

La Matrice Graphique Ordonnable avec Philcarto



©Philippe Waniez 03/2022

Philcarto 2022

Image de la couverture : Résultats de l'élection Présidentielle de 2017 dans les arrondissements de Paris.

Cette carte a été réalisée avec les résultats de l'élection par commune, validés par le Conseil Constitutionnel et téléchargés sur le site de l'Open Data du gouvernement français : <http://data.gouv.fr> . Le fond de carte a été digitalisé par l'auteur avec le logiciel **Phildigit**. Le traitement par matrice graphique ordonnable et la cartographie qui en découle a été réalisé avec le logiciel **Philcarto**. Ces deux logiciels sont téléchargeables gratuitement à l'adresse : <http://philcarto.free.fr>

Il s'agit du traitement par matrice graphique ordonnable des profils des arrondissements de Paris pour les six candidats ayant dépassé 1% des suffrages exprimés au premier tour de l'élection présidentielle de 2017. Cet exemple vient à l'appui des explications données dans le présent document.

Contact : forumphilcarto@free.fr

Table des matières

1. Présentation de la Matrice Graphique Ordonnable	5
2. La Matrice Graphique Ordonnable de Philcarto	7
2.1. Afficher une MGO	7
2.2. Calcul de la hauteur de bâtons de la MGO	10
3. La permutation des lignes et des colonnes d'une MGO	11
3.1. Sélection d'une ligne ou d'un groupe de lignes	12
3.2. Permutation d'une ligne ou d'un groupe de lignes	13
3.3. Agir sur les colonnes	14
3.3. Actions précédentes ou suivantes et contrôle sonore	14
4. Ordonner la matrice la MGO par ACP puis permutations	15
4.1. Pré-ordonner la MGO par ACP	15
4.2. Ordonner la MGO par permutations de lignes	17
4.3. Afficher la carte de la MGO	19
4.4. Enregistrer et rejouer le journal des permutations	20
4.5. Enregistrer les couleurs dans le tableau de données	21
5. Ordonner la MGO par CAH	23
6. Fonctions complémentaires	27
Références	31

La Matrice Graphique Ordonnable avec Philcarto

1. Présentation de la Matrice Graphique Ordonnable

La Matrice Graphique Ordonnable (MGO) est une méthode graphique d'analyse multivariée des données statistiques. Elle a pour but de montrer la structure d'un tableau de données en comparant et en rapprochant les lignes (et respectivement les colonnes) dont les profils se ressemblent. Autrement dit, la MGO, par la permutation des lignes ou des colonnes de la matrice initiale, procède à une réorganisation du tableau de données de manière à exhiber des regroupements « significatifs » de lignes ou de colonnes (fig. 1.1).

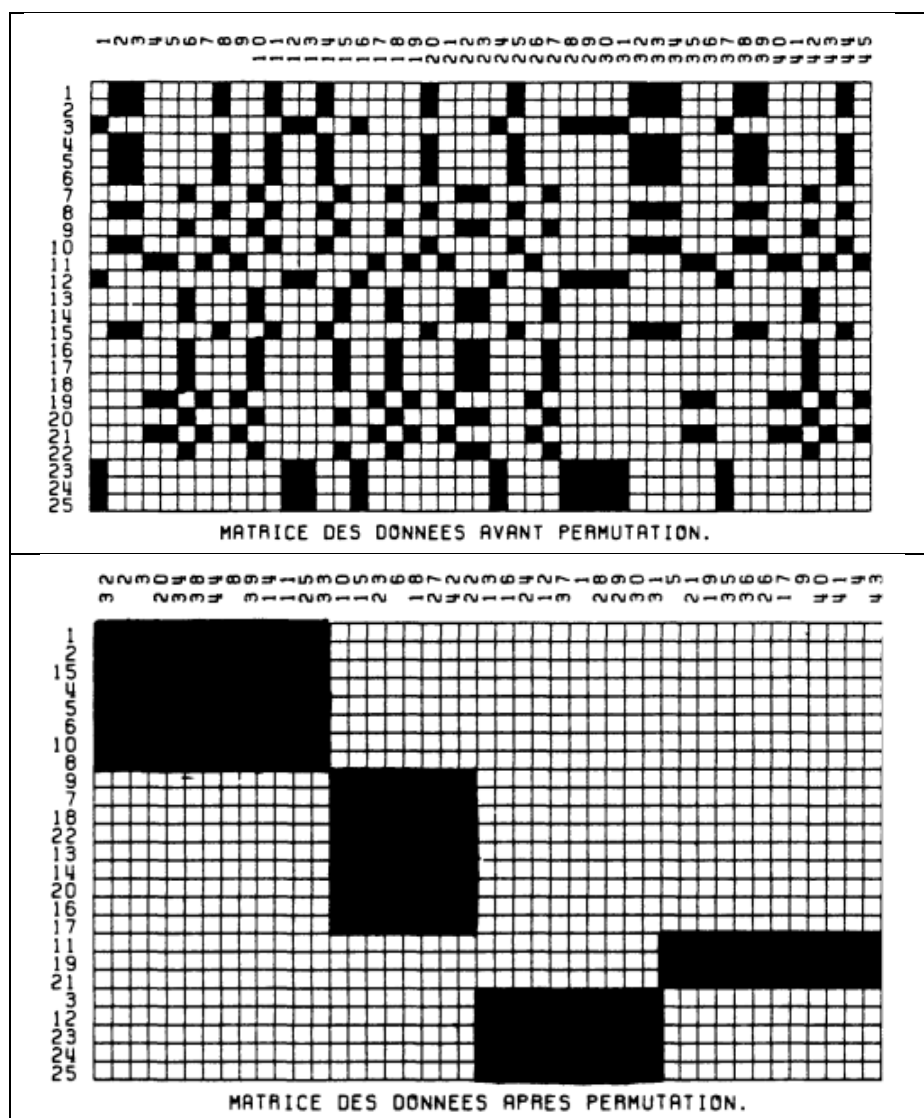


Figure 1.1. MGO avant (en haut) et après mise en ordre (en bas).

Source : http://www.numdam.org/article/RSA_1984__32_4_5_0.pdf

On doit la MGO à Jacques Bertin, directeur d'études à la VIème section de l'École pratique des hautes études (devenue en 1975 l'École des Hautes Etudes en Sciences Sociales) ; d'où le nom donné par certains à la MGO de « Matrice de Bertin ». Elle est en quelque sorte l'aboutissement de la Sémiologie Graphique, ensemble de principes généraux destinés à guider la représentation graphique de données multiformes. Lire à ce sujet : « Chauviré Yvan. L'utilisation des matrices ordonnables par les géographes français (1967-1976). In: Espace géographique, tome 6, n°4, 1977. pp. 261-267. » (https://www.persee.fr/doc/spgeo_0046-2497_1977_num_6_4_1746).

Durant la décennie 1970-1980, la MGO a fait l'objet de controverses scientifiques dans car son développement avait lieu au même moment que celui des méthodes mathématiques d'analyse des données (analyse factorielle et classification automatique (désignées ci-après par le nom « Analyse des Données » ou AD). Pour les tenants de la MGO, l'originalité « réside dans le fait que, à travers toutes les étapes du traitement, le chercheur a la possibilité de réfléchir sur le contenu de son information, qu'il a en permanence sous les yeux, et d'en découvrir lui-même l'organisation en fonction des questions qu'il se pose » (Bonin Serge. Les problèmes rencontrés dans l'utilisation d'une matrice ordonnable. In: *Espace géographique*, tome 6, n°4, 1977. pp. 218-232). Autrement dit, en comparaison avec les méthodes de l'AD, qui sont des « boîtes noires », la MGO présente l'avantage de visualiser le tableau de données à toutes les étapes de sa réorganisation, permettant ainsi l'établissement d'une réelle « intimité » entre le chercheur et ses données.

Pourtant, la MGO ne manque pas défauts. En premier lieu, citons le caractère peu reproductible des résultats qui dépendent largement de ce que le chercheur pense voir dans les données qu'il analyse. L'avantage de l'intimité devient alors un inconvénient puisque chaque « intime » se construit une relation personnelle avec sa matrice dans laquelle on peut apprécier tel caractère plutôt qu'un autre. Sur un autre plan, l'un des avantages supposés de la MGO était de pouvoir mélanger des données de tous types, qualitatives ou quantitatives, continues, nominales, ordinales... On peut s'interroger sur le bien-fondé de tels mélanges et sur les biais qui peuvent en résulter lorsqu'on perçoit des analogies de lignes ou de colonnes. Enfin, face à l'accroissement du volume des données, la MGO s'avère difficile à manipuler sur les grosses matrices. C'était déjà le cas autrefois dans le cadre des recherches menées au sein du Laboratoire de Graphique de l'EHESS Boulevard Saint-Michel à Paris : les matrices y étaient construites avec des cubes en matière plastique reliés entre eux par des tringles métalliques permettant leur permutation. C'est toujours le cas aujourd'hui avec les quelques logiciels spécialisés car l'affichage sur écran ne supprime pas les limitations même s'il les fait reculer : faire défiler une grosse matrice à l'écran pour réordonner la matrice est fastidieux et source d'erreur.

Malgré tout, la MGO est à rapprocher des méthodes mathématiques d'analyse multivariée avec lesquelles elle entretient de nombreuses ressemblances, au moins sur le plan des objectifs visés. A l'occasion d'une réunion annuelle de l'Ecole de Cartographie de Paris, dans les années 1980, j'ai pu échanger avec Jacques Bertin sur ces similitudes. Hélas ! J'ai eu face à moi quelqu'un qui « défendait sa boutique » en refusant toute discussion sur ce sujet ! De fait, le Laboratoire de Graphique n'a pas pris « assez résolument le tournant de l'informatique et il finit par disparaître au cours des années 1990, ses membres étant progressivement rattachés soit au service des éditions de l'EHESS, soit à des centres de l'École (<https://cartogallica.hypotheses.org/2292>). La suite de l'histoire, c'est la quasi-disparition de la MGO des travaux des géographes, qui s'explique en par la rareté des logiciels spécialisés, plus ou moins finalisés. Pourtant, l'histoire n'est pas terminée : de nouvelles opportunités de découvertes s'offrent aux chercheurs. Par exemple, le logiciel « R » propose une méthode de sériation qui s'apparente à la MGO : <https://www.datanovia.com/en/fr/blog/seriation-dans-r-comment-ordonner-de-maniere-optimale-les-objets-dans-une-matrice-de-donnees/>).

2. La Matrice Graphique Ordonnable de Philcarto

La MGO de **Philcarto** a pour objectif la réalisation d'une carte. Dans ce but, les lignes de la MGO, une fois ordonnées sont regroupées en classes, puis cartographiées. Autrement dit, il ne s'agit pas d'une MGO généraliste, pouvant s'adapter à n'importe quel problème de traitement d'un tableau de données, mais d'une adaptation de la méthode à la cartographie thématique pour laquelle l'ordonnancement des lignes du tableau, représentant les unités spatiales du fond de carte, est l'objectif du traitement.

Considérer la MGO comme une alternative à l'Analyse des Données n'est sans doute pas une mauvaise approche. C'est pourquoi dans **Philcarto**, AD et MGO se côtoient dans le même Module **MULTIV**. Elles partagent certaines parties du programme et échangent données et résultats.

2.1. Afficher une MGO

Pour suivre la présentation ci-après, il faut utiliser le fond de carte ParisArrondissements.ai et le classeur Excel Election présidentielle 2017 Paris Ardt.xlsx fournis dans le dossier ParisArrondissements. Dans le fichier .xlsx, la feuille de calcul Pres 2017 1° Tour Paris Ardt, renferme les résultats du 1° tour de l'élection présidentielle de 2017 (élection ayant vu sur le plan national la victoire au second tour de scrutin d'Emmanuel Macron) dans les 20 arrondissements de Paris. Les colonnes de cette feuille de calcul contiennent d'une part le nombre de suffrages et d'autre part le pourcentage des suffrages exprimés obtenus par chacun des candidats (fig. 2.1).

