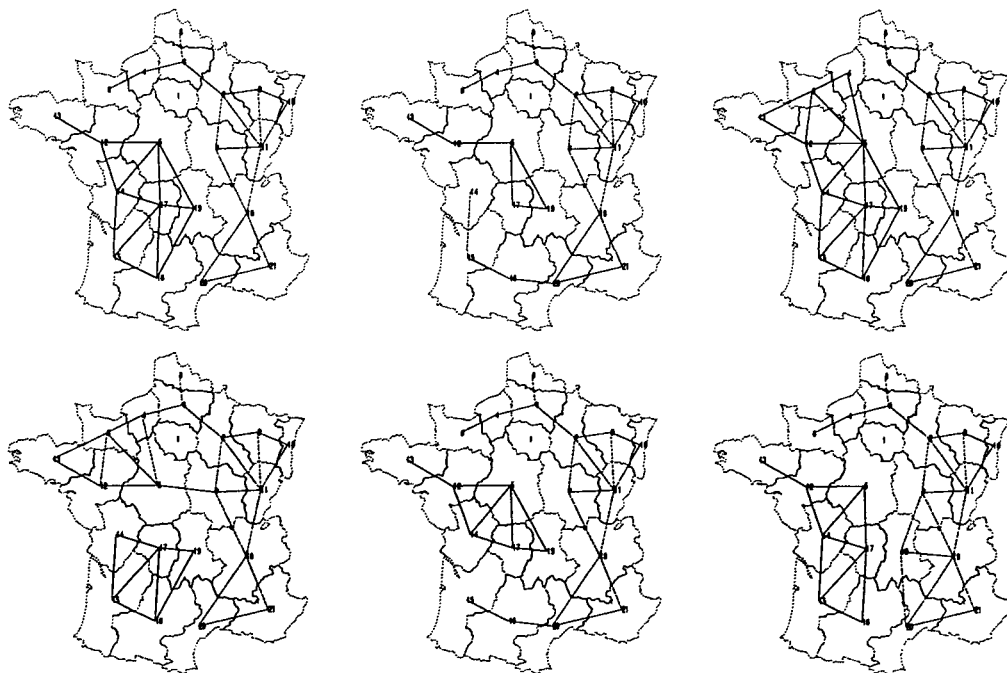


FIG. V.124 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux MS15 ( $D_0$ )

MS16	$\gamma < 1$				$\gamma > 1$			
	Rang	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$	$\epsilon$	Err	$\alpha$
0	0.413	0.023	-1.14	0.634	0.388	0.021	-1.07	2.017
1	0.417	0.023	-1.16	0.645	0.390	0.022	-1.05	1.941
2	0.418	0.023	-1.15	0.642	0.402	0.022	-0.93	1.890
3	0.419	0.023	-1.18	0.630	0.403	0.022	-1.02	1.698
4	0.420	0.023	-1.14	0.652	0.405	0.022	-1.01	1.665
5	0.421	0.023	-1.18	0.651	0.405	0.022	-1.04	1.731
6	0.424	0.023	-1.15	0.656	0.407	0.022	-1.03	1.692
7	0.424	0.023	-1.14	0.680	0.410	0.023	-0.90	1.745
8	0.425	0.023	-1.12	0.707	0.411	0.023	-1.10	1.926
9	0.425	0.023	-1.16	0.669	0.416	0.023	-0.99	1.565

TAB. V.32 – *Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière (MS16, D<sub>0</sub>)*

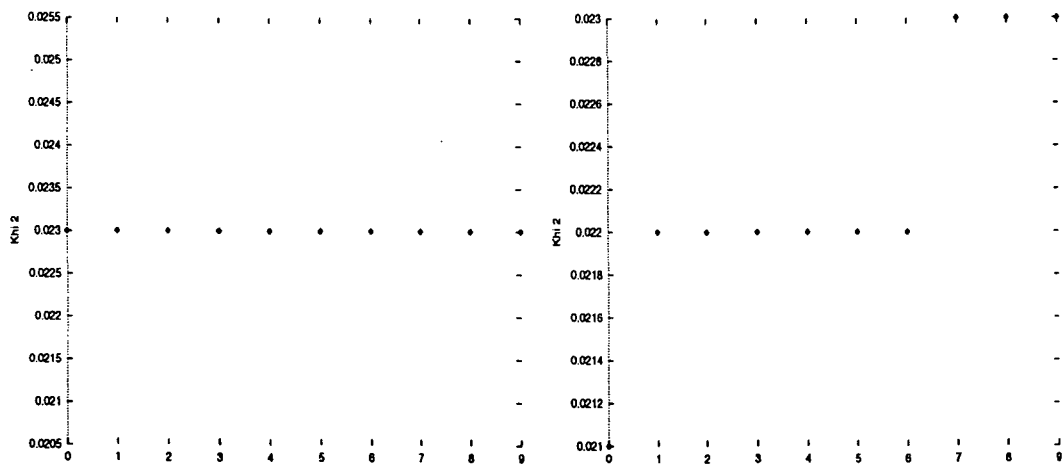


FIG. V.125 – “Err” ( $\gamma < 1$ , MS16, D<sub>0</sub>)      FIG. V.126 – “Err” ( $\gamma > 1$ , MS16, D<sub>0</sub>)

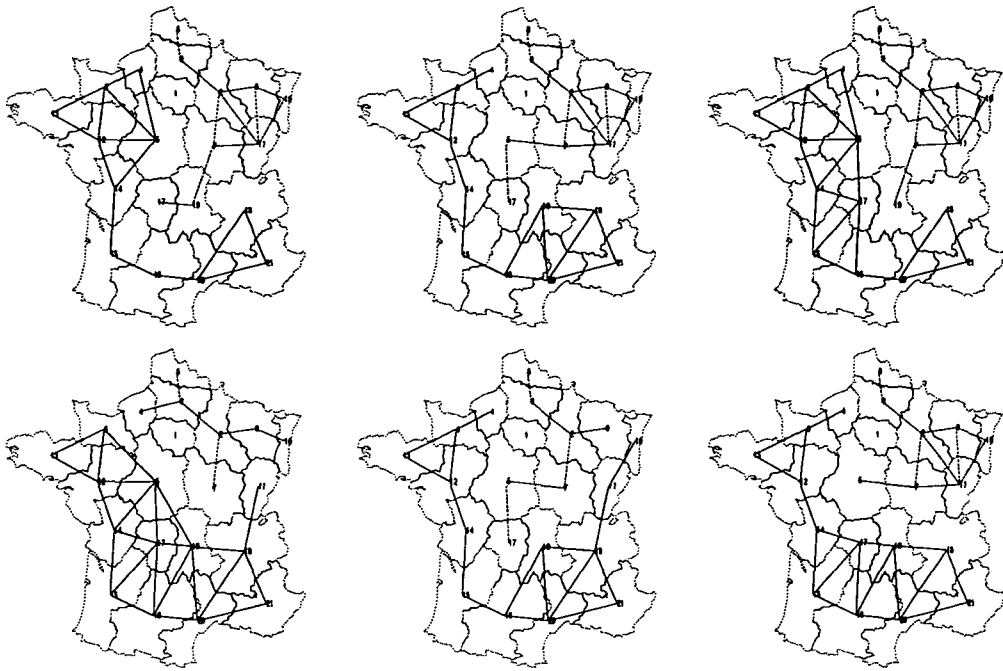


FIG. V.127 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux MS16 ( $D_0$ )

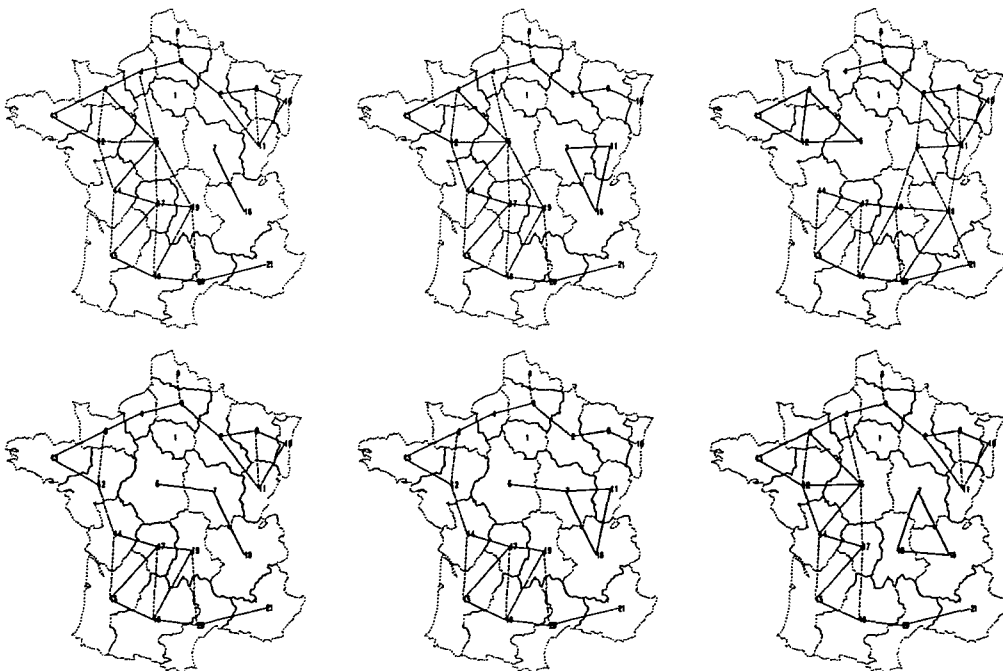


FIG. V.128 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux MS16 ( $D_0$ )

MS19 Rang	$\gamma < 1$				$\gamma > 1$			
	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$
0	0.109	0.046	-1.96	0.434	0.091	0.038	-1.78	1.775
1	0.115	0.049	-1.93	0.566	0.096	0.041	-1.77	1.705
2	0.116	0.049	-1.98	0.800	0.098	0.041	-1.79	1.649
3	0.116	0.049	-1.98	0.791	0.099	0.042	-1.85	1.699
4	0.116	0.049	-1.91	0.559	0.099	0.042	-1.79	1.625
5	0.116	0.049	-1.97	0.831	0.100	0.042	-1.80	1.600
6	0.116	0.049	-1.97	0.827	0.100	0.042	-1.83	1.616
7	0.116	0.049	-1.96	0.848	0.100	0.042	-1.82	1.571
8	0.117	0.049	-1.95	0.885	0.101	0.043	-1.84	1.582
9	0.117	0.049	-1.96	0.850	0.103	0.043	-1.83	1.499