CODE	NOM	PCT Emmanuel MACRON N_R	PCT François FILLON R	PCT Jean-Luc MÉLENCHON HON_R	PCT Benoît HAMON _R	PCT Marine LE PEN_R	PCT Nicolas DUPONT - AIGNAN _R	PCT François ASSELIN EAU_R	PCT Jean LASSAL LE_R	PCT Philippe POUTO U_R	PCT Nathalie ARTHAU D_R	PCT Jacques CHEMIN ADE_R
P75001	PARIS 1	39,5	31,4	13,6	7,3	4,9	1,4	0,6	0,6	0,4	0,2	0,1
P75002	PARIS 2	44,4	23,4	16,0	9,7	3,5	1,1	0,7	0,4	0,4	0,2	0,2
P75003	PARIS 3	45,0	21,6	16,7	10,6	3,3	1,0	0,5	0,4	0,5	0,3	0,1
P75004	PARIS 4	40,9	26,2	15,4	9,1	4,9	1,4	0,6	0,5	0,5	0,2	0,2
P75005	PARIS 5	39,7	26,7	16,0	10,0	4,0	1,5	0,7	0,6	0,5	0,2	0,1
P75006	PARIS 6	39,1	39,3	9,1	6,4	3,2	1,2	0,6	0,6	0,3	0,1	0,1
P75007	PARIS 7	31,6	52,7	5,6	3,8	3,8	1,2	0,4	0,5	0,3	0,1	0,1
P75008	PARIS 8	31,7	50,5	6,7	4,1	4,4	1,2	0,5	0,4	0,3	0,1	0,1
P75009	PARIS 9	42,6	27,0	14,5	9,6	3,3	1,2	0,6	0,5	0,5	0,2	0,1
P75010	PARIS 10	37,7	15,0	25,5	14,2	4,1	1,3	0,7	0,5	0,7	0,3	0,1
P75011	PARIS 11	38,8	16,1	23,8	13,6	4,0	1,4	0,7	0,5	0,7	0,3	0,1
P75012	PARIS 12	35,9	21,2	20,8	11,5	5,8	2,2	0,8	0,6	0,7	0,3	0,2
P75013	PARIS 13	34,7	17,3	24,5	11,9	6,5	2,1	1,1	0,6	0,9	0,4	0,2
P75014	PARIS 14	37,2	22,3	19,3	11,5	5,3	1,9	0,8	0,5	0,7	0,3	0,2
P75015	PARIS 15	36,0	33,8	13,1	7,6	5,3	2,0	0,8	0,6	0,5	0,2	0,1
P75016	PARIS 16	26,6	58,5	5,4	2,9	4,1	1,3	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1
P75017	PARIS 17	34,5	37,7	12,9	6,9	4,6	1,6	0,6	0,5	0,4	0,2	0,1
P75018	PARIS 18	33,8	14,5	28,4	13,3	5,5	1,6	1,0	0,5	0,9	0,3	0,2
P75019	PARIS 19	29,6	16,3	30,7	13,0	5,8	1,7	1,0	0,5	0,9	0,4	0,1
P75020	PARIS 20	30,6	12,8	31,8	13,9	5,9	1,9	1,0	0,5	1,0	0,4	0,2

Figure 2.1. Les résultats de l'élection présidentielle du 1° tour de l'élection présidentielle de 2017 dans les arrondissements de Paris (partie des pourcentages des suffrages exprimés).

Source : Ministère de l'Intérieur ; résultats de l'élection présidentielle 2017.

Dans ce tableau, il existe des candidats secondaires, n'ayant pas obtenu 1% des suffrages exprimés dans la capitale. Pour simplifier l'exposé, seuls les résultats des candidats suivants seront analysés : Emmanuel Macron, François Fillon, Jean-Luc Mélenchon, Benoît Hamon, Marine Le Pen, Nicolas Dupont-Aignan. La matrice à analyser est donc composée de 20 lignes (les arrondissements) et 6 colonnes (les candidats retenus).

Après avoir ouvert les fichiers carte et données statistiques, **Philcarto** affiche sa fenêtre principale. Dans le cadre Outils situé dans la partie droite de la fenêtre, on accède à l'analyse multivariée par un clic sur le bouton **MULTIV**. Le cadre qui s'affiche alors propose différentes méthodes d'analyse (fig. 2.2) :

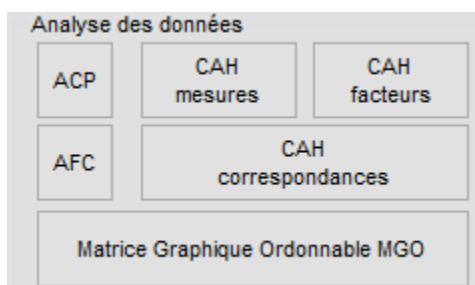


Figure 2.2. Les méthodes d'analyse des données disponibles dans **Philcarto**.

Cliquer alors sur le bouton **Matrice Graphique Ordonnable MGO**, puis sélectionner les 6 candidats listés plus haut (fig. 2.3) :

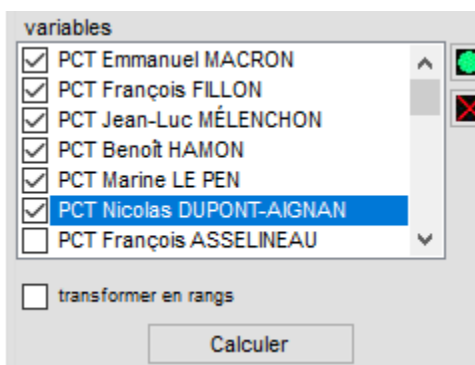


Figure 2.3. La sélection des variables destinées à l'affichage de la MGO.

Enfin, cliquer sur le bouton **Calculer**. La fenêtre MGO initiale s'affiche alors (fig. 2.4).

Dans la partie centrale de cette fenêtre, on trouve la matrice proprement dite. Les bâtons plus ou moins hauts rendent compte des valeurs de chacune des variables dans chaque ligne ; autrement dit, du pourcentage des suffrages exprimés de chaque candidat dans chaque arrondissement. Plus le bâton est haut, plus la valeur est forte. Sur la partie gauche de la matrice, les lignes sont numérotées ; ces numéros sont suivis de l'identifiant et du nom de chaque ligne (de chaque arrondissement). En haut de cette figure se trouvent, inclinés, les noms de variables (des candidats). Quand cela est nécessaire, c'est-à-dire quand la matrice est trop grande pour pouvoir s'afficher dans le cadre qui lui est attribué, la figure est équipée de deux ascenseurs, horizontal et/ou vertical.

Dans la partie gauche de la fenêtre MGO, on trouve une série de boutons destinés à contrôler l'affichage de la MGO ou à lancer différents traitements qui auront pour résultat un affichage différent de la MGO. L'affichage de ces boutons est contextuel : il change en fonction des opérations successivement réalisées, ce qui dans une certaine mesure, guide l'utilisateur dans son travail et lui évite certaines déconvenues.



Figure 2.4. La MGO initiale.

Le cadre **Sélection / Permutation / Coloriage** situé au-dessus de l'affichage de la MGO, contient une série de contrôles destinés à la sélection de lignes ou de colonnes de la MGO ; à la permutation des lignes ou des colonnes sélectionnées ; au coloriage des lignes ou des colonnes sélectionnées. C'est en quelque sorte la boîte à outils pour agir sur les lignes ou les colonnes de la MGO.

Le cadre **Action précédente / Action suivante** situé à droite du cadre précédent permet d'annuler ou de rejouer les actions menées sur la MGO. Tous les états successifs de la matrice sont enregistrés dans la limites de 200 actions. On peut à tout moment revenir en arrière ou en avant pour afficher l'état de la MGO précédent ou suivant ; puis on peut continuer le traitement à partir de l'état affiché (état en cours).

La ligne noire qui sépare les deux cadres situés dans la partie supérieure de la fenêtre est un afficheur d'informations sur les éléments de la matrice : coordonnées (n° de ligne et de colonne), identifiant, nom et valeur de chaque bâton. Il suffit de placer le pointeur de la souris sur un bâton pour voir s'afficher dans cette ligne noire les caractéristiques de ce bâton (fig. 2.5). Par exemple le premier bâton est situé en première ligne (L1) et première colonne (C1). Son identifiant est P75001 ; son nom est PARIS 1 (1° arrondissement de Paris ; Emmanuel Macron y a obtenu 39,453% des suffrages exprimés au 1° tour de l'élection présidentielle de 2017).

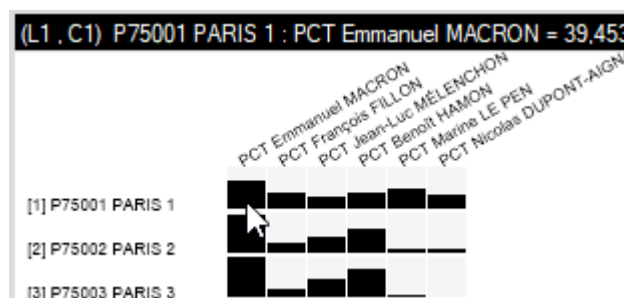


Figure 2.4. L'identification d'un bâton de la MGO.

2.2. Calcul de la hauteur de bâtons de la MGO

Une ligne de bâtons (un bâton par variable) est destinée à visualiser le profil de cette ligne tout en permettant de la comparer aux autres lignes. Le calcul de la hauteur des bâtons vise à atteindre simultanément ces deux objectifs.

Signalons tout d'abord que bien que la matrice affiche des rectangles, il n'y a que la hauteur de ces rectangles qui varie en fonction des valeurs statistiques. Lorsque la valeur d'un rectangle est maximale, elle s'affiche sous la forme d'un carré. Mais dans tous les cas, la largeur des rectangles (ou des carrés) est la même pour toutes la variable et toutes les lignes. Il vaut donc mieux parler de diagramme à bâton (comme en statistique) plutôt que de rectangle ou de carré.

Le carré d'affichage d'un bâton (gris clair) a pour dimensions 20x20 pixels. Sa largeur ne change jamais (sauf en cas de zoom) ; reste à calculer sa hauteur ; soit HauteurBâton cette valeur. Pour chaque variable, on calcule son minimum et son maximum ; soit minv et maxv, ces deux valeurs. Si la valeur statistique d'un bâton est ValeurBâton, on calcule la hauteur d'un bâton de la façon suivante :

$$\text{HauteurBâton} = (20 / (\text{maxv} - \text{minv})) \times (\text{ValeurBâton} - \text{minv})$$

Dans cette équation, maxv-minv correspond tout simplement au calcul de l'étendue de la variable (au sens statistique du terme). ValeurBâton-minv est l'écart entre une valeur sur une variable et le minimum de cette variable.

Un rapide exemple numérique permet de mieux comprendre comment les hauteurs de bâtons sont calculées. Emmanuel Macron a obtenu au minimum 26,6% des suffrage exprimés (cas du 16° arrondissement) ; son maximum est 45,0% (cas du 3° arrondissement) ; dans le 1° arrondissement, son score est 39,5%.

Ainsi, pour le 16° arrondissement, la hauteur du bâton d'Emmanuel Macron est :

$$H16Mac = (20 / 18,4) \times (26,6 - 26,6) = 0 \text{ pixels}$$

Pour le 3° arrondissement, la hauteur du bâton est :

$$H03Mac = (20 / 18,4) \times (45 - 26,6) = 20 \text{ pixels}$$

Et pour le 1° arrondissement, on obtient :






$$H01Mac = (20 / 18,4) \times (39,5 - 26,6) = 14 \text{ pixels}$$

Sans une telle opération, les hauteurs des bâtons de certaines variables seraient systématiquement grandes ou petites pour d'autres... On ne pourrait pas percevoir les différences. Ce genre de « standardisation » a pour effet de rendre les variables comparables puisque les valeurs sont exprimées en valeurs relatives au minimum de chaque variable en

fonction de son étendue. On obtient ainsi des profils de lignes pouvant être comparés de façon visuelle.