TAB. V.33 - *Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière (MS19, D<sub>0</sub>)*

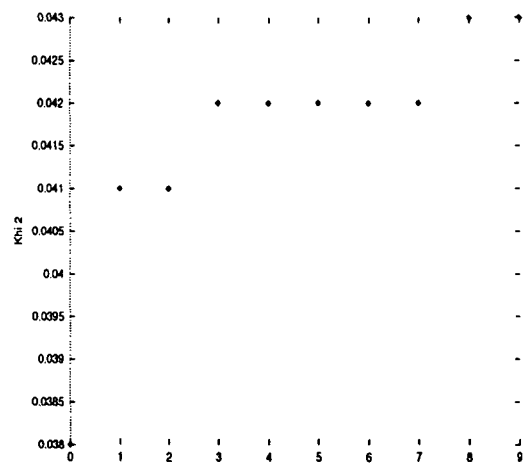
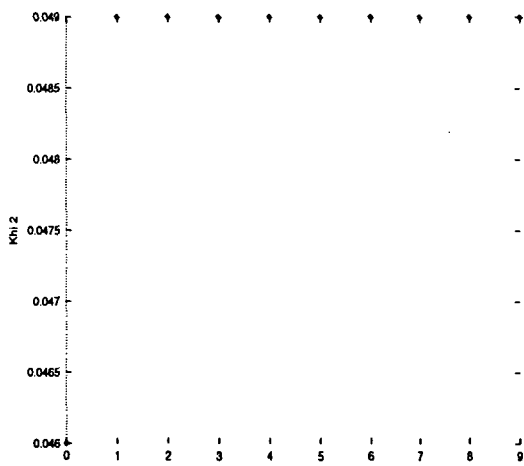


FIG. V.129 - "Err" ( $\gamma < 1$ , MS19, D<sub>0</sub>)    FIG. V.130 - "Err" ( $\gamma > 1$ , MS19, D<sub>0</sub>)

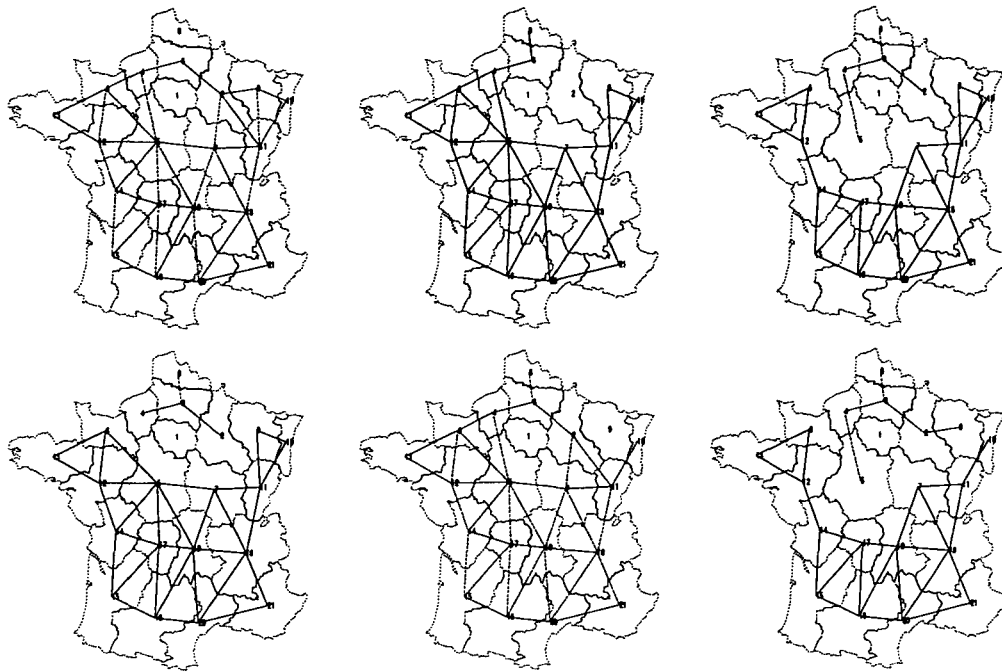


FIG. V.131 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux MS19 ( $D_0$ )

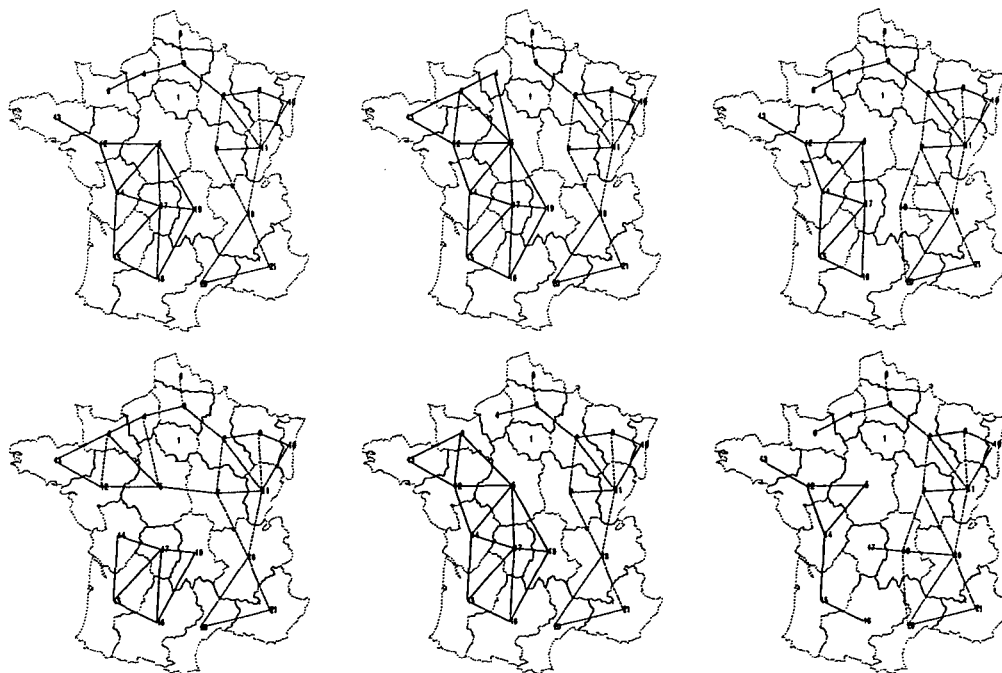


FIG. V.132 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux MS19 ( $D_0$ )

VLS	$\gamma < 1$				$\gamma > 1$			
	Rang	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$	$\epsilon$	Err	$\alpha$
0	0.020	0.009	-3.23	0.722	0.016	0.007	-3.13	1.767
1	0.020	0.009	-3.19	0.725	0.016	0.007	-3.10	1.630
2	0.021	0.009	-3.18	0.748	0.017	0.007	-3.09	1.598
3	0.021	0.009	-3.22	0.767	0.017	0.008	-3.11	1.563
4	0.021	0.009	-3.21	0.759	0.018	0.008	-3.09	1.510
5	0.021	0.009	-3.24	0.754	0.018	0.008	-3.08	1.495
6	0.021	0.009	-3.16	0.697	0.018	0.008	-3.08	1.519
7	0.021	0.009	-3.20	0.725	0.018	0.008	-3.15	1.545
8	0.021	0.009	-3.21	0.758	0.019	0.008	-3.06	1.462
9	0.021	0.009	-3.21	0.720	0.019	0.008	-3.05	1.479

TAB. V.34 - *Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière (VLS, D<sub>0</sub>)*

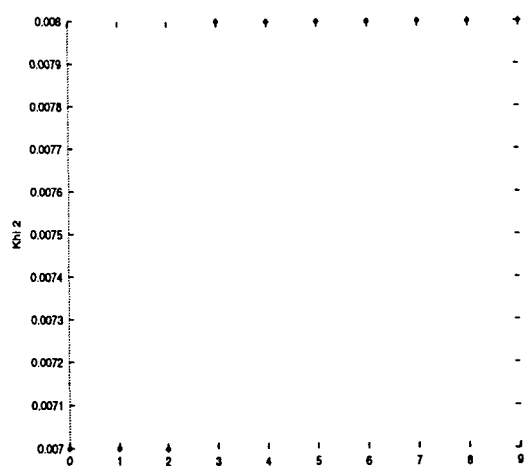
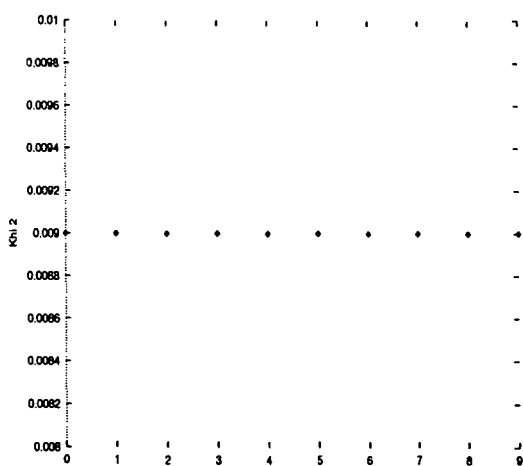