3. La permutation des lignes et des colonnes d'une MGO

Dans un traitement multivarié par une MGO, les opérations de base sur les lignes ou les colonnes sont constituées de sélections et de permutations. Celles-ci sont réalisées par des clics avec la souris. Ils doivent être faits directement sur le dessin des cellules de la matrice (et pas sur les identifiants de lignes ou de colonnes). Le tableau ci-après (figure 3.1) liste les différentes actions possibles en sélection et permutation. Entre l'action sur les lignes et celle sur les colonnes, la différence réside dans le bouton de la souris à utiliser : bouton gauche pour les lignes ; bouton droit pour les colonnes.

Objectif	Touche clavier / bouton souris	Action sur la matrice	Résultat après action
Sélection d'une ligne de bâtons		Cliquer sur l'un des bâtons de la ligne à sélectionner.	La ligne de bâtons est sélectionnée. Le gris clair du fond des bâtons formant la ligne sélectionnée devient gris moyen.
Sélection d'un groupe de lignes de bâtons		Une ligne étant déjà sélectionnée, cliquer sur l'un des bâtons d'une autre ligne.	Le groupe de lignes comprises entre le 1° clic (inclus) et le 2° clic (inclus) est sélectionné. Le gris clair du fond des bâtons du groupe devient gris moyen.
Transfert d'une ligne ou d'un groupe de lignes devant une ligne		Une ligne ou un groupe de lignes étant déjà sélectionné, cliquer sur l'un des bâtons d'une autre ligne ne faisant pas déjà partie de la sélection.	La ligne de bâtons est sélectionnée. Le gris clair du fond des bâtons formant la ligne sélectionnée devient gris foncé. Une fois la sélection opérée, cliquer sur le bouton Permuter . La ligne ou le groupe de lignes est transféré devant la ligne désignée. Le fond de toutes les bâtons devient gris clair : il n'y a plus de sélection en cours.
Sélection d'une colonne de bâtons		Cliquer sur l'un des bâtons de la colonne à sélectionner.	La colonne de bâtons est sélectionnée. Le gris clair du fond des bâtons formant la colonne sélectionnée devient gris moyen.
Sélection d'un groupe de colonnes de bâtons		Une colonne étant déjà sélectionnée, cliquer sur l'un des	Le groupe de colonnes comprises entre le 1° clic (inclus) et le 2° clic (inclus) est sélectionné. Le gris clair


		bâtons d'une autre colonne	du fond des bâtons du groupe devient gris moyen.
Transfert d'une colonne ou d'un groupe de colonnes devant une colonne		Une colonne ou un groupe de colonnes étant déjà sélectionné, cliquer sur l'une des bâtons d'une autre colonne ne faisant pas déjà partie de la sélection.	La colonne de bâtons est sélectionnée. Le gris clair du fond des bâtons formant la colonne sélectionnée devient gris foncé. Une fois la sélection opérée, cliquer sur le bouton Permuter . Le fond de toutes les bâtons devient gris clair : il n'y a plus de sélection en cours.

Figure 3.1. La liste les différentes actions possibles en sélection et en permutation.

3.1. Sélection d'une ligne ou d'un groupe de lignes

Pour sélectionner une ligne de la MGO, il suffit d'un seul clic avec le bouton gauche de la souris sur l'un des bâtons de la souris (fig. 3.2). Le fond de la ligne se distingue alors de celui des autres lignes par un gris plus foncé.

Dans le cadre Sélection / Permutation / Coloriage s'affiche l'information suivante :

Sélection / Permutation / Coloriage
Première ligne sélectionnée : [2] P75002 PARIS 2

On peut désélectionner la ligne précédemment sélectionnée soit en cliquant sur le fond du tracé de la matrice, en dehors des bâtons, sur le côté droit par exemple (fig. 3.3), soit par un clic sur le bouton **Annuler** du cadre Sélection / Permutation / Coloriage.

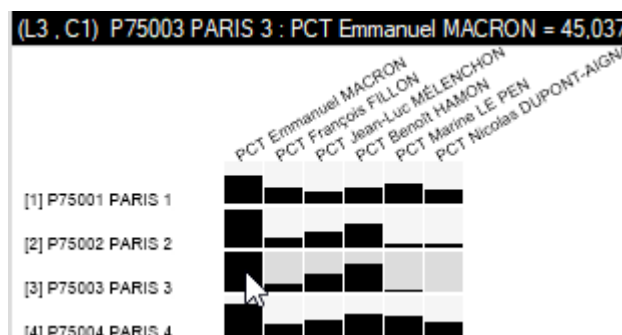


Figure 3.2. La sélection d'une ligne avec le bouton gauche de la souris.

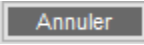


Figure 3.3. La désélection d'une ligne avec le bouton gauche de la souris.

Pour sélectionner un groupe de lignes de la MGO, il faut procéder en deux temps : tout d'abord sélectionner la première ligne du groupe (ou la dernière ligne) comme précédemment ; puis, en maintenant la touche majuscule (Maj ou Shift) appuyée, cliquer également avec le bouton gauche de la souris sur la dernière ligne du groupe (ou de la première si on a d'abord choisi la dernière). Le fond des lignes sélectionnées se distingue alors de celui des autres lignes par un gris plus foncé (fig. 3.4).

Dans le cadre Sélection / Permutation / Coloriage s'affiche l'information suivante :

Sélection / Permutation / Coloriage
 Première ligne sélectionnée : [2] P75002 PARIS 2
 Dernière ligne sélectionnée : [3] P75003 PARIS 3

On peut désélectionner le groupe de lignes précédemment sélectionné soit en cliquant sur le fond du tracé de la matrice, en dehors des bâtons, sur le côté droit par exemple, soit par un clic sur le bouton  du cadre Sélection / Permutation / Coloriage.

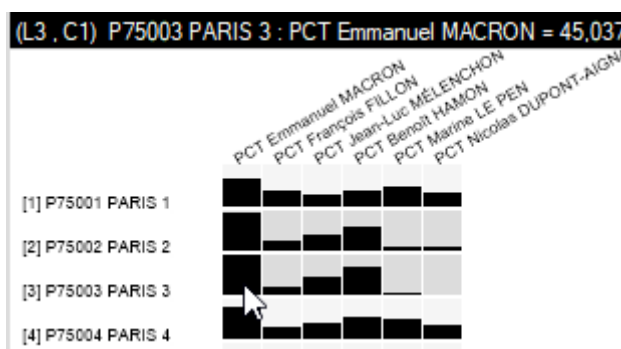


Figure 3.4. La sélection du groupe de lignes formé des lignes [2] et [3] ;
 ici la dernière ligne cliquée est celle de la fin du groupe.

3.2. Permutation d'une ligne ou d'un groupe de lignes

Pour permuter avec les autres lignes, la ou les lignes devant être déplacées doivent être préalablement sélectionnées comme indiqué précédemment. Un troisième clic (simple, sans touche majuscule) avec le bouton gauche de la souris désigne la ligne devant laquelle la ligne sélectionnée ou le groupe de lignes sélectionné doit être placé. Le fond de cette ligne est alors plus foncé que celui de la ou des lignes sélectionnées (fig. 3.5).

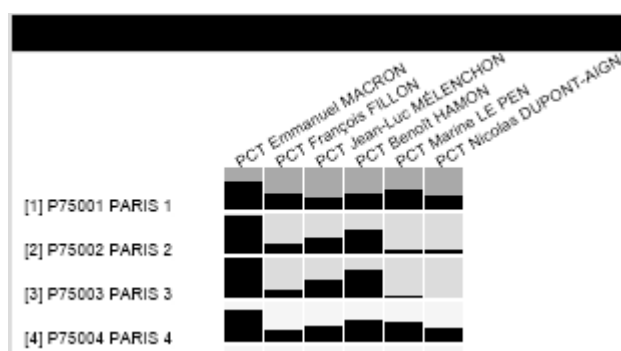


Figure 3.5. Le groupe de lignes formé des lignes [2] et [3] doit être déplacé devant la ligne [1].

Dans le cadre Sélection / Permutation / Coloriage s'affiche l'information suivante :

Sélection / Permutation / Coloriage
 Première ligne sélectionnée : [2] P75002 PARIS 2
 Dernière ligne sélectionnée : [3] P75003 PARIS 3
 A placer devant la ligne : [1] P75001 PARIS 1

Lorsque ces sélections sont en place (ligne ou groupe de lignes sélectionnées à déplacer sur fond gris moyen ; ligne (sur fond gris foncé) devant laquelle déplacer la ligne ou le groupe de lignes sélectionnées), un simple clic sur le bouton **Permuter** du cadre Sélection / Permutation / Coloriage réalise la permutation. On peut aussi cliquer à nouveau sur la ligne au-dessus de laquelle la sélection va se déplacer

Le programme affiche alors la matrice permutée (fig. 3.6).

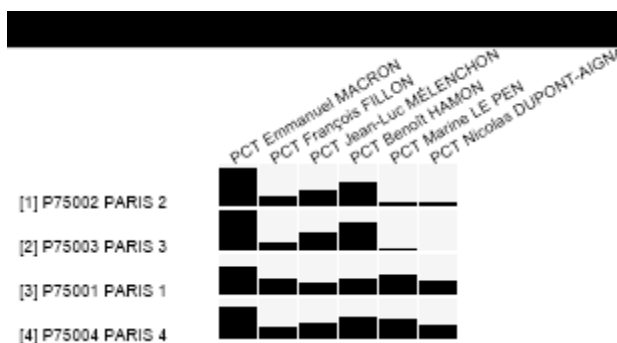


Figure 3.6. Le groupe de lignes formé des lignes [2] et [3] a été déplacé devant la ligne [1]. L'ancienne ligne [2] devient [1] ; l'ancienne ligne [3] devient [2] et l'ancienne ligne [3] devient [1].

Une petite difficulté survient lorsqu'on veut faire permuter une ligne ou un groupe de ligne avec la dernière ligne car on peut effectuer une permutation que devant la dernière ligne. Dans ce cas, il faut procéder en deux temps : d'abord effectuer la permutation devant la dernière ligne, puis déplacer la dernière ligne devant la ligne ou le groupe de lignes venant d'être déplacé.

3.3. Agir sur les colonnes

Les actions de sélection et de permutation sur les colonnes sont semblables à celles sur les lignes. Il y a deux différences cependant : le bouton droit de la souris doit être utilisé pour les clics de sélection. En second lieu la ou les colonnes sélectionnées ne se déplacent pas « au-dessus de la ligne », mais « à gauche de la colonne ».

3.4. Actions précédentes ou suivantes et contrôle sonore

A l'issue de ces opérations, le cadre Action précédente / Action suivante indique qu'une action a été réalisée (fig. 3.7).

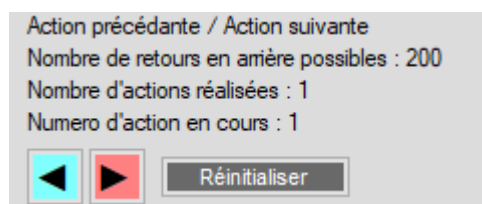




Figure 3.7. Le cadre Action précédente / Action suivante a été mis à jour.

Les boutons   permettent d'afficher la matrice précédente ou la matrice suivante et ainsi de revenir à une matrice dans un état choisi par l'utilisateur.

Notons enfin qu'un contrôle sonore est audible lorsque la boîte à cocher ☒ Son est cochée. Ce contrôle sonore est pratique, au moins en cours d'apprentissage car il confirme les clics de souris.

4. Ordonner la matrice la MGO par ACP puis permutations.

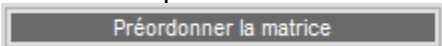
Permuter lignes et colonnes vise à ordonner la MGO de façon exprimer sa structuration en termes de ressemblances et d'oppositions de lignes et de colonnes représentées par leurs profils. C'est par un très long travail d'observation et d'analyse visuelle de la matrice que des résultats intéressants ont été obtenus par les pionniers de cette méthode. La typologie des départements roumains proposée par V. Rey au début des années 1970 est l'un des exemples les mieux aboutis. Lire à ce sujet : « Rey Violette. Les structures de l'espace roumain. Typologie par matrice graphique ordonnable. In: *Espace géographique*, tome 2, n°1, 1973. pp. 37-49 ».

Le temps nécessaire pour traiter une MGO et pour aboutir à un résultat exploitable et convaincant a sans doute été l'une des raisons de l'obsolescence de cette méthode dans les années 1990 face à la rapidité des méthodes mathématiques d'analyse des données.

Pour accélérer l'obtention de résultats utilisables, on propose ici deux méthodes de pré-ordonnement de la matrice, l'une basée sur l'Analyse en Composantes Principales (ACP), l'autre sur la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH). La MGO devient alors une représentation des résultats de ces méthodes mathématiques. Il n'est pas indispensable de maîtriser la CAH ou l'ACP pour produire ces pré-ordonnements (mais bien sûr, c'est mieux de connaître ces techniques).

4.1. Pré-ordonner la MGO par ACP.

Lorsque la MGO initiale est affichée, un clic en haut à gauche de la fenêtre sur le bouton



Préordonner la matrice

provoque un nouvel affichage de la MGO (fig. 4.1). Les lignes sont maintenant ordonnées différemment ainsi que les colonnes. Ce nouvel ordre résulte des résultats de l'ACP, des coordonnées des observations pour les lignes de la matrice, des coordonnées des variables pour les colonnes. Toutes les composantes de l'ACP sont prises en compte. On fait appel à la distance euclidienne usuelle pour ordonner lignes et colonnes selon un algorithme qui classe progressivement les éléments de la MGO en fonction des distances entre lignes d'une part, entre colonnes d'autre part.

La matrice pré-ordonnée (à droite) s'avère plus lisible que la matrice initiale (à gauche) dans la mesure où elle rapproche de façon systématique les lignes ayant des profils proches. On identifie facilement :

- A. sur les lignes [1] et [2], on trouve les 11° et 10° arrondissements. Ici, Hamon, Mélenchon et Macron, dans cet ordre, obtiennent des scores intéressants dans une gauche mêlée de centrisme-macroniste sensible au slogan « rassembler ceux de droite et de gauche » ayant séduit les électeurs du centre-gauche.
- B. avec les lignes [14], [15] et [16], dans les 9°, 2° et 3° arrondissements., le rapport entre les trois candidats précédents sont inversés : c'est d'abord Macron, puis Hamon, puis Mélenchon. ; c'est un profil plus au centre même si la composante de gauche est toujours présente.
- C. les lignes [3], [4] et [5] s'inscrivent dans la même tendance que précédemment, avec un avantage à Macron, mais une plus grande dispersion de la faveur des électeurs. Il s'agit des 4°, 5° et 1^{er} arrondissements.
- D. sur les lignes [18], [19] et [20], on observe des arrondissements très ancrés à droite. Ce sont les 7°, 8° et 16° arrondissements où le vote Fillon apparaît très marqué.
- E. on pourrait rattacher le 6° arrondissement situé sur la ligne [17] soit au groupe Fillon décrit en D, soit au groupe Macron décrit en C. Ici, fillonisme et macronisme sont au coude-à-coude.
- F. à l'opposé du groupe D, les lignes [9] à [13] composées des arrondissements périphériques de l'Est de la capitale (14°, 12°, 19°, 13°, 20° et 18° arrondissements)

donnent à Fillon ses plus mauvais résultats dans la capitale ; c'est aussi le cas, mais dans un moindre mesure, de Macron. Plus encore, tous les autres candidats, de gauche ou d'extrême droite font leurs meilleurs résultats. C'est une originalité de voir l'extrême droite populiste et la gauche populaire bien implantés dans les mêmes arrondissements.

G. la ligne [7] est celle du 15^e arrondissement caractérisée par une grande dispersion tout en marginalisant Fillon.

H. Reste le 17^e arrondissement en ligne [6] où la dispersion est également marquée, mais cette fois-ci à l'avantage de Fillon.

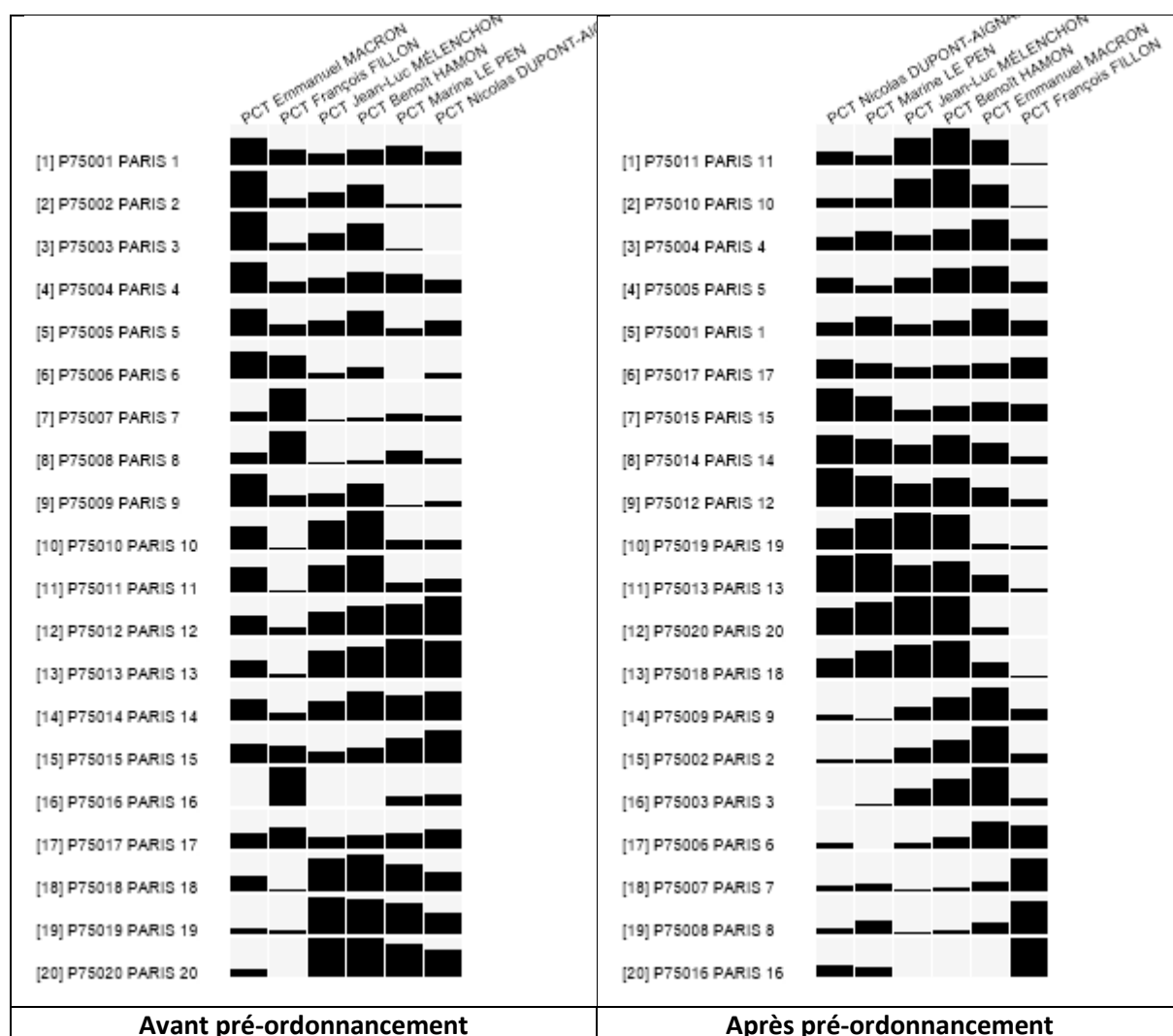


Figure 4.1. La MGO avant et après pré-ordonnement.

Ces observations détaillées assurent au chercheur une meilleure familiarité avec ses données. En prenant en compte ces rapprochements, on peut tenter une remise en ordre de la matrice pré-ordonnée. Il s'agit de déplacer les ensembles ainsi repérés de façon à les présenter selon une séquence logique.

4.2. Ordonner la MGO par permutations de lignes.

Une fois la matrice pré-ordonnée, on affecte une couleur qui permet de discrétiser le continuum observé en un nombre raisonnable de classes. Voici l'interprétation proposée :

Classe n°1 (marron) : Macron et Fillon se trouvent dans une position médiocre. La gauche (Mélenchon et Hamon) y est mieux placée mais est concurrencée par l'extrême droite (Dupont-Aignan et Le Pen). Arrondissements 12, 13, 14 et 15.

Classe n°2 (violet) : Macron et Fillon réalisent ici leurs plus mauvais scores. La gauche est bien placée. L'extrême droite n'est pas absente. Arrondissements 18, 19, 20.

Classe n°3 (rose) : La gauche est dans une position confortable, mais Macron n'est pas absent alors que Fillon et l'extrême droite sont faibles. Arrondissements 10 et 11.

Classe n°4 (cyan) : Macron est dans son domaine de confort. La gauche n'est pas inexistante. Fillon et l'extrême droite sont relativement faibles. Arrondissements 2, 3 et 9.

Classe n°5 (bleu ciel) : Macron est toujours présent mais pas de façon dominante car les autres candidats sont présents ; autrement dit forte dispersion plutôt favorable à Macron. Arrondissements 1, 4, 5 et 6.

Classe n°6 (bleu foncé) : leadership incontesté de Fillon ; les autres candidats font ici leurs plus mauvais scores. Arrondissements 7, 8 et 16.

Classe n°7 (parme) : arrondissement inclassable dans les autres classes. Le profil est plat, aucun candidat ne sort du lot. Arrondissements 17.

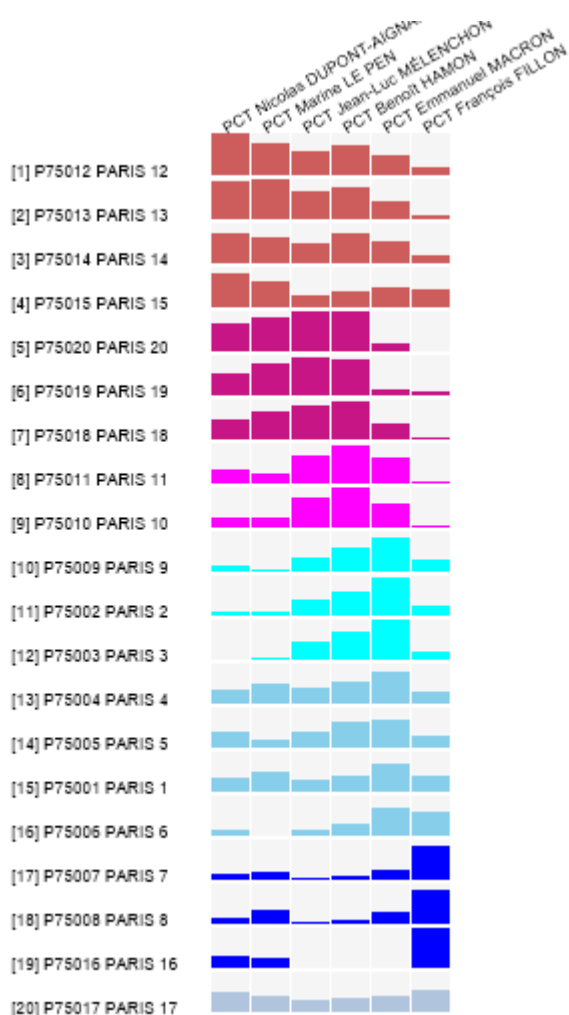


Figure 4.2. La MGO ordonnée et colorée selon les classes d'arrondissements identifiées.

On observe sur cette matrice que l'arrangement des cases suit une diagonale. Ce n'est pas une règle absolue et elle est par ailleurs loin d'être systématiquement et parfaitement réalisée. Mais elle indique qu'on est sur la bonne voie !