FIG. V.133 - *"Err" ( $\gamma < 1$ , VLS, D<sub>0</sub>)*

FIG. V.134 - *"Err" ( $\gamma > 1$ , VLS, D<sub>0</sub>)*

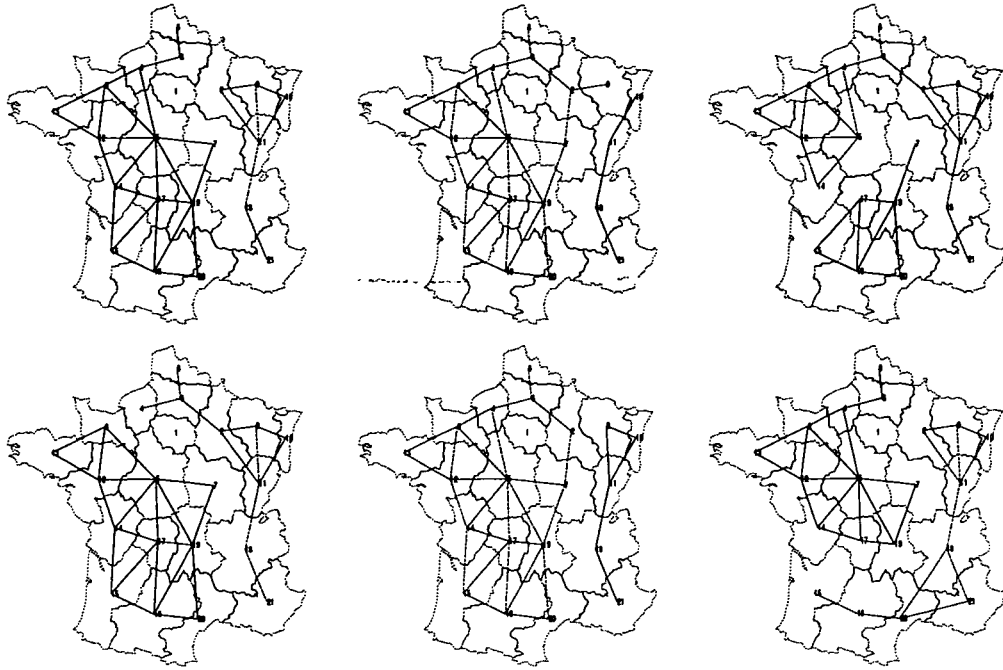


FIG. V.135 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux VLS ( $D_0$ )

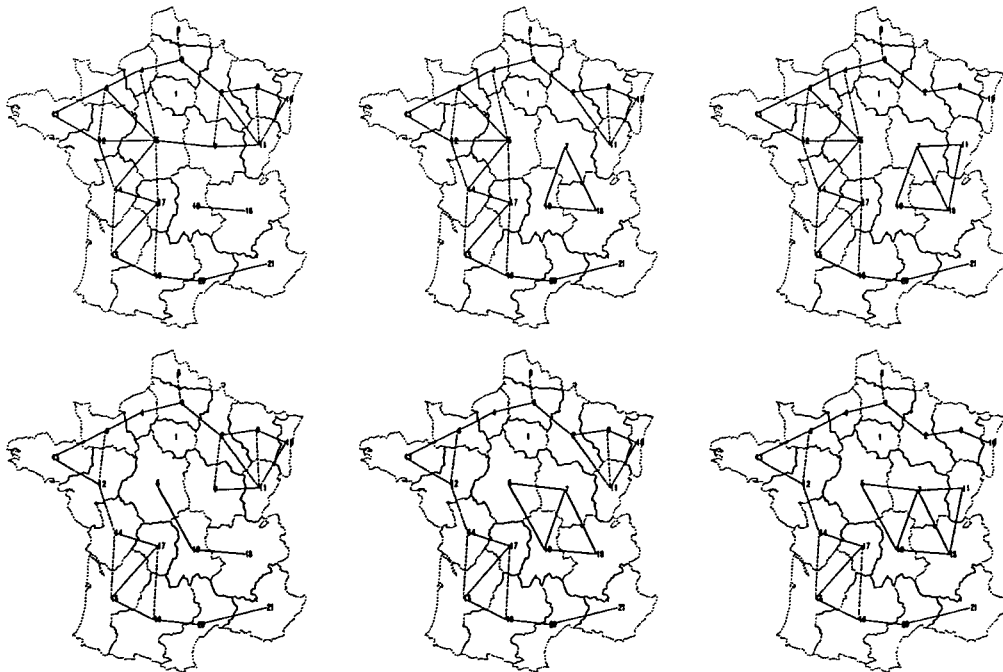


FIG. V.136 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux VLS ( $D_0$ )

VLS2 Rang	$\gamma < 1$				$\gamma > 1$			
	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$
0	0.030	0.007	-2.71	0.591	0.031	0.007	-2.47	1.404
1	0.031	0.007	-2.70	0.689	0.031	0.007	-2.55	1.370
2	0.031	0.007	-2.64	0.729	0.031	0.007	-2.52	1.445
3	0.031	0.007	-2.70	0.707	0.032	0.007	-2.52	1.338
4	0.031	0.007	-2.69	0.648	0.032	0.007	-2.52	1.304
5	0.032	0.007	-2.64	0.770	0.032	0.007	-2.55	1.323
6	0.032	0.007	-2.65	0.790	0.032	0.007	-2.57	1.351
7	0.033	0.007	-2.62	0.800	0.033	0.007	-2.55	1.283
8	0.033	0.007	-2.59	0.805	0.033	0.007	-2.55	1.272
9	0.033	0.007	-2.60	0.803	0.033	0.007	-2.52	1.241

TAB. V.35 – *Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière (VLS2, D<sub>0</sub>)*

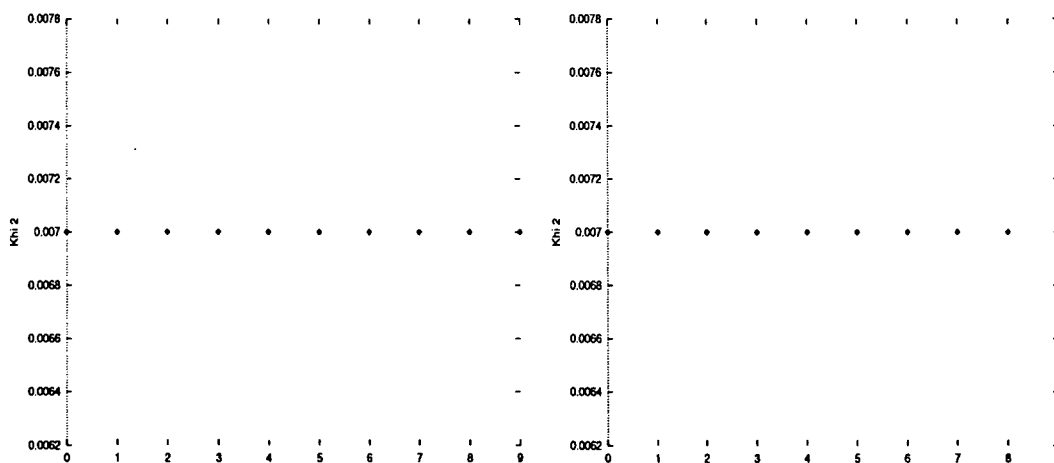


FIG. V.137 – “Err” ( $\gamma < 1$ , VLS22, D<sub>0</sub>)    FIG. V.138 – “Err” ( $\gamma > 1$ , VLS2, D<sub>0</sub>)



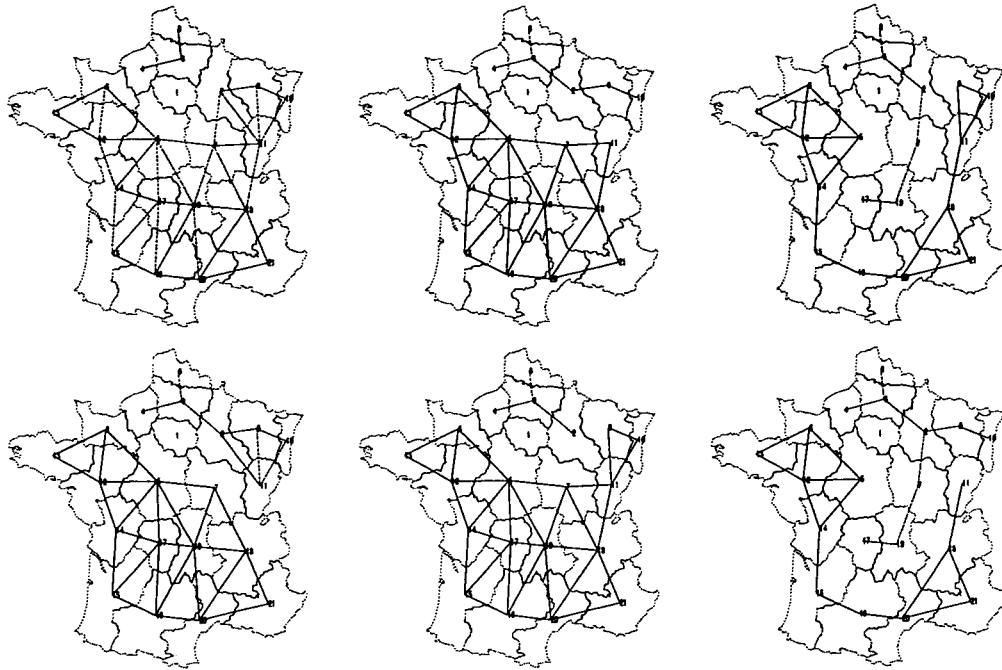


FIG. V.139 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux VLS2 ( $D_0$ )

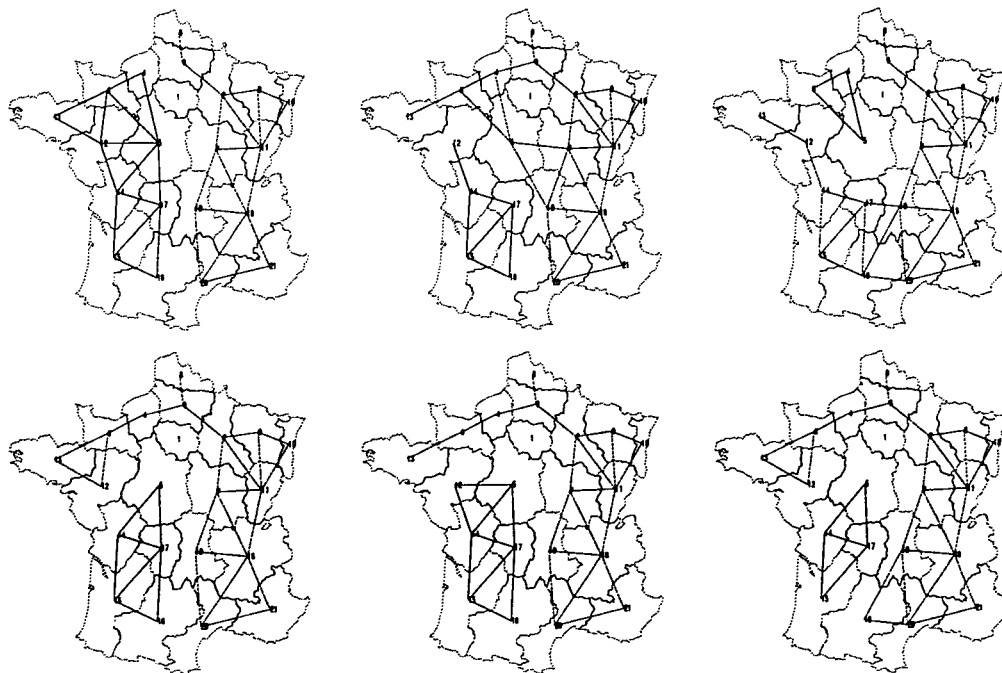


FIG. V.140 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux VLS2 ( $D_0$ )