Aboutir à un tel résultat final n'est pas immédiat, beaucoup s'en faut. Il faut tout d'abord déplacer les blocs de lignes comme expliqué au chapitre 3. Puis, le bloc de lignes étant sélectionné, il faut lui appliquer une couleur. Voici comment opérer :

- sélectionner tout d'abord le bloc de lignes, ici les arrondissements 18, 19 et 20. (fig. 4.3) ;

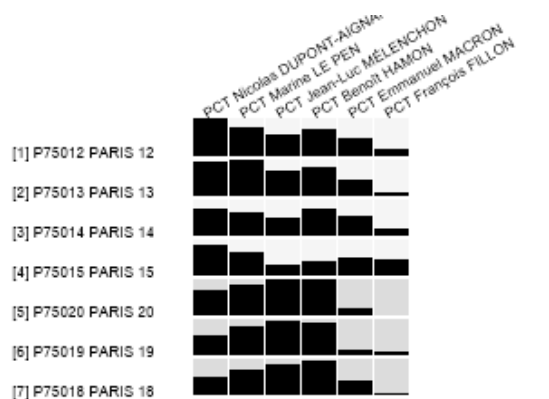


Figure 4.3. Sélection des lignes à colorier.

- quand le bloc est sélectionné, cliquer sur le bouton **Colorier lignes sélectionnées** du cadre Sélection / Permutation / Coloriage pour faire apparaître le dialogue de choix des couleurs (fig. 4.4). Noter la présence de la barre d'avancement verticale qui permet de choisir une parmi 140 couleurs ;

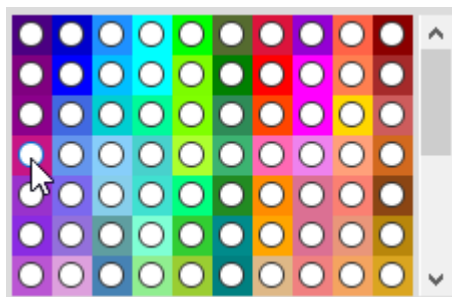


Figure 4.4. Le dialogue de choix des couleurs.

- cliquer sur la couleur choisie pour colorier la sélection (fig. 4.5). Les lignes coloriées

sont alors désélectionnées ; le bouton **Colorier lignes sélectionnées** disparaît ainsi que le dialogue de choix des couleurs. Le programme est prêt pour une nouvelle sélection ou une autre action...

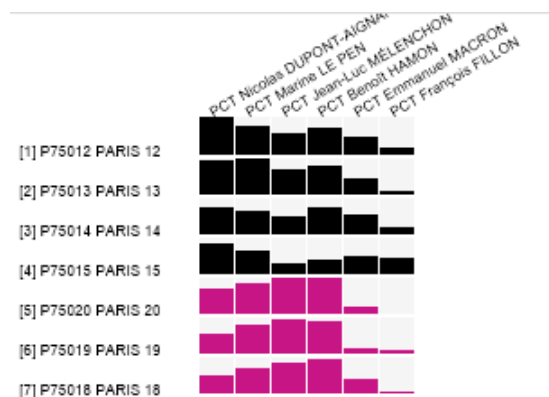


Figure 4.5. La sélection est coloriée.

4.3. Afficher la carte de la MGO.

A tout moment, un clic sur le bouton **Carte choroplèthe** permet d'afficher la carte correspondant aux couleurs affectées aux lignes de la MGO (fig. 4.6).

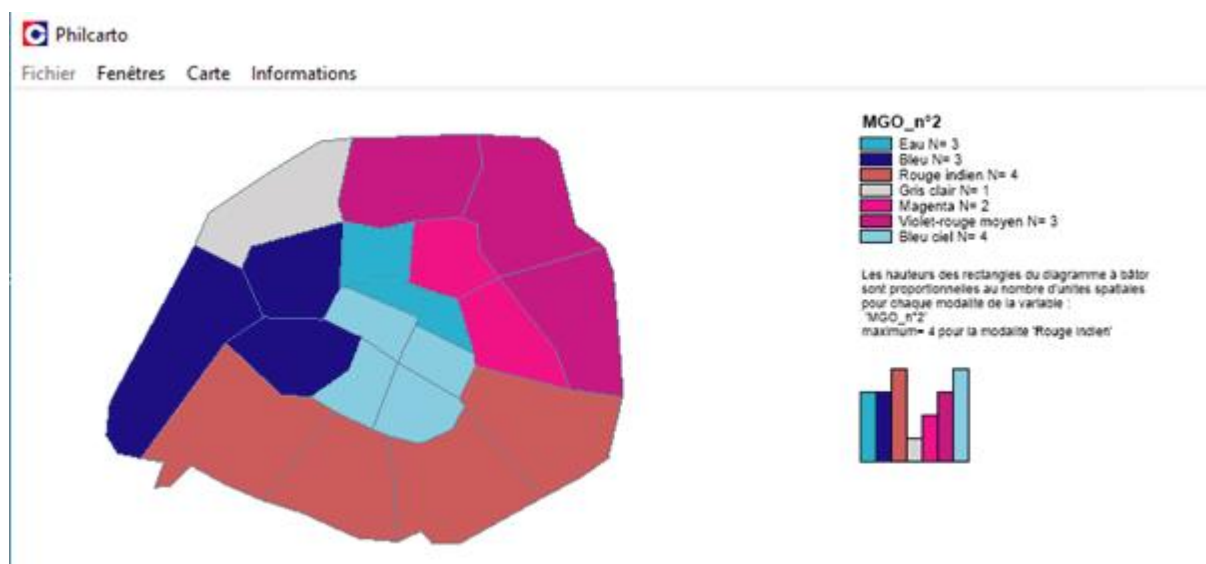


Figure 4.6. La carte obtenue après mise en ordre de la MGO et coloration des lignes.

L'intérêt d'afficher cette carte à tout moment de la mise en ordre de la matrice est de procéder au contrôle de chaque rapprochement statistique des lignes tout en vérifiant le bien-fondé géographique de chaque rapprochement.

Quand la carte est affichée dans l'écran, on retourne à la MGO en activant l'article correspondant du menu Fenêtres (fig. 4.7).

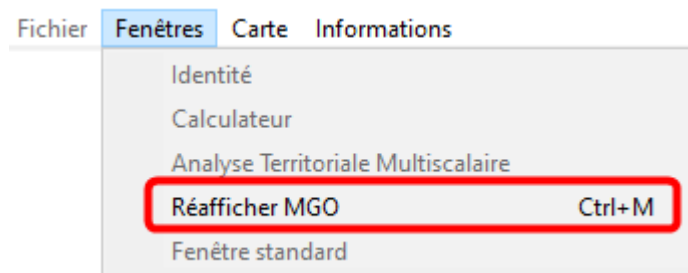
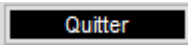
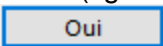


Figure 4.7. L'article du menu Fenêtres pour réafficher la MGO quand la carte est affichée dans l'écran.

On peut ainsi facilement basculer d'un affichage à l'autre et contrôler pas à pas l'analyse en cours. Le choix a été fait de ne pas superposer les fenêtres mais de basculer simplement de la fenêtre MGO à la fenêtre carte, et inversement.

4.4. Enregistrer et rejouer le journal des permutations.

Il a fallu pas moins de 24 actions successives sur la matrice pour aboutir au résultat précédent. Cela prend bien entendu beaucoup de temps. Parfois même, il faut interrompre la mise en ordre pour la reprendre plus tard. Cela rend indispensable l'enregistrement des actions successives afin de pouvoir réafficher la matrice plus tard dans une autre session. **Philcarto** est équipé d'un système original qui permet de sauvegarder le journal des actions dans un fichier puis, ultérieurement de rejouer ce journal pour aboutir à une des situations antérieures.

Quand on quitte la MGO par le bouton , un dialogue demande si l'on souhaite enregistrer le journal (fig. 4.8). Ce journal est un fichier texte, dont le type est .log. En cliquant sur le bouton  de ce dialogue, le fichier **Journal MGO.log** est enregistré dans le dossier **Philcarto** alias du dossier système **Documents**.

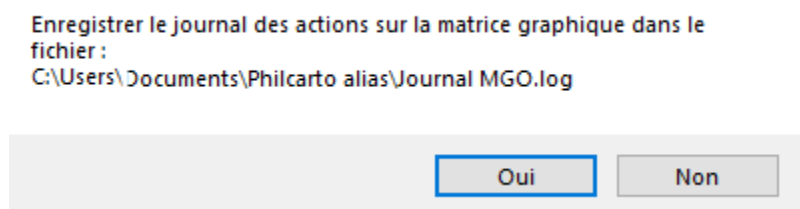


Figure 4.8. Le dialogue demandant l'enregistrement du journal.

Voici un court extrait du journal ouvert avec le Bloc-notes de Windows (fig. 4.9) : La première ligne indique qu'il s'agit d'un journal de MGO ainsi que la date du journal. Puis suivent les instructions enregistrées par le journal :

- Data** suivi du nom du fichier de données statistiques indique quel fichier a été traité ;
- ColsMGO** : liste les noms de colonnes de la MGO
- LigsMGO** : liste les identifiants des lignes de la MGO
- PreOrdonner** : indique que la MGO a été préordonnée
- PermLig** : action de permutation ; n° première ligne, n° dernière ligne, n° de ligne avant laquelle la permutation doit arriver.
- ColorSelect** (non visible sur la figure) : action de coloriage ; n° première ligne du bloc à colorier, n° dernière ligne du bloc à colorier, n° de couleur dans la table des couleurs.



Figure 4.9. Un extrait des premières lignes du journal.

Grâce au fichier journal, il est possible de rejouer l'ensemble des opérations effectuées sur la matrice, deux jours, une semaine, trois mois plus tard. Il suffit pour cela d'ouvrir le fichier Fond de carte et données statistiques avec **Philcarto**, puis d'afficher la matrice dans sa situation initiale comme expliqué au chapitre 2. Quand la MGO initiale est visible sur l'écran, cliquer sur le bouton **Rejouer journal** situé à gauche de la matrice.... Pas à pas, action par action, la MGO s'anime... L'animation cesse quand la dernière action a été effectuée. L'utilisateur peut ainsi continuer son analyse et ses actions sur la matrice transformée.

4.5. Enregistrer les couleurs dans le tableau de données.

Quand on quitte la MGO par le bouton **Quitter**, en enregistrant ou pas le journal, **Philcarto** enregistre une variable nominale dénommée MGO n°X, X étant un numéro d'ordre qui s'accroît au fur-et-à-mesure des enregistrements successifs. Par exemple, la nouvelle variable MGO n°1 (fig. 4.10) renferme les noms des couleurs du premier enregistrement de la MGO suivant la fin du travail sur la matrice. Ces noms de couleurs proviennent de la palette de Windows et n'ont donc pas de signification géographique ; elles apparaissent aussi dans les légendes des cartes impliquant une variable MGO n°X. L'utilisateur a la possibilité de modifier la légende sous la forme de libellés géographiques en recourant à un programme d'édition graphique, Inkscape ou Adobe Illustrator.

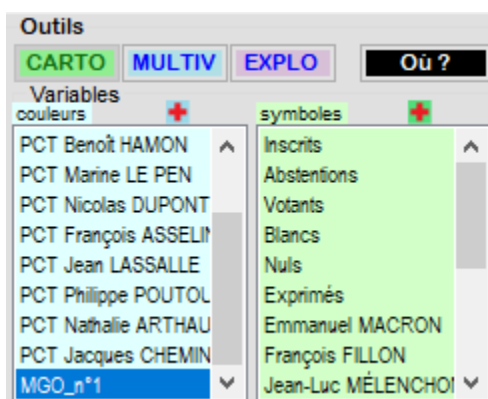


Figure 4.10. Un extrait des premières lignes du journal.

L'intérêt premier des variables ainsi enregistrées est naturellement de les réutiliser pour tracer un autre type de carte ; par exemple une carte en cercles proportionnels colorés où la surface de chaque cercle est proportionnelle au nombre de suffrages exprimés dans le département où il se trouve (fig. 4.11). On pondère ainsi l'information exhibée par les couleurs de la MGO.