VLS3	$\gamma < 1$				$\gamma > 1$			
Rang	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$	$\epsilon$	Err	$\alpha$	$\gamma$
0	0.119	0.023	-2.34	0.673	0.118	0.023	-2.25	1.660
1	0.119	0.023	-2.34	0.670	0.118	0.023	-2.26	1.543
2	0.120	0.023	-2.36	0.625	0.118	0.023	-2.26	1.598
3	0.121	0.023	-2.37	0.676	0.119	0.023	-2.24	1.491
4	0.121	0.023	-2.32	0.701	0.120	0.023	-2.24	1.448
5	0.122	0.024	-2.32	0.632	0.120	0.023	-2.26	1.629
6	0.122	0.024	-2.30	0.720	0.120	0.023	-2.27	1.492
7	0.124	0.024	-2.37	0.722	0.120	0.023	-2.27	1.545
8	0.125	0.024	-2.29	0.783	0.122	0.024	-2.23	1.474
9	0.126	0.024	-2.31	0.795	0.124	0.024	-2.26	1.491

TAB. V.36 - *Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière (VLS3, D<sub>0</sub>)*

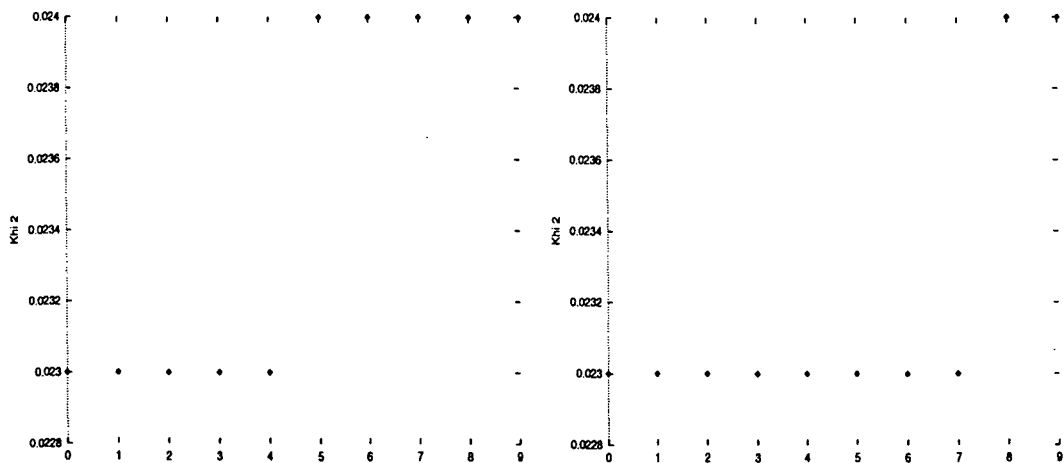


FIG. V.141 - "Err" ( $\gamma < 1$ , VLS32, D<sub>0</sub>)    FIG. V.142 - "Err" ( $\gamma > 1$ , VLS3, D<sub>0</sub>)

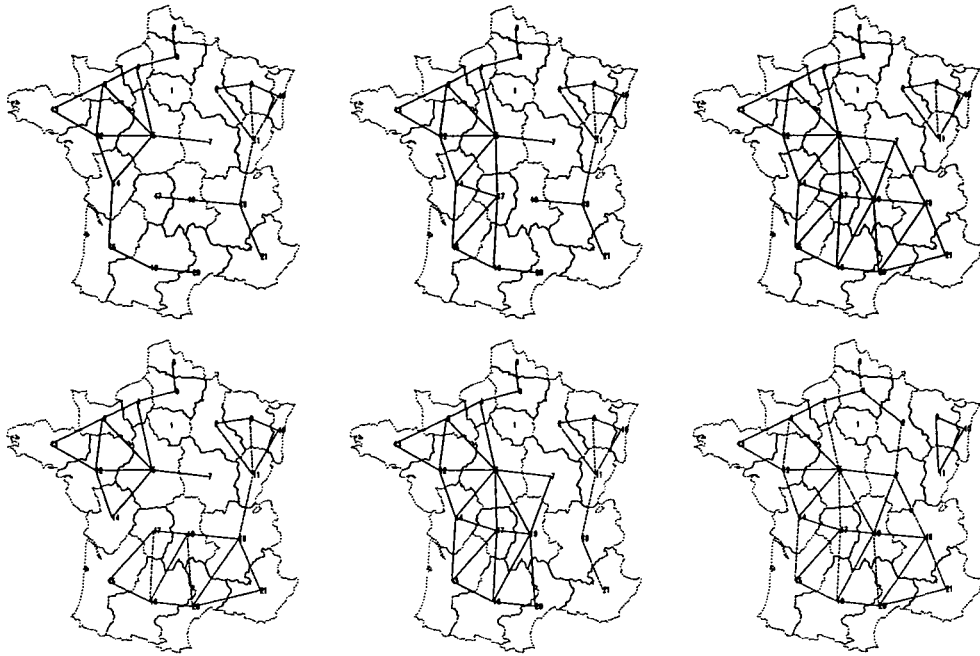


FIG. V.143 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux VLS3 ( $D_0$ )

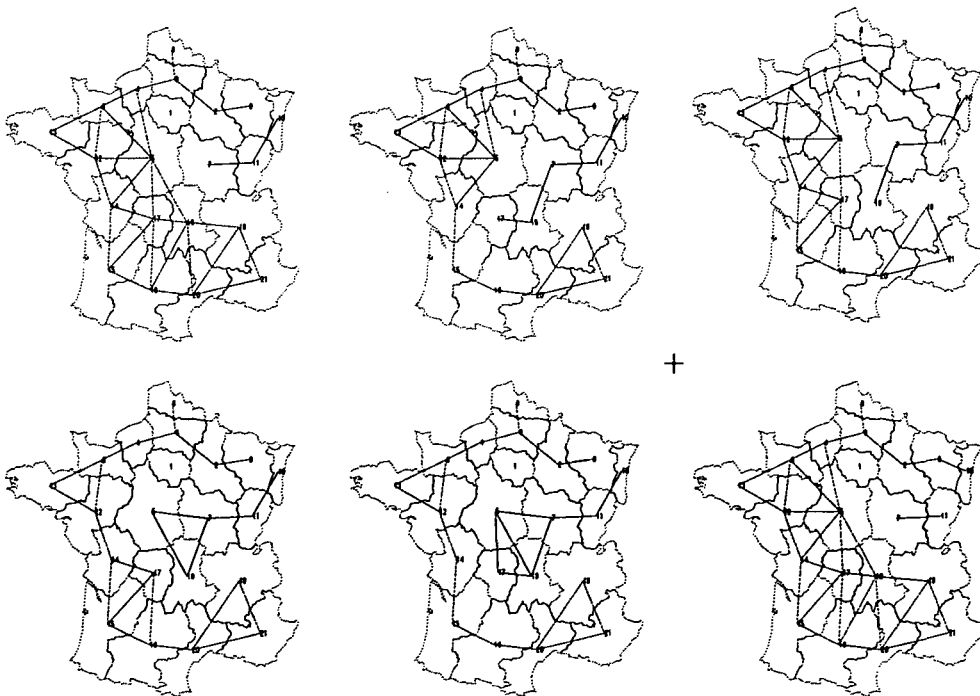


FIG. V.144 - Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux VLS3 ( $D_0$ )



## Quatrième partie

# Conclusion

1  
2  
3  
4

5  
6  
7

Pour conclure, il semble important de faire le point sur le travail expérimental réalisé. La première partie du document traite de la définition et la présentation de la plate-forme expérimentale "OVG1", ainsi que des algorithmes de génération des partitions d'un espace géographique. A la suite de quoi, une étude complète de la distance  $D_0$  a été effectuée suivant neuf matrices de flux:

- m31.
- m32.
- m34.
- ms15.
- ms16.
- ms19.
- vls.
- vls2.
- vls3.

Ces matrices ont été associées aux modèles:

- identité.
- Paréto.
- barrière.
- Paréto + barrière.

La synthèse des résultats, portant sur les six meilleures partitions, est présentée dans le chapitre III.

Bien qu'une première phase de parallélisation est été réalisée, il est important de poursuivre le travail afin d'accéder à des problèmes de taille supérieur (partition en plus de deux parties de la structure initiale). En effet la complexité actuelle de la plate-forme ne permet pas de traiter plus de quelques milliers de partitions. Pour se faire deux voies de recherches sont proposées:

- la parallélisation des méthodes d'optimisation.
- déterminer des critères mathématiques, propre aux modèles et à l'évaluation de la qualité de l'estimation, permettant une détermination directe de la partition optimale.





## Annexe A

# Algorithmes

Nous allons vous présenter l'algorithme optimal de construction récursive des partitions en deux parties connexes. Le principe de cet algorithme a été étudié Chap II dans la partie II.2.2, p 35.

### Spécification des procédures utilisées par l'algorithme

- Connexe( $X_2$ ): Vérifie si l'ensemble  $X_2$  est connexe.
- PremierElément(Voisin): Fonction qui supprime et retourne le premier élément d'un ensemble non vide passé en argument.
- DupliqueEtatSys( $X_1, NouvX_1, X_2, NouvX_2, Voisin, NouvVoisin, Visité, NouvVisité$ ): Cette procédure réalise une copie des listes  $X_1, X_2, Voisin$  et  $Visité$  dans de nouvelles listes afin de sauvegarder la valeur des éléments qui définissent l'état du système, c'est-à-dire les éléments qui permettent de définir les paramètres des appels récursifs.
- EnsembleConnexe( $X_1, X_2, X_3$ ): Cette fonction retourne 1 si  $X_1$  est connexe et inclu dans  $X_2$ . Dans le cas contraire la fonction retourne 0. Si  $X_1$  est inclu dans  $X_2$ , alors  $X_3$  représente le complémentaire de  $X_1$ .
- Complémentaire( $X_1, ComplX_1$ ): Cette procédure construit le complémentaire de  $X_1$  ( $X_1 \cup ComplX_1 = E$ ).
- NouveauVoisin( $NouvX_1, NouvX_2, NouvVoisin, NouvVisité$ ): Cette procédure permet de construire l'ensemble des nœuds voisins à  $NouvX_1$ , qui n'appartiennent pas à  $NouvX_2$ , et l'ensemble des nœuds qui ont été visité (ie:  $NouvX_1 \cup NouvX_2$ ).
- DétruitSys( $NouvX_1, NouvX_2, NouvVoisin, NouvVisité$ ): Cette procédure détruit les listes passées en argument, ce qui permet par la suite de réinitialiser le système.

### Algorithme optimal de construction récursive des partitions en deux parties connexes:

```

ConstRecPartOpt ( X1, X2, Voisin, Visité) {

    /* Condition de fin de récursion */
    SI (Voisin = ∅) ALORS

        SI ( Connexe(X2) )
            X1 et X2 sont connexes, fin.
        SINON
            la partition n'est pas retenue, fin.

    /* Construction des deux parties X1 et X2 */
    SINON

        {e} = PremierElément(Voisin)
        /* Ajout de {e} à X1 */

        Voisin = Voisin - {e}
        DupliqueEtatSys(X1, NouvX1, X2, NouvX2, Voisin, NouvVoisin, Visité,
        NouvVisité)
        NouvX1 = NouvX1 ∪ {e}

        /* inclus == 1 si il existe une sous-partie connexe du complémentaire de
        NouvX1 contenant NouvX2, cette sous-partie est définie par X3; inclus =
        0 sinon */
        inclus = EnsembleConnexe(NouvX1, NouvX2, X3)
        SI (inclus == 1) ALORS

            Complementaire(X3, ComplX3)
            /* NouvX1 et NouvVisité sont équivalents au complémentaire de
            X3 */
            NouvX1 = ComplX1
            NouvVisité = ComplX1
            /* Calcul des nouveaux ensembles de n
            oeuds visités et de n
            oeuds voisins de NouvX1 */
            NouveauVoisin(NouvX1, NouvX2, NouvVoisin, NouvVisité);
            /* Appel récursif */

            ConstRecPartOpt ( X1, X2, NouvVoisin, NouvVisité)

```

```
} FIN SI
  /* Rétablissement de la valeur initiale des ensembles de n
  oeuds */
  DétruitSys(NouvX1, NouvX2, NouvVoisin, NouvVisité)
  DupliqueEtatSys(X1, NouvX1, X2, NouvX2, Voisin, NouvVoisin, Visité,
  NouvVisité)
  /* Ajout de {e à X2 */
   $X_2 = X_2 \cup \{e\}$  /* Appel récursif */
  ConstRecPartOpt ( X1, X2, NouvVoisin, NouvVisite)
  /* Destructions des ensembles créés */
  DétruitSys(NouvX1, NouvX2, NouvVoisin, NouvVisité)
   $X_2 = X_2 - \{e\}$ 

} Fin
```



## Annexe B

# Documentation technique des programmes réalisés

### B.1 Présentation du travail réalisé

Une plate-forme expérimentale a été développée afin de tester, étudier, ou valider des modèles mathématiques de géographie quantitative. Cette plate-forme se matérialise sous la forme d'un logiciel paramétrable par l'utilisateur. Outre ce logiciel, deux autres applications ont vu le jour afin de générer les partitions en deux ou trois d'une structure géographique donnée.

OVG1 permet de tester les modèles sur une partition définie par un vecteur lu dans un fichier texte.

Part2 génère automatiquement toutes les partitions en deux parties connexes d'une structure géographique donnée.

PrgP3 génère automatiquement toutes les partitions en trois parties connexes d'une structure géographique donnée.

Tous ces programmes font appels à des fichiers de données qui sont constitués comme suit:

#### - Le fichier de Paramètre du programme: F1

- le nombre d'unités territoriales (définissant la dimension de la matrice de flux).
- le nom du fichier définissant la structure géographique étudiée.
- le nom du fichier contenant les distances topologiques inter-unités.
- le nombre de paramètres à estimer.

- la (les) valeur(s) initiale(s) de ce (ces) paramètre(s).
  - la précision de convergence de la fonction d'optimisation.
  - le nombre de pas maximums de convergence de la fonction d'optimisation.
  - le numéro d'identification du type de modèle employé.
  - le numéro d'identification de la fonction de la distance.
  - le numéro d'identification du type d'évaluation de l'erreur du modèle.
- Le fichier de partitions: F2
    - des vecteurs de dimension  $n$  définissant le découpage de la structure géographique.
  - Le fichier des flux statistiques observés: F3
    - $n$  lignes de  $n$  éléments définissant la matrice de flux observés..
  - Le fichier de distance: F4
    - $n$  lignes de  $n$  éléments définissant les distances inter unités géographiques.

Nous allons à présent vous présenter les détails techniques de ce travail.

## B.2 Documentation technique

- **Arborescence des répertoires qui a servi de support au développement de la plate-forme :**

```
/GEO/DONNEES/FRANCE
.   /PROJET/
.       /INCLUDE
.       /SRC
```

L'existence de l'arborescence est nécessaire à la bonne exécution des programmes. Ces derniers l'utilisent pour trouver les fichiers de données d'initialisation ainsi que pour sauvegarder les résultats obtenus.

- **Contenu des répertoires:**
  - **GEO** : Racine de l'arborescence.
  - **DONNEES**  
**FRANCE**
    - :
    - fichiers de paramètres pour les expérimentations (F1).
    - fichiers de définition des partitions (F2).
    - fichiers des flux migratoires observés (F3).

- fichiers des distances topologiques (F4).

- **PROJET :**

**INCLUDE :** fichiers de déclaration des procédures et fonctions utilisées par la plate-forme (cf listing Annexe ??).

**SRC :** fichiers de définition des procédures et fonctions utilisées par la plate-forme (cf listing Annexe ??).

- **Réalisation d'une expérimentation :**

La commande d'exécution du programme est:

OVG1 F1 F2 F3 F4 F5 F6

avec:

- F1: paramètres de l'expérimentation.
- F2: fichier des partitions.
- F3: fichier de flux migratoires observés.
- F4: fichier des distances inter unités géographiques.
- F5: fichier des résultats pour  $\gamma \leq 1$ .
- F6: fichier des résultats pour  $\gamma \geq 1$ .

ex: OVG1 GEO/DONNEES/FRANCE/FichParam.Id.dat GEO/DONNEES/FRANCE/Part2.dat  
GEO/DONNEES/FRANCE/m31.dat GEO/DONNEES/FRANCE/Dist.dat Gamma1.txt  
Gamma2.txt

Pour réaliser une expérimentation faisant appel au programme **Part2** ou **Part3**:

les programmes Part2 et Part3 permettent de générer les partitions en 2 ou 3 de la structure géographique étudiée.

La commande d'exécution d'un des programmes est:

./Part2(3) F1 F2

avec:

- F1: paramètres de l'expérimentation.
- F2: fichier de flux migratoires observés.





## Bibliographie

- [1] Aha, Hopcraft, and Ullman. *THE DESIGN AND ANALYSIS OF COMPUTER ALGORITHMS*. 1974.
- [2] A.S. Fotheringham and M.E. O'Kelly. *SPACIAL INTERACTION MODELS: FORMULATIONS AND APPLICATIONS*. Kluwer Academic Publishers, 1989.
- [3] OTTOGALLI Francois-Gael. Implantation et evaluation d'une plate-forme d'analyse quantitative de flux migratoires en geographie: Application a l'ex-tchecoslovaquie. September 1996.
- [4] R.L. Graham, M. Grotschel, and L. Lovasz. *Handbook of combinatorics*. Noth-Holland, 1995.
- [5] C. Grasland. Limites politiques et barrieres migratoires, l'exemple de l'ex-tchecoslovaquie (1965-1989). May 1994.
- [6] C. Grasland. Interaction spatiale et integration sociale. 1996.
- [7] C. Grasland and N. Cattan. Dynamiques migratoires et recompositions territoriales en techoslovaquie de 1960 a 1992. Technical report, CNRS, 1994.
- [8] C. Grasland and N. Cattan. Spacial interaction and belonging interaction: How to measure barrier effects. September 1995.
- [9] R. Hooke and T.A. Jeeves. "direct search" solution of numerical and statistical problems. *Association for Computing Machinery*, 1961.
- [10] D.E. Knuth. *FUNDAMENTAL ALGORITHMS*. Addison-Wesley Publishing Company, 1973.
- [11] Olsson. *DISTANCE ON HUMAN INTERACTION*. Region Science Research Institute, 1965.
- [12] M. Sakarovitch. *GRAPHE ET PROGRAMMATION LINEAIRE*. Hermann, 1984.