Une autre possibilité intéressante consiste à examiner les regroupements des points représentant les arrondissements sur le premier Plan factoriel de l'ACP et à colorier ces points par les couleurs de la MGO (fig. 4.12). On peut ainsi apprécier l'homogénéité des classes de la MGO au regard des composantes calculées par l'ACP, ici les composantes 1 et 2 qui totalisent près de 90% de l'inertie totale.

Dans le quadrant supérieur droit on trouve trois points bleu foncé correspondant aux 7°, 8° et 16° arrondissements. Leur proximité valide ce groupe. C'est aussi le cas des 3 points de couleur eau (cyan) que sont les 3°, 4° et 9° arrondissements situés dans le quadrant inférieur droit. C'est également le cas des deux points magenta que sont les 10° et 11 placés dans le quadrant inférieur gauche.

Pour les autres couleurs, la discussion est ouverte. Parmi les 4 points bleu-ciel, seuls trois d'entre eux sont groupés au centre du graphique. Le quatrième est situé sur la droite ; il s'agit du 6° arrondissement dont on a vu qu'il était écartelé entre macronisme et fillonisme. On peut soit le laisser dans ce groupe, soit en faire un isolat. Enfin, les classes Rouge-indien et

Violet-rouge moyen pourraient être rassemblées pour ne faire qu'une, à la condition, cependant, d'affecter au 15^e arrondissement la même couleur que celle du 17^e (gris clair).

A l'issue de ces observations, l'analyste choisira entre l'une de ces solutions ; il le fera en connaissance de cause, après avoir regardé ses données de près, et non machinalement sur la foi d'un traitement qui ne prend pas en considération la géographie des unités spatiales. Cette absence de solution unique peut apparaître gênante aux yeux de certains, mais elle contribue à l'intelligence de la méthode.

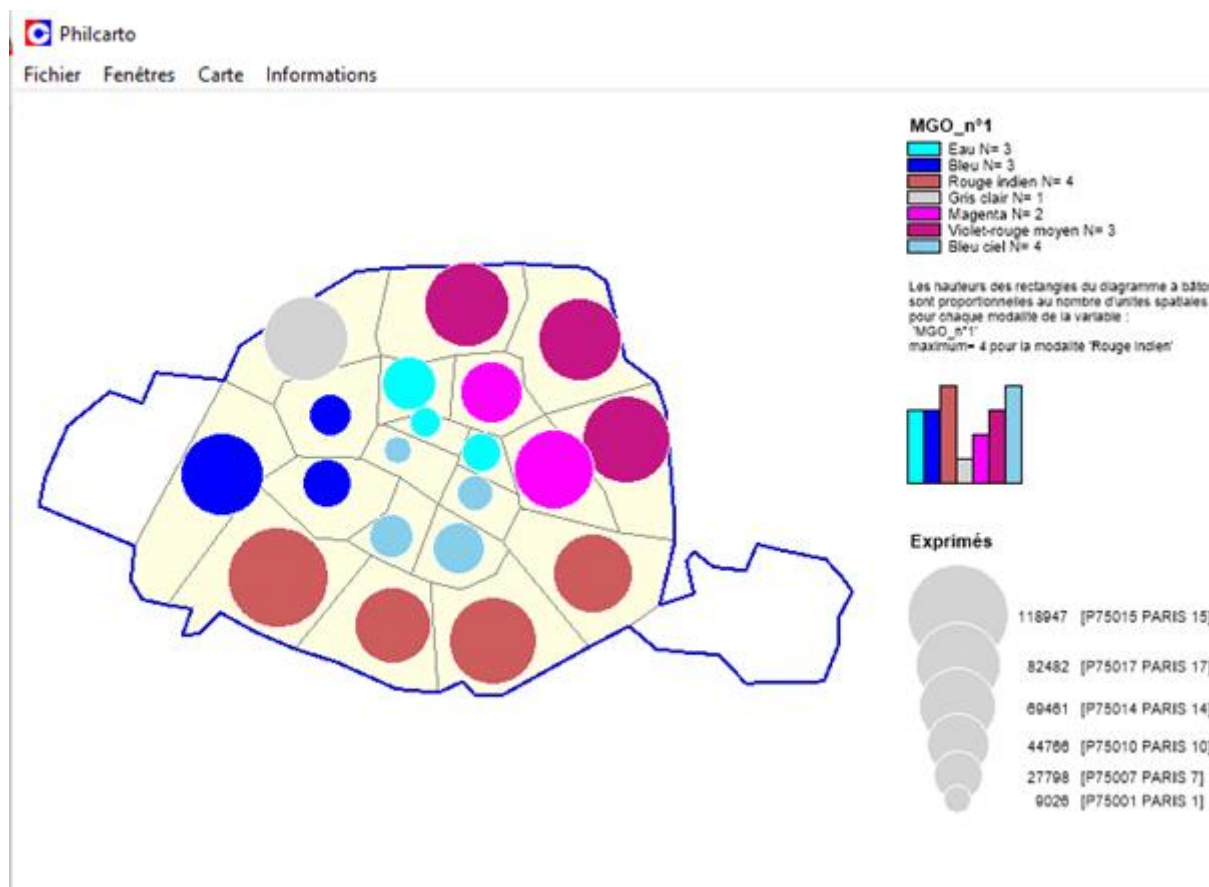


Figure 4.11. Carte en cercles proportionnels du nombre de suffrages exprimés coloriés par les classes définies sur la MGO.

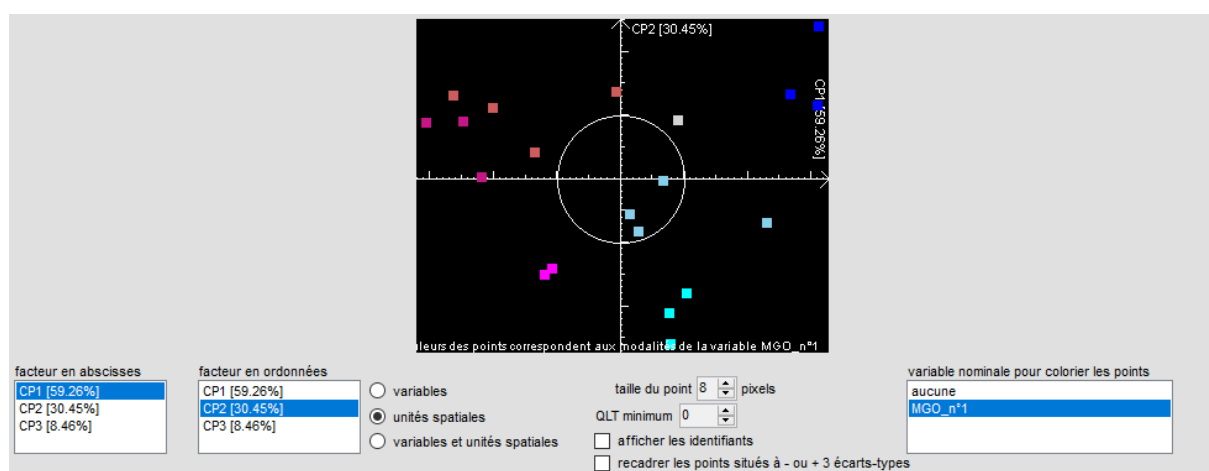


Figure 4.12. La localisation des arrondissements sur le plan formé par les composantes 1 et 2.

5. Ordonner la MGO par CAH.

Comme on l'a compris, la mise en ordre d'une MGO prend du temps, beaucoup de temps. Certes l'analyste se familiarise avec ses données en les regardant de près, mais sur de grandes matrices, la méthode est sans doute trop pénalisante sur le plan du temps nécessaire avant d'aboutir à un résultat cartographiable. L'ordonnement de la matrice par Analyse en Composantes Principales (ACP) raccourcit le chemin, mais le temps gagné peut apparaître insuffisant aux gens pressés !

L'ordonnement de la matrice par Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) est une seconde voie pour rendre la MGO mieux opérationnelle et en phase avec les temps modernes ! La MGO devient alors une représentation des résultats des classes de la CAH.

La première étape consiste à réaliser une CAH sur les seules variables devant composer ensuite la MGO. Rappelons que la CAH est disponible dans le module MULTIV de **Philcarto**. Cette première étape, non-détaillée ici, s'achève par l'enregistrement d'un ensemble de variables nominales dénommées Partition n°X où X est le numéro de partition (fig. 5.1). Le partitionnement commence en haut de l'arbre de classification (dendrogramme) ; la partition n°1 renferme deux classes, la n°2 trois classes, etc.

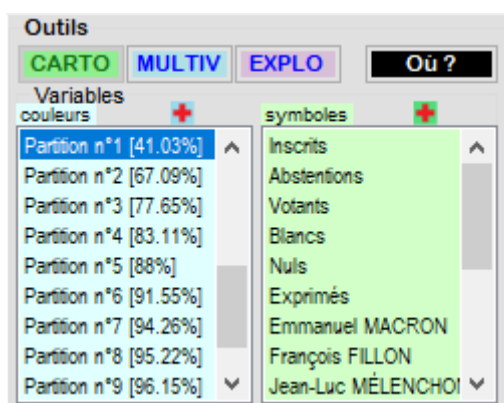
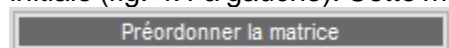
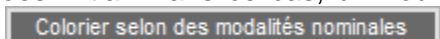


Figure 5.1. Les variables Partition n°X ajoutées par la CAH à la liste des variables initiales.

Le pré-ordonnement de la MGO par la CAH revient à réorganiser la MGO initiale en fonction des classes de la CAH et ceci en deux temps. Le premier de ces deux temps consiste à affecter aux lignes de la MGO les couleurs des classes de la CAH. Le second temps revient à faire permuter les lignes, automatiquement, afin qu'elles se regroupent par couleurs.

Ainsi, le deuxième temps de la méthode proposée ici est celui du tracé et du coloriage de la MGO. Il faut tout d'abord retourner au Module MULTIV (après l'avoir quitté la CAH étant terminée) pour réaliser une MGO. Attention, les mêmes variables que celle de la CAH doivent être sélectionnées pour que la méthode soit valide. On obtient alors l'affichage de la matrice initiale (fig. 4.1 à gauche). Cette matrice doit ensuite être pré-ordonnée par un clic sur le bouton

 (fig. 4.1 à droite). Dans le cas présent, c'est plus l'ordre des variables qui nous intéresse que celui des lignes qui va être modifié ensuite.

Le tracé de la MGO sait détecter la présence des variables nominales dans le tableau de données initial. Dans ce cas, un nouveau bouton apparaît dans la partie gauche de la fenêtre : . Un clic sur ce bouton affiche la liste des variables nominales (fig. 5.2), la même liste que celle visible sur la figure 5.1.

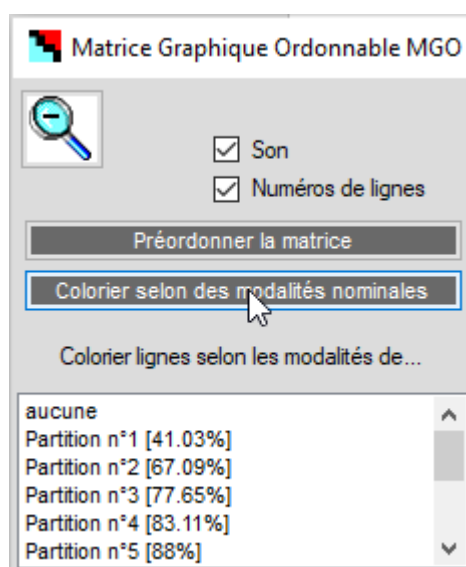


Figure 5.2. La liste des partitions issues de la CAH disponibles pour colorier la MGO.

Comme les noms des partitions contiennent les pourcentages d'inertie expliquée à chaque partition, on peut utiliser ces taux et viser la valeur de 90% à condition que le nombre de classes ne soit pas très grand. Par exemple, la partition n°5 avec 6 classes apparaît comme un bon choix. Cliquer sur le nom de la variable **Partition n°5 [88%]** : la MGO coloriée s'affiche (fig. 5.3). Cette matrice est intéressante en soi car on y observe des groupes de couleurs adéquats avec la liste des lignes, notamment les 10° et 11° arrondissements, les 12°, 13° et 14°, les 18°, 19° et 20°... Ceci est lié à l'histoire de la formation territoriale de la Ville de Paris.