## Table des figures

II.1	Graphe de contiguïté représentant la structure géographique étudiée . . . . .	34
II.2	Arbre d'exécution du deuxième algorithme sur un ensemble $E$ à quatre éléments	36
II.3	Branche de parcours du graphe coupée par l'algorithme . . . . .	37
II.4	Construction de $X_1$ . . . . .	37
II.5	Représentation du déroulement du troisième algorithme . . . . .	37
II.6	Construction de $k$ ( $k > 2$ ) parties connexes . . . . .	38
III.1	"Err" ( $\gamma < 1$ , $M31$ , $D_0$ ) . . . . .	56
III.2	"Err" ( $\gamma > 1$ , $M31$ , $D_0$ ) . . . . .	56
III.3	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $M31$ ( $D_0$ ) . . . . .	57
III.4	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux $M31$ ( $D_0$ ) . . . . .	57
III.5	"Err" ( $\gamma < 1$ , $M32$ , $D_0$ ) . . . . .	58
III.6	"Err" ( $\gamma > 1$ , $M32$ , $D_0$ ) . . . . .	58
III.7	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $M32$ ( $D_0$ ) . . . . .	59
III.8	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux $M32$ ( $D_0$ ) . . . . .	59

III.9 "Err" ( $\gamma < 1$ , $M34$ , $D_0$ ) . . . . .	60
III.10 "Err" ( $\gamma > 1$ , $M34$ , $D_0$ ) . . . . .	60
III.11 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $M34$ ( $D_0$ ) . . . . .	61
III.12 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux $M34$ ( $D_0$ ) . . . . .	61
III.13 "Err" ( $\gamma < 1$ , $MS15$ , $D_0$ ) . . . . .	62
III.14 "Err" ( $\gamma > 1$ , $MS15$ , $D_0$ ) . . . . .	62
III.15 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $MS15$ ( $D_0$ ) . . . . .	63
III.16 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux $MS15$ ( $D_0$ ) . . . . .	63
III.17 "Err" ( $\gamma < 1$ , $MS16$ , $D_0$ ) . . . . .	64
III.18 "Err" ( $\gamma > 1$ , $MS16$ , $D_0$ ) . . . . .	64
III.19 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $MS16$ ( $D_0$ ) . . . . .	65
III.20 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux $MS16$ ( $D_0$ ) . . . . .	65
III.21 "Err" ( $\gamma < 1$ , $MS19$ , $D_0$ ) . . . . .	66
III.22 "Err" ( $\gamma > 1$ , $MS19$ , $D_0$ ) . . . . .	66
III.23 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $MS19$ ( $D_0$ ) . . . . .	67
III.24 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux $MS19$ ( $D_0$ ) . . . . .	67
III.25 "Err" ( $\gamma < 1$ , $VLS$ , $D_0$ ) . . . . .	68
III.26 "Err" ( $\gamma > 1$ , $VLS$ , $D_0$ ) . . . . .	68

III.27	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>VLS</i> ( $D_0$ ) . . . . .	69
III.28	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>VLS</i> ( $D_0$ ) . . . . .	69
III.29	"Err" ( $\gamma < 1$ , <i>VLS22</i> , $D_0$ ) . . . . .	70
III.30	"Err" ( $\gamma > 1$ , <i>VLS2</i> , $D_0$ ) . . . . .	70
III.31	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>VLS2</i> ( $D_0$ ) . . . . .	71
III.32	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>VLS2</i> ( $D_0$ ) . . . . .	71
III.33	"Err" ( $\gamma < 1$ , <i>VLS3</i> , $D_0$ ) . . . . .	72
III.34	"Err" ( $\gamma > 1$ , <i>VLS3</i> , $D_0$ ) . . . . .	72
III.35	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>VLS3</i> ( $D_0$ ) . . . . .	73
III.36	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>VLS3</i> ( $D_0$ ) . . . . .	73
III.37	"Err" ( $\gamma < 1$ , <i>M31</i> , $D_0$ ) . . . . .	74
III.38	"Err" ( $\gamma > 1$ , <i>M31</i> , $D_0$ ) . . . . .	74
III.39	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>M31</i> ( $D_0$ ) . . . . .	75
III.40	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>M31</i> ( $D_0$ ) . . . . .	75
III.41	"Err" ( $\gamma < 1$ , <i>M32</i> , $D_0$ ) . . . . .	76
III.42	"Err" ( $\gamma > 1$ , <i>M32</i> , $D_0$ ) . . . . .	76
III.43	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Pareto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>M32</i> ( $D_0$ ) . . . . .	77
III.44	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Pareto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>M32</i> ( $D_0$ ) . . . . .	77

III.45"Err" ( $\gamma < 1$ , $M34$ , $D_0$ ) . . . . .	78
III.46"Err" ( $\gamma > 1$ , $M34$ , $D_0$ ) . . . . .	78
III.47Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $M34$ ( $D_0$ ) . . . . .	79
III.48Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux $M34$ ( $D_0$ ) . . . . .	79
III.49"Err" ( $\gamma < 1$ , $MS15$ , $D_0$ ) . . . . .	80
III.50"Err" ( $\gamma > 1$ , $MS15$ , $D_0$ ) . . . . .	80
III.51Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $MS15$ ( $D_0$ ) . . . . .	81
III.52Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux $MS15$ ( $D_0$ ) . . . . .	81
III.53"Err" ( $\gamma < 1$ , $MS16$ , $D_0$ ) . . . . .	82
III.54"Err" ( $\gamma > 1$ , $MS16$ , $D_0$ ) . . . . .	82
III.55Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $MS16$ ( $D_0$ ) . . . . .	83
III.56Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux $MS16$ ( $D_0$ ) . . . . .	83
III.57"Err" ( $\gamma < 1$ , $MS19$ , $D_0$ ) . . . . .	84
III.58"Err" ( $\gamma > 1$ , $MS19$ , $D_0$ ) . . . . .	84
III.59Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $MS19$ ( $D_0$ ) . . . . .	85
III.60Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux $MS19$ ( $D_0$ ) . . . . .	85
III.61"Err" ( $\gamma < 1$ , $VLS$ , $D_0$ ) . . . . .	86
III.62"Err" ( $\gamma > 1$ , $VLS$ , $D_0$ ) . . . . .	86

III.63	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>VLS</i> ( $D_0$ ) . . . . .	87
III.64	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>VLS</i> ( $D_0$ ) . . . . .	87
III.65	"Err" ( $\gamma < 1$ , <i>VLS22</i> , $D_0$ ) . . . . .	88
III.66	"Err" ( $\gamma > 1$ , <i>VLS2</i> , $D_0$ ) . . . . .	88
III.67	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>VLS2</i> ( $D_0$ ) . . . . .	89
III.68	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>VLS2</i> ( $D_0$ ) . . . . .	89
III.69	"Err" ( $\gamma < 1$ , <i>VLS32</i> , $D_0$ ) . . . . .	90
III.70	"Err" ( $\gamma > 1$ , <i>VLS3</i> , $D_0$ ) . . . . .	90
III.71	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>VLS3</i> ( $D_0$ ) . . . . .	91
III.72	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>VLS3</i> ( $D_0$ ) . . . . .	91
IV.1	Valeur du paramètre $\alpha$ pour les dix meilleurs découpages de la France, modèle Barrière appliqué à la matrice de flux <i>M31</i> ( $D_0$ ) . . . . .	94
IV.2	Valeur du paramètre $\alpha$ pour les dix meilleurs découpages de la France, modèle Barrière appliqué à la matrice de flux <i>M32</i> ( $D_0$ ) . . . . .	94
IV.3	Valeur du paramètre $\alpha$ pour les dix meilleurs découpages de la France, modèle Paréto + Barrière appliqué à la matrice de flux <i>M34</i> ( $D_0$ ) . . . . .	94
IV.4	Valeur du paramètre $\alpha$ pour les dix meilleurs découpages de la France, modèle Paréto + Barrière appliqué à la matrice de flux <i>MS15</i> ( $D_0$ ) . . . . .	95
IV.5	Valeur du paramètre $\alpha$ pour les dix meilleurs découpages de la France, modèle Paréto + Barrière appliqué à la matrice de flux <i>MS16</i> ( $D_0$ ) . . . . .	95
IV.6	Valeur du paramètre $\alpha$ pour les dix meilleurs découpages de la France, modèle Paréto + Barrière appliqué à la matrice de flux <i>MS19</i> ( $D_0$ ) . . . . .	95

IV.7 Valeur du paramètre $\alpha$ pour les dix meilleurs découpages de la France, modèle Pare'to + Barrière appliqué à la matrice de flux <i>VLS</i> ( $D_0$ ) . . . . .	96
IV.8 Valeur du paramètre $\alpha$ pour les dix meilleurs découpages de la France, modèle Pare'to + Barrière appliqué à la matrice de flux <i>VLS2</i> ( $D_0$ ) . . . . .	96
IV.9 Valeur du paramètre $\alpha$ pour les dix meilleurs découpages de la France, modèle Pare'to + Barrière appliqué à la matrice de flux <i>VLS3</i> ( $D_0$ ) . . . . .	96
IV.10 Valeur du paramètre $\gamma$ pour les dix meilleurs découpages de la France, modèle Barrière appliqué à la matrice de flux <i>M31</i> ( $D_0$ ) . . . . .	98
IV.11 Valeur du paramètre $\gamma$ pour les dix meilleurs découpages de la France, modèle Barrière appliqué à la matrice de flux <i>M32</i> ( $D_0$ ) . . . . .	98
IV.12 Valeur du paramètre $\gamma$ pour les dix meilleurs découpages de la France, modèle Pare'to + Barrière appliqué à la matrice de flux <i>M34</i> ( $D_0$ ) . . . . .	98
IV.13 Valeur du paramètre $\gamma$ pour les dix meilleurs découpages de la France, modèle Pare'to + Barrière appliqué à la matrice de flux <i>MS15</i> ( $D_0$ ) . . . . .	99
IV.14 Valeur du paramètre $\gamma$ pour les dix meilleurs découpages de la France, modèle Pare'to + Barrière appliqué à la matrice de flux <i>MS16</i> ( $D_0$ ) . . . . .	99
IV.15 Valeur du paramètre $\gamma$ pour les dix meilleurs découpages de la France, modèle Pare'to + Barrière appliqué à la matrice de flux <i>MS19</i> ( $D_0$ ) . . . . .	99
IV.16 Valeur du paramètre $\gamma$ pour les dix meilleurs découpages de la France, modèle Pare'to + Barrière appliqué à la matrice de flux <i>VLS</i> ( $D_0$ ) . . . . .	100
IV.17 Valeur du paramètre $\gamma$ pour les dix meilleurs découpages de la France, modèle Pare'to + Barrière appliqué à la matrice de flux <i>VLS2</i> ( $D_0$ ) . . . . .	100
IV.18 Valeur du paramètre $\gamma$ pour les dix meilleurs découpages de la France, modèle Pare'to + Barrière appliqué à la matrice de flux <i>VLS3</i> ( $D_0$ ) . . . . .	100
IV.19 Valeur du paramètre $\alpha$ pour les dix meilleurs découpages de la France, modèle Barrière appliqué à la matrice de flux <i>M31</i> ( $D_0$ ) . . . . .	101
IV.20 Valeur du paramètre $\alpha$ pour les dix meilleurs découpages de la France, modèle Barrière appliqué à la matrice de flux <i>M32</i> ( $D_0$ ) . . . . .	101
IV.21 Valeur du paramètre $\gamma$ pour les dix meilleurs découpages de la France, modèle Pare'to + Barrière appliqué à la matrice de flux <i>M34</i> ( $D_0$ ) . . . . .	101