Cependant, toutes les couleurs ne forment pas de groupes continus, ce qui reste l'objectif à atteindre. Afin que les lignes forment des groupes de couleurs continus, il suffit de cocher la case ☐ **Ordonner lignes selon ces couleurs**. Dès qu'elle est cochée, cette case disparaît et la matrice ordonnée par couleurs est affichée (fig. 5.4).

Un examen attentif de la matrice ainsi coloriée montre à quel point cette méthode est puissante. Seule la classe rouge apparaît peu homogène alors que toutes les autres classes de couleurs sont bien homogènes et convaincantes quant à leur interprétation. Pour tenter d'aboutir à une classe rouge plus homogène, on peut colorier avec la **Partition n°6 [91,55%]** ; dans ce cas, le 6° arrondissement de Paris reste rattaché à la classe rouge, ce qui n'est pas cohérent. Le problème se résout de lui-même avec la **Partition n°7 [94,26%]**, donc 8 classes (fig. 5.5) et 8 couleurs.

Reste à réorganiser la matrice par permutation des blocs de couleurs de façon à obtenir une série logique, les fortes valeurs s'organisant depuis le haut à gauche de la matrice vers le bas à droite (fig. 5.6).

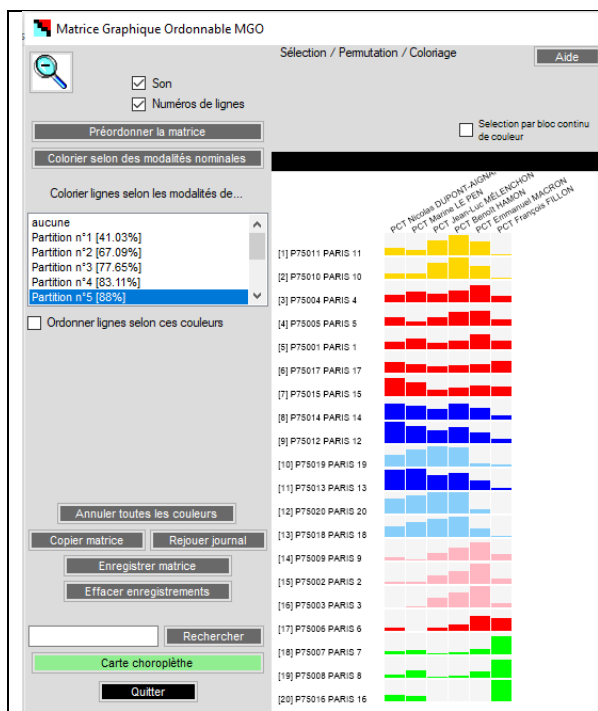


Figure 5.3. MGO pré-ordonnée coloriée par les couleurs de la variable Partition n°5 [88%].

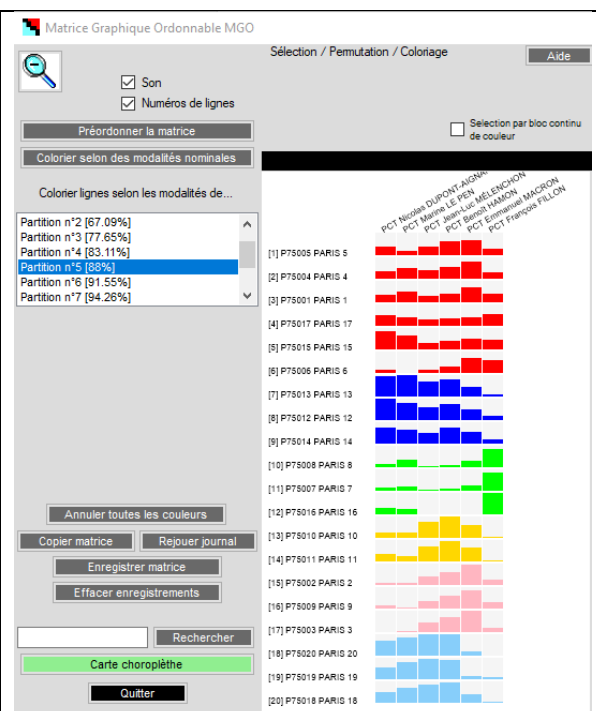


Figure 5.4. MGO coloriée par les couleurs de la variable Partition n°5 [88%] et ordonnée pour former des blocs de couleurs continus.

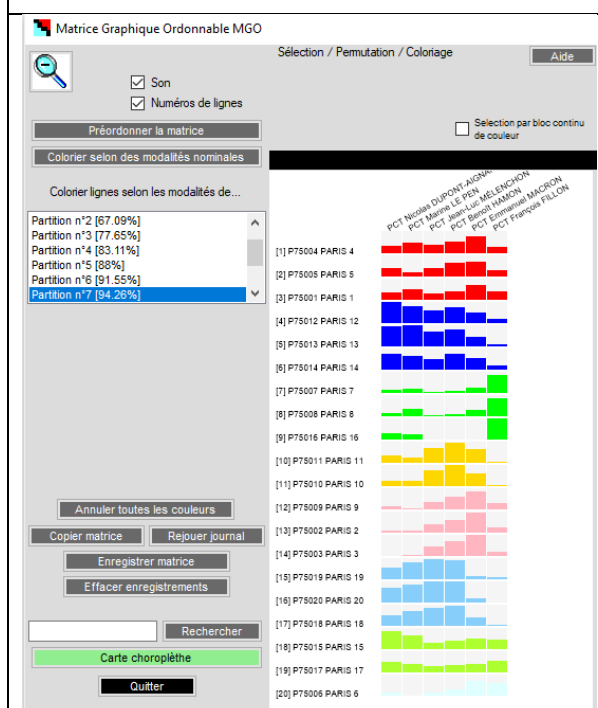


Figure 5.5. MGO coloriée par les couleurs de la variable Partition n°7 [94,28%] et ordonnée pour former des blocs de couleurs continus.

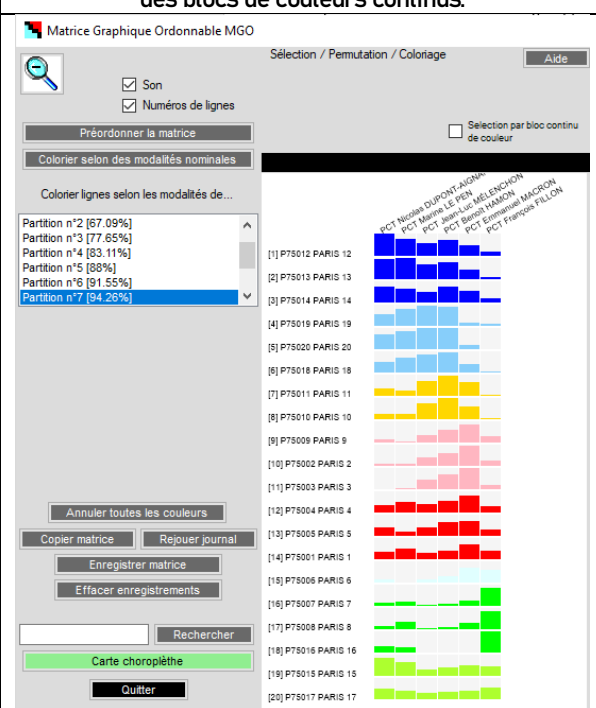


Figure 5.6. La MGO ordonnée par la Partition n°7 [94,28%], et réorganisée par permutation des blocs de couleurs.

Par un clic sur le bouton **Carte choroplèthe**, la carte finale s'affiche dans l'écran (fig. 5.7). Couleurs mises à part, elle est finalement assez peu différente de la carte obtenue sur la matrice ordonnée « à la main » : le 6° arrondissement est maintenant un isolat ; les 15° et 17° arrondissements se retrouvent dans la même classe. Le tout obtenu en quelques clics de souris !

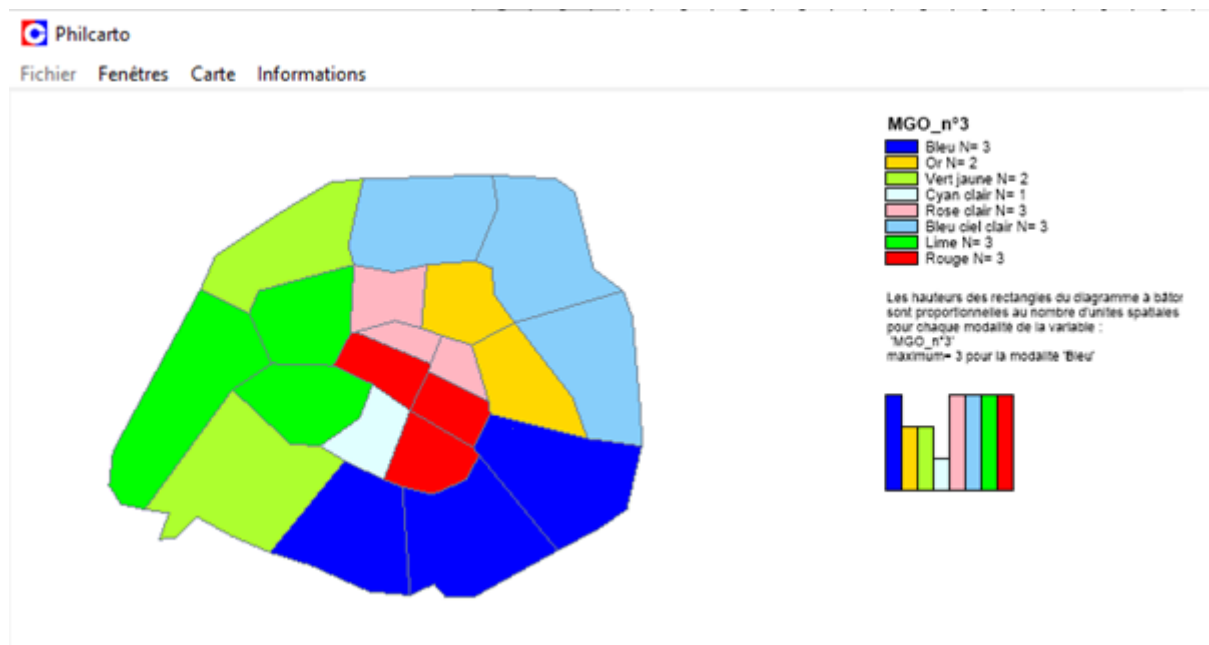


Figure 5.7. La carte de la MGO ordonnée par la Partition n°7 [94,28%].

A l'issue de ce traitement basé sur le pré-ordonnancement de la MGO par la CAH, il est utile de rappeler que le résultat final dépend directement du choix du nombre de classes de la CAH, et donc de la progression de l'algorithme de hiérarchisation. Comme cet algorithme est rapide, même sur d'assez grandes matrices, l'utilisateur a la possibilité de tester différentes partitions parmi les 12 partitions au plus que calcule le programme. Il peut ainsi faire un choix bien informé du nombre de classes à retenir au lieu de procéder à un choix teinté d'arbitraire.

Mais à quoi bon réaliser une MGO si on fait appel à la CAH ? Pourquoi ne pas réaliser directement une CAH plutôt que d'en passer par la MGO ? La réponse à ces questions repose une fois encore sur la possibilité qu'offre cette visualisation des données : l'utilisateur regarde son tableau de données plutôt que de travailler sur des résumés numériques (tels que les profils moyens des classes ou leurs représentations graphiques). On repère ainsi directement les observations qui ont été agrégées à une classe et qui pourraient soit être affectées à une autre classe, soit former une classe supplémentaire (il suffit de changer la couleur des lignes concernées). Cela apparaîtra à certains comme du « bricolage ». Bien au contraire, il s'agit de proposer des résultats clairement intelligibles et justifiables.

6. Fonctions complémentaires.

Après avoir fait le tour des possibilités offertes par le programme, il reste quelques fonctions accessibles principalement par des boutons situés dans la partie gauche de la fenêtre MGO. Certains de ces boutons sont contextuels et donc ne sont pas toujours visibles : ils apparaissent quand la fonction correspondante peut effectivement être activée.

Annuler toutes les couleurs

Affiche la MGO avec des bâtons noirs. Si tout ou partie de la matrice est coloriée, ces couleurs sont perdues. Ceci est utile pour reprendre au début une série de coloriages.

Copier matrice

Copie la MGO dans le presse papier graphique. La matrice peut ensuite être collée dans un traitement de texte ou autre.

Enregistrer matrice

Cette fonction, fort utile, permet de d'enregistrer dans un dossier les états successifs d'une MGO. Lors du premier clic dans une session de réalisation d'une MGO, le programme ouvre un dialogue de sélection ou de création de dossier (fig. 6.1). C'est dans le dossier sélectionné ou créé que sont enregistrés différents éléments.

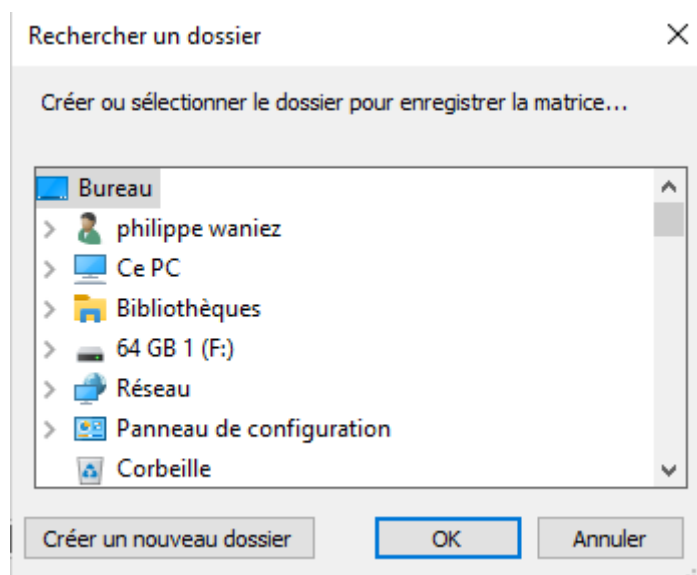


Figure 6.1. Le dialogue pour la création ou la sélection d'un dossier destiné à l'enregistrement de la MGO

A chaque clic sur ce bouton, un nouveau dossier est créé dans le dossier précédemment sélectionné. Son nom est constitué par la date et l'heure du clic sur le bouton. Il contient 5 fichiers (fig. 6.2). On enregistre le dessin de la matrice dans trois fichiers graphiques différents correspondant aux formats .EMF, .AI et .SVG (les trois formats d'enregistrement des cartes). On peut ainsi facilement coller la matrice en guise de légende de la carte enregistrée également dans un de ces formats.

A cela s'ajoute le journal des différentes opérations déjà réalisées au moment de l'enregistrement (format .log). Cela permet de rejouer ultérieurement les différents traitements réalisés sur la matrice quand le clic sur le bouton a lieu.

Enfin, on trouve un fichier Excel (format .xls) dans lequel sont enregistrés les différents éléments constitutifs de la MGO, les données bien sûr mais aussi deux colonnes

complémentaires MGO_Couleurs et Position_MGO (fig. 6.3). La première de ces deux colonnes donne, pour chaque ligne, le nom de sa couleur dans la palette des couleurs de Windows. La seconde donne la position de chaque ligne dans la matrice.

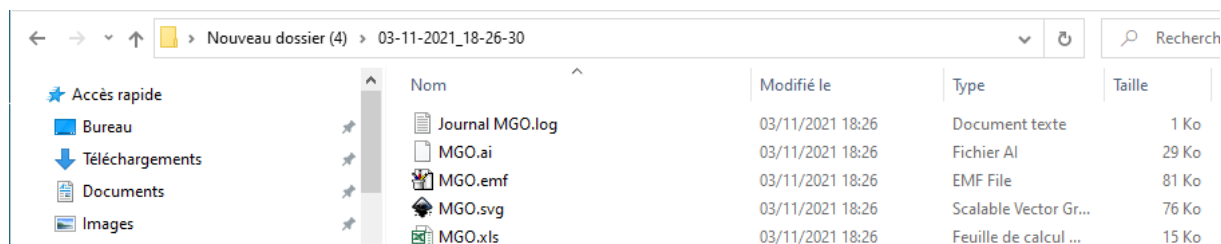


Figure 6.2. Le contenu d'un dossier d'enregistrement d'une MGO.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	CODE	NOM	PCT_Emmanu	PCT_François	PCT_Jean_Lu	PCT_Benoît_H	PCT_Marine_L	PCT_Nicolas	MGO_Couleurs_N	osition_MGO_N
2	P75005	PARIS 5	39,71878225	26,68021156	15,99587203	10,00709494	3,950593395	1,480263158	Red	1
3	P75004	PARIS 4	40,9241361	26,18826956	15,41771482	9,069244009	4,865616311	1,416655634	Red	2
4	P75001	PARIS 1	39,45269222	31,36494571	13,63837802	7,301130069	4,90804343	1,418125415	Red	3
5	P75013	PARIS 13	34,65630253	17,29374203	24,45988786	11,8582114	6,481345683	2,135628786	Blue	4
6	P75012	PARIS 12	35,89873418	21,20986009	20,80346436	11,47768155	5,842771486	2,213191206	Blue	5
7	P75014	PARIS 14	37,1920934	22,27868876	19,26548711	11,52157326	5,342566332	1,919062496	Blue	6
8	P75008	PARIS 8	31,73253454	50,47830708	6,725287467	4,101845589	4,425548362	1,164363707	Lime	7
9	P75007	PARIS 7	31,60299302	52,70163321	5,583135477	3,842003022	3,827613497	1,165551479	Lime	8
10	P75016	PARIS 16	26,64532106	58,45110939	5,396853191	2,942942192	4,093603822	1,348275258	Lime	9
11	P75011	PARIS 11	38,79872935	16,13036139	23,76091551	13,61962864	4,033919481	1,418185201	Gold	10
12	P75010	PARIS 10	37,70718849	15,02032793	25,45681991	14,16923558	4,058883974	1,28892463	Gold	11
13	P75009	PARIS 9	42,58955677	26,95506982	14,52034001	9,602307225	3,315118397	1,183970856	LightPink	12
14	P75002	PARIS 2	44,40311725	23,37938363	15,9582005	9,732554021	3,533475027	1,133545873	LightPink	13
15	P75003	PARIS 3	45,03651609	21,60670814	16,65133892	10,61942115	3,32702191	0,989991885	LightPink	14
16	P75020	PARIS 20	30,58811709	12,78384353	31,83066515	13,92033403	5,922477505	1,858798312	LightSkyBlue	15
17	P75019	PARIS 19	29,59643507	16,28946212	30,69729492	12,99441411	5,776689889	1,674512019	LightSkyBlue	16
18	P75018	PARIS 18	33,81371954	14,53287197	28,3796478	13,33071737	5,463798618	1,573145935	LightSkyBlue	17
19	P75017	PARIS 17	34,45963968	37,70883344	12,94464247	6,873014718	4,590092384	1,608835867	GreenYellow	18
20	P75015	PARIS 15	35,97400523	33,82598973	13,12181055	7,637855515	5,260326028	2,021068207	GreenYellow	19
21	P75006	PARIS 6	39,0874082	39,26652337	9,125917965	6,354110693	3,2195952	1,200071646	LightCyan	20

Figure 6.3. La feuille de calcul MGOData qui accompagne l'enregistrement graphique d'une MGO.

Effacer enregistrements Vide les dossiers d'enregistrement de la MGO et efface les dossiers correspondants. Seul est pris en compte ici le dossier préalablement créé ou sélectionné par le premier clic sur le bouton **Enregistrer matrice**.

Rechercher Ce bouton est utile quand la MGO renferme un grand nombre de lignes. Il permet de rechercher une chaîne de caractères dans les identifiants et les noms des lignes figurant sur la droite du dessin de la MGO. Cette chaîne doit être donnée dans la zone d'édition située à gauche de ce bouton. La recherche n'est pas sensible à la casse des caractères la composant. Si cette chaîne est trouvée, le programme l'affiche en rouge et place l'ascenseur de la fenêtre du tracé sur la première ligne trouvée. Si une autre recherche est souhaitée, il faut d'abord annuler celle qui vient d'avoir lieu avec le bouton de même nom.

Réinitialiser Ce bouton figure dans le cadre Action précédente / Action suivante. Il remet à zéro le compteur d'enregistrement. On ne peut donc plus rejouer les étapes de travail précédentes réalisées sur la matrice.

Aide Ce bouton se trouve dans le cadre Sélection / Permutation / Coloriage. Il s'agit d'un aide-mémoire constitué d'une page semblable à la figure 3.1. S'ajoute à cette figure une fonction d'application de la couleur d'un bâton à une sélection de lignes qui fonctionne de la façon suivante : sélectionner une ligne ou un groupe de lignes ; appuyer sur le touche Alt ; un pipette apparaît ; déplacer la pipette sur un bâton de la couleur à appliquer et cliquer. Toutes

les lignes préalablement sélectionnées sont coloriées comme le bâton qui a été cliqué (fig. 6.4).



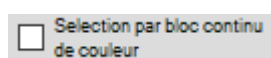
Appliquer la couleur d'un bâton à une sélection de lignes		Réaliser d'abord une sélection d'une ligne ou d'un groupe de lignes sans sélectionner une ligne de transfert. L'appui sur la touche provoque l'affichage de la pipette :  Cliquer alors sur un bâton de la couleur désirée.	La ou les lignes composant la sélection sont coloriées avec la couleur du bâton désignée avec la pipette. Le fond de toutes les bâtons devient gris clair : il n'y a plus de sélection en cours.
---	---	--	--

Figure 6.4. La fonction d'application de la couleur d'un bâton à une sélection de ligne.



Cette case à cocher se trouve dans le cadre **Sélection / Permutation / Coloriage**. Si tout ou partie de la matrice est coloriée, toute action de sélection de lignes de la MGO se fait par bloc de couleurs. Autrement dit, un seul clic sur un bâton sélectionne toutes les lignes adjacentes de même couleur.

8. Références.

Bertin J., La Graphique et le traitement graphique de l'information. 1^o édition : Paris, Flammarion, 1977, 273 p. Réédition : Bruxelles, 2017, Editions Zones Sensibles, 278 p.

G. Caraux, « Réorganisation et représentation visuelle d'une matrice de données numériques : un algorithme itératif ». Revue de statistique appliquée, tome 32, no 4 (1984), p. 5-23.

http://www.numdam.org/item?id=RSA_1984__32_4_5_0

Durand M.-F., Gimeno R., « De TMC à CARTAX ou d'un logiciel de recherche à un logiciel d'enseignement ». Mappemonde 87/1, pp. 41-43.

<http://www.mgm.fr/PUB/Mappemonde/M187/p41-43.pdf>

Innar Liiv, « Seriation and Matrix Reordering Methods: An Historical Overview ». Wiley InterScience, March 2010. http://innar.com/Liiv_Seriation.pdf

Palsky G., 2017, « La Sémiologie graphique de Jacques Bertin a cinquante ans ! » sur Visionscarto :

<https://archive.wikiwix.com/cache/index2.php?url=https%3A%2F%2Fvisionscarto.net%2Fla-semiologie-graphique-a-50-ans>

Sans nom d'auteur : « Référents graphiques possibles d'une matrice visuelle ». Bulletin du comité Français de Cartographie, CFC, n°222- Décembre 2014.

<http://www.lecfc.fr/new/articles/222-article-52.pdf>

Sans nom d'auteur : « DIY Matrix ». <https://www.aviz.fr/diyMatrix/>

Sans nom d'auteur : « Mode d'emploi d'AMADO-online ». https://paris-timemachine.humanum.fr/web/wp-content/uploads/2020/09/amado_userguide.pdf