IV.22	Valeur du paramètre $\gamma$ pour les dix meilleurs découpages de la France, modèle Pare'to + Barrière appliqué à la matrice de flux $MS15 (D_0)$ . . . . .	102
IV.23	Valeur du paramètre $\gamma$ pour les dix meilleurs découpages de la France, modèle Pare'to + Barrière appliqué à la matrice de flux $MS16 (D_0)$ . . . . .	102
IV.24	Valeur du paramètre $\gamma$ pour les dix meilleurs découpages de la France, modèle Pare'to + Barrière appliqué à la matrice de flux $MS19 (D_0)$ . . . . .	102
IV.25	Valeur du paramètre $\gamma$ pour les dix meilleurs découpages de la France, modèle Pare'to + Barrière appliqué à la matrice de flux $VLS (D_0)$ . . . . .	103
IV.26	Valeur du paramètre $\gamma$ pour les dix meilleurs découpages de la France, modèle Pare'to + Barrière appliqué à la matrice de flux $VLS2 (D_0)$ . . . . .	103
IV.27	Valeur du paramètre $\gamma$ pour les dix meilleurs découpages de la France, modèle Pare'to + Barrière appliqué à la matrice de flux $VLS3 (D_0)$ . . . . .	103
V.1	"Err" ( $\gamma < 1, M31, D_0$ ) . . . . .	106
V.2	"Err" ( $\gamma > 1, M31, D_0$ ) . . . . .	106
V.3	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $M31 (D_0)$ . . . . .	107
V.4	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux $M31 (D_0)$ . . . . .	107
V.5	"Err" ( $\gamma < 1, M32, D_0$ ) . . . . .	108
V.6	"Err" ( $\gamma > 1, M32, D_0$ ) . . . . .	108
V.7	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $M32 (D_0)$ . . . . .	109
V.8	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux $M32 (D_0)$ . . . . .	109
V.9	"Err" ( $\gamma < 1, M34, D_0$ ) . . . . .	110
V.10	"Err" ( $\gamma > 1, M34, D_0$ ) . . . . .	110
V.11	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $M34 (D_0)$ . . . . .	111

V.12 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>M34</i> ( $D_0$ ) . . . . .	111
V.13 "Err" ( $\gamma < 1$ , <i>MS15</i> , $D_0$ ) . . . . .	112
V.14 "Err" ( $\gamma > 1$ , <i>MS15</i> , $D_0$ ) . . . . .	112
V.15 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>MS15</i> ( $D_0$ ) . . . . .	113
V.16 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>MS15</i> ( $D_0$ ) . . . . .	113
V.17 "Err" ( $\gamma < 1$ , <i>MS16</i> , $D_0$ ) . . . . .	114
V.18 "Err" ( $\gamma > 1$ , <i>MS16</i> , $D_0$ ) . . . . .	114
V.19 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>MS16</i> ( $D_0$ ) . . . . .	115
V.20 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>MS16</i> ( $D_0$ ) . . . . .	115
V.21 "Err" ( $\gamma < 1$ , <i>MS19</i> , $D_0$ ) . . . . .	116
V.22 "Err" ( $\gamma > 1$ , <i>MS19</i> , $D_0$ ) . . . . .	116
V.23 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>MS19</i> ( $D_0$ ) . . . . .	117
V.24 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>MS19</i> ( $D_0$ ) . . . . .	117
V.25 "Err" ( $\gamma < 1$ , <i>VLS</i> , $D_0$ ) . . . . .	118
V.26 "Err" ( $\gamma > 1$ , <i>VLS</i> , $D_0$ ) . . . . .	118
V.27 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>VLS</i> ( $D_0$ ) . . . . .	119
V.28 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>VLS</i> ( $D_0$ ) . . . . .	119
V.29 "Err" ( $\gamma < 1$ , <i>VLS22</i> , $D_0$ ) . . . . .	120

V.30 "Err" ( $\gamma > 1$ , $VLS2$ , $D_0$ ) . . . . .	120
V.31 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $VLS2$ ( $D_0$ ) . . . . .	121
V.32 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux $VLS2$ ( $D_0$ ) . . . . .	121
V.33 "Err" ( $\gamma < 1$ , $VLS3$ , $D_0$ ) . . . . .	122
V.34 "Err" ( $\gamma > 1$ , $VLS3$ , $D_0$ ) . . . . .	122
V.35 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $VLS3$ ( $D_0$ ) . . . . .	123
V.36 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux $VLS3$ ( $D_0$ ) . . . . .	123
V.37 "Err" ( $\gamma < 1$ , $M31$ , $D_0$ ) . . . . .	124
V.38 "Err" ( $\gamma > 1$ , $M31$ , $D_0$ ) . . . . .	124
V.39 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $M31$ ( $D_0$ ) . . . . .	125
V.40 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux $M31$ ( $D_0$ ) . . . . .	125
V.41 "Err" ( $\gamma < 1$ , $M32$ , $D_0$ ) . . . . .	126
V.42 "Err" ( $\gamma > 1$ , $M32$ , $D_0$ ) . . . . .	126
V.43 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Pareéto + Bar- rière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $M32$ ( $D_0$ ) . . . . .	127
V.44 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux $M32$ ( $D_0$ ) . . . . .	127
V.45 "Err" ( $\gamma < 1$ , $M34$ , $D_0$ ) . . . . .	128
V.46 "Err" ( $\gamma > 1$ , $M34$ , $D_0$ ) . . . . .	128
V.47 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $M34$ ( $D_0$ ) . . . . .	129

V.48 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>M34</i> ( $D_0$ ) . . . . .	129
V.49 "Err" ( $\gamma < 1$ , <i>MS15</i> , $D_0$ ) . . . . .	130
V.50 "Err" ( $\gamma > 1$ , <i>MS15</i> , $D_0$ ) . . . . .	130
V.51 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>MS15</i> ( $D_0$ ) . . . . .	131
V.52 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>MS15</i> ( $D_0$ ) . . . . .	131
V.53 "Err" ( $\gamma < 1$ , <i>MS16</i> , $D_0$ ) . . . . .	132
V.54 "Err" ( $\gamma > 1$ , <i>MS16</i> , $D_0$ ) . . . . .	132
V.55 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>MS16</i> ( $D_0$ ) . . . . .	133
V.56 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>MS16</i> ( $D_0$ ) . . . . .	133
V.57 "Err" ( $\gamma < 1$ , <i>MS19</i> , $D_0$ ) . . . . .	134
V.58 "Err" ( $\gamma > 1$ , <i>MS19</i> , $D_0$ ) . . . . .	134
V.59 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>MS19</i> ( $D_0$ ) . . . . .	135
V.60 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>MS19</i> ( $D_0$ ) . . . . .	135
V.61 "Err" ( $\gamma < 1$ , <i>VLS</i> , $D_0$ ) . . . . .	136
V.62 "Err" ( $\gamma > 1$ , <i>VLS</i> , $D_0$ ) . . . . .	136
V.63 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>VLS</i> ( $D_0$ ) . . . . .	137
V.64 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>VLS</i> ( $D_0$ ) . . . . .	137
V.65 "Err" ( $\gamma < 1$ , <i>VLS22</i> , $D_0$ ) . . . . .	138

V.66 "Err" ( $\gamma > 1$ , $VLS2$ , $D_0$ ) . . . . .	138
V.67 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $VLS2$ ( $D_0$ ) . . . . .	139
V.68 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux $VLS2$ ( $D_0$ ) . . . . .	139
V.69 "Err" ( $\gamma < 1$ , $VLS32$ , $D_0$ ) . . . . .	140
V.70 "Err" ( $\gamma > 1$ , $VLS3$ , $D_0$ ) . . . . .	140
V.71 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $VLS3$ ( $D_0$ ) . . . . .	141
V.72 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux $VLS3$ ( $D_0$ ) . . . . .	141
V.73 "Err" ( $\gamma < 1$ , $M31$ , $D_0$ ) . . . . .	144
V.74 "Err" ( $\gamma > 1$ , $M31$ , $D_0$ ) . . . . .	144
V.75 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $M31$ ( $D_0$ ) . . . . .	145
V.76 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux $M31$ ( $D_0$ ) . . . . .	145
V.77 "Err" ( $\gamma < 1$ , $M32$ , $D_0$ ) . . . . .	146
V.78 "Err" ( $\gamma > 1$ , $M32$ , $D_0$ ) . . . . .	146
V.79 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $M32$ ( $D_0$ ) . . . . .	147
V.80 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux $M32$ ( $D_0$ ) . . . . .	147
V.81 "Err" ( $\gamma < 1$ , $M34$ , $D_0$ ) . . . . .	148
V.82 "Err" ( $\gamma > 1$ , $M34$ , $D_0$ ) . . . . .	148
V.83 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $M34$ ( $D_0$ ) . . . . .	149

V.84 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux $M34 (D_0)$ . . . . .	149
V.85 "Err" ( $\gamma < 1, MS15, D_0$ ) . . . . .	150
V.86 "Err" ( $\gamma > 1, MS15, D_0$ ) . . . . .	150
V.87 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $MS15 (D_0)$ . . . . .	151
V.88 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux $MS15 (D_0)$ . . . . .	151
V.89 "Err" ( $\gamma < 1, MS16, D_0$ ) . . . . .	152
V.90 "Err" ( $\gamma > 1, MS16, D_0$ ) . . . . .	152
V.91 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $MS16 (D_0)$ . . . . .	153
V.92 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux $MS16 (D_0)$ . . . . .	153
V.93 "Err" ( $\gamma < 1, MS19, D_0$ ) . . . . .	154
V.94 "Err" ( $\gamma > 1, MS19, D_0$ ) . . . . .	154
V.95 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $MS19 (D_0)$ . . . . .	155
V.96 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux $MS19 (D_0)$ . . . . .	155
V.97 "Err" ( $\gamma < 1, VLS, D_0$ ) . . . . .	156
V.98 "Err" ( $\gamma > 1, VLS, D_0$ ) . . . . .	156
V.99 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $VLS (D_0)$ . . . . .	157
V.100 Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux $VLS (D_0)$ . . . . .	157
V.101 "Err" ( $\gamma < 1, VLS22, D_0$ ) . . . . .	158

V.102 <sup>2</sup> "Err" ( $\gamma > 1$ , <i>VLS2</i> , $D_0$ ) . . . . .	158
V.103 <sup>3</sup> Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>VLS2</i> ( $D_0$ ) . . . . .	159
V.104 <sup>4</sup> Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>VLS2</i> ( $D_0$ ) . . . . .	159
V.105 <sup>5</sup> "Err" ( $\gamma < 1$ , <i>VLS3</i> , $D_0$ ) . . . . .	160
V.106 <sup>6</sup> "Err" ( $\gamma > 1$ , <i>VLS3</i> , $D_0$ ) . . . . .	160
V.107 <sup>7</sup> Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>VLS3</i> ( $D_0$ ) . . . . .	161
V.108 <sup>8</sup> Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>VLS3</i> ( $D_0$ ) . . . . .	161
V.109 <sup>9</sup> "Err" ( $\gamma < 1$ , <i>M31</i> , $D_0$ ) . . . . .	162
V.110 <sup>10</sup> "Err" ( $\gamma > 1$ , <i>M31</i> , $D_0$ ) . . . . .	162
V.111 <sup>11</sup> Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>M31</i> ( $D_0$ ) . . . . .	163
V.112 <sup>12</sup> Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>M31</i> ( $D_0$ ) . . . . .	163
V.113 <sup>13</sup> "Err" ( $\gamma < 1$ , <i>M32</i> , $D_0$ ) . . . . .	164
V.114 <sup>14</sup> "Err" ( $\gamma > 1$ , <i>M32</i> , $D_0$ ) . . . . .	164
V.115 <sup>15</sup> Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Pareto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>M32</i> ( $D_0$ ) . . . . .	165
V.116 <sup>16</sup> Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>M32</i> ( $D_0$ ) . . . . .	165
V.117 <sup>17</sup> "Err" ( $\gamma < 1$ , <i>M34</i> , $D_0$ ) . . . . .	166
V.118 <sup>18</sup> "Err" ( $\gamma > 1$ , <i>M34</i> , $D_0$ ) . . . . .	166
V.119 <sup>19</sup> Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>M34</i> ( $D_0$ ) . . . . .	167

V.120	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>M34</i> ( $D_0$ ) . . . . .	167
V.121	"Err" ( $\gamma < 1$ , <i>MS15</i> , $D_0$ ) . . . . .	168
V.122	"Err" ( $\gamma > 1$ , <i>MS15</i> , $D_0$ ) . . . . .	168
V.123	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>MS15</i> ( $D_0$ ) . . . . .	169
V.124	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>MS15</i> ( $D_0$ ) . . . . .	169
V.125	"Err" ( $\gamma < 1$ , <i>MS16</i> , $D_0$ ) . . . . .	170
V.126	"Err" ( $\gamma > 1$ , <i>MS16</i> , $D_0$ ) . . . . .	170
V.127	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>MS16</i> ( $D_0$ ) . . . . .	171
V.128	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>MS16</i> ( $D_0$ ) . . . . .	171
V.129	"Err" ( $\gamma < 1$ , <i>MS19</i> , $D_0$ ) . . . . .	172
V.130	"Err" ( $\gamma > 1$ , <i>MS19</i> , $D_0$ ) . . . . .	172
V.131	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>MS19</i> ( $D_0$ ) . . . . .	173
V.132	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>MS19</i> ( $D_0$ ) . . . . .	173
V.133	"Err" ( $\gamma < 1$ , <i>VLS</i> , $D_0$ ) . . . . .	174
V.134	"Err" ( $\gamma > 1$ , <i>VLS</i> , $D_0$ ) . . . . .	174
V.135	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>VLS</i> ( $D_0$ ) . . . . .	175
V.136	Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux <i>VLS</i> ( $D_0$ ) . . . . .	175
V.137	"Err" ( $\gamma < 1$ , <i>VLS22</i> , $D_0$ ) . . . . .	176



V.138"Err" ( $\gamma > 1$ , $VLS2$ , $D_0$ ) . . . . .	176
V.139Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $VLS2$ ( $D_0$ ) . . . . .	177
V.140Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux $VLS2$ ( $D_0$ ) . . . . .	177
V.141"Err" ( $\gamma < 1$ , $VLS32$ , $D_0$ ) . . . . .	178
V.142"Err" ( $\gamma > 1$ , $VLS3$ , $D_0$ ) . . . . .	178
V.143Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma < 1$ ) appliqué à la matrice de flux $VLS3$ ( $D_0$ ) . . . . .	179
V.144Cartes des six meilleurs découpages de la France pour le modèle Paréto + Barrière ( $\gamma > 1$ ) appliqué à la matrice de flux $VLS3$ ( $D_0$ ) . . . . .	179



## Liste des tableaux

II.1	Nombre de partitions construites. . . . .	39
III.1	Temps moyen de calcul pour les modèles BARRIERE et PARETO + BARRIERE sur RS 6000-370 . . . . .	42
IV.1	Exemple de fichier résultats pour le modèle Barrière . . . . .	46
IV.2	Exemple de fichier résultats pour le modèle Paréto + Barrière . . . . .	46
I.1	Matrice de flux $M_{31}$ , $M_{32}$ et $M_{34}$ . . . . .	51
I.2	Matrice de flux $MS_{15}$ , $MS_{16}$ et $MS_{19}$ . . . . .	52
I.3	Matrice de flux $VLS$ , $VLS$ et $VLS3$ . . . . .	52
II.1	Erreurs du modèle Identité . . . . .	53
III.1	Erreurs du modèle Paréto sur les différentes matrices de flux ( $D_0$ ) . . . . .	55
III.2	Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( $M_{31}$ , $D_0$ )	56
III.3	Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( $M_{32}$ , $D_0$ )	58
III.4	Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( $M_{34}$ , $D_0$ )	60
III.5	Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( $MS_{15}$ , $D_0$ )	62
III.6	Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( $MS_{16}$ , $D_0$ )	64

III.7 Ecarts des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( <i>MS19, D<sub>0</sub></i> )	66
III.8 Ecarts des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( <i>VLS, D<sub>0</sub></i> )	68
III.9 Ecarts des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( <i>VLS2, D<sub>0</sub></i> )	70
III.10 Ecarts des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( <i>VLS3, D<sub>0</sub></i> )	72
III.11 Ecarts des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière ( <i>M31, D<sub>0</sub></i> )	74
III.12 Ecarts des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière ( <i>M32, D<sub>0</sub></i> )	76
III.13 Ecarts des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière ( <i>M34, D<sub>0</sub></i> )	78
III.14 Ecarts des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière ( <i>MS15, D<sub>0</sub></i> )	80
III.15 Ecarts des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière ( <i>MS16, D<sub>0</sub></i> )	82
III.16 Ecarts des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière ( <i>MS19, D<sub>0</sub></i> )	84
III.17 Ecarts des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière ( <i>VLS, D<sub>0</sub></i> )	86
III.18 Ecarts des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière ( <i>VLS2, D<sub>0</sub></i> )	88
III.19 Ecarts des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière ( <i>VLS3, D<sub>0</sub></i> )	90
V.1 Ecarts des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( <i>M31, D<sub>0</sub></i> )	106
V.2 Ecarts des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( <i>M32, D<sub>0</sub></i> )	108
V.3 Ecarts des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( <i>M34, D<sub>0</sub></i> )	110
V.4 Ecarts des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( <i>MS15, D<sub>0</sub></i> )	112
V.5 Ecarts des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( <i>MS16, D<sub>0</sub></i> )	114
V.6 Ecarts des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( <i>MS19, D<sub>0</sub></i> )	116
V.7 Ecarts des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( <i>VLS, D<sub>0</sub></i> )	118
V.8 Ecarts des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( <i>VLS2, D<sub>0</sub></i> )	120
V.9 Ecarts des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( <i>VLS3, D<sub>0</sub></i> )	122

V.10 Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière ( $M31, D_0$ )	124
V.11 Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière ( $M32, D_0$ )	126
V.12 Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière ( $M34, D_0$ )	128
V.13 Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière ( $MS15, D_0$ )	130
V.14 Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière ( $MS16, D_0$ )	132
V.15 Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière ( $MS19, D_0$ )	134
V.16 Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière ( $VLS, D_0$ )	136
V.17 Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière ( $VLS2, D_0$ )	138
V.18 Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière ( $VLS3, D_0$ )	140
V.19 Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( $M31, D_0$ )	144
V.20 Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( $M32, D_0$ )	146
V.21 Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( $M34, D_0$ )	148
V.22 Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( $MS15, D_0$ )	150
V.23 Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( $MS16, D_0$ )	152
V.24 Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( $MS19, D_0$ )	154
V.25 Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( $VLS, D_0$ )	156
V.26 Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( $VLS2, D_0$ )	158
V.27 Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle à effet de barrière ( $VLS3, D_0$ )	160
V.28 Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière ( $M31, D_0$ )	162
V.29 Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière ( $M32, D_0$ )	164
V.30 Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière ( $M34, D_0$ )	166
V.31 Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière ( $MS15, D_0$ )	168
V.32 Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière ( $MS16, D_0$ )	170

- V.33 Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière ( $MS19, D_0$ ) 172
- V.34 Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière ( $VLS, D_0$ ) 174
- V.35 Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière ( $VLS2, D_0$ ) 176
- V.36 Ecart des dix meilleures partitions pour le modèle Paréto + Barrière ( $VLS3, D_0$ ) 178

# Index

- DEucl*: distance euclidienne, 24  
*D*<sub>0</sub>, 25  
*D*<sub>50</sub>, 25  
*D*<sub>80</sub>, 25
- algorithme de génération des partitions, 32  
 appartenir, 11
- caractère, 11  
 Chi2 de normalisation (fonction de la distance identité), 28  
 Chi2 moyen, 27
- distance, 11
- Err, 27  
 erreur, 26  
 erreur de référence, 27, 51  
 erreur du modèle normalisé par le Chi2 de l'identité, 28  
 erreur du modèle normalisé par le Chi2 moyen de la matrice de flux observés, 27  
 erreur:  $\chi^2_{F,F^*}$ , 27  
 erreur: carré de l'erreur, 27  
 erreur: valeur absolue, 26  
 erreurs, 50
- flux de déplacement, 11  
 fonction de Paréto ou de puissance, 23  
 fonction gravitaire, 23  
 fonction identité, 23
- Hooke, 28
- interactions spatiales, 19
- modèle à contrainte de destination, 22  
 modèle à contrainte d'origine, 21  
 modèle à contrainte de flux total, 22  
 modèle à double contrainte, 22
- modèle de Wilson, 22  
 modèles, 20  
 modélisation, 11
- territoire, 11
- unité territoriale, 20
- Wilson, 29

1111

1111