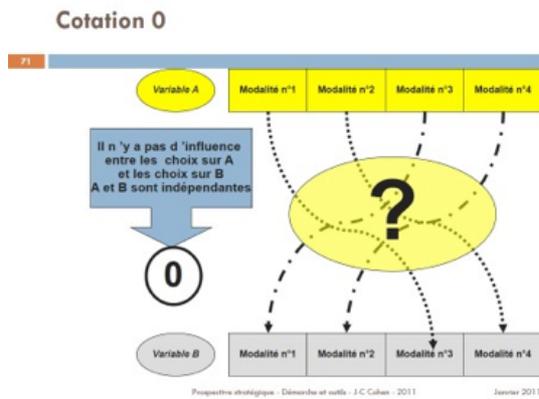


Cahier I bis

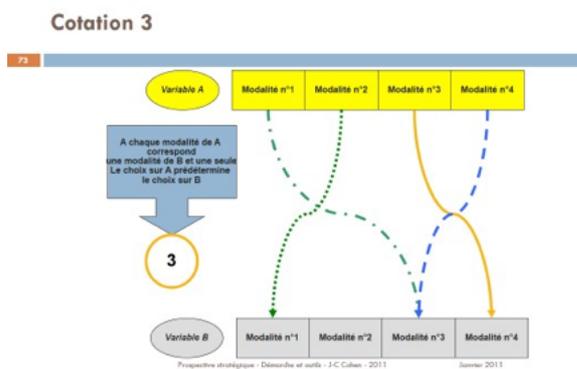
L'analyse systémique : les interrelations entre les variables qui guident l'évolution du territoire Vallée de Seine à l'horizon 2040

L'analyse structurelle : la cotation utilisée



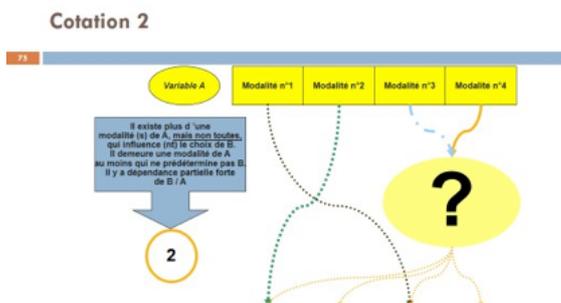
En pratique, l'échelle utilisée ici comporte 4 niveaux :

- Le niveau 0, qui correspond à une influence nulle de A sur B, en d'autres termes : quelle que soit la valeur prise par X, la valeur prise par Y n'en sera pas affectée. Une autre façon d'exprimer cette « absence » de liaison entre X et Y consiste à dire que la connaissance de X ne réduit pas l'incertitude qu'on a sur Y

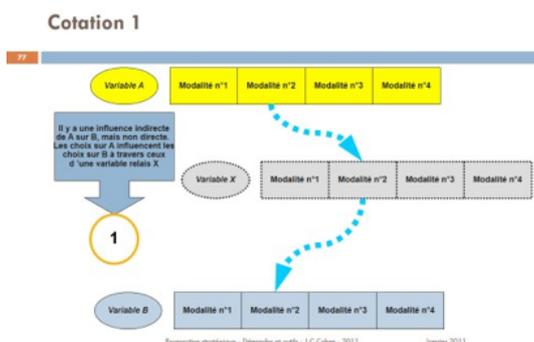


- Le niveau 3 correspond à une influence totale de X sur Y : Y dépend totalement de X, ou bien « chacune des valeurs que peut prendre X détermine la valeur que prendra Y », autrement dit, la connaissance de X réduit totalement l'incertitude sur Y

Entre ces deux niveaux extrêmes, 0 et 3, correspondant respectivement à une influence nulle ou une influence totale, on distingue deux échelons intermédiaires, correspondant :



- pour l'un (le niveau 2), à une influence non totale il existe des valeurs de A qui déterminent la variable B, mais il existe des valeurs de A qui laissent toute liberté à B : la connaissance de A réduit partiellement l'incertitude sur B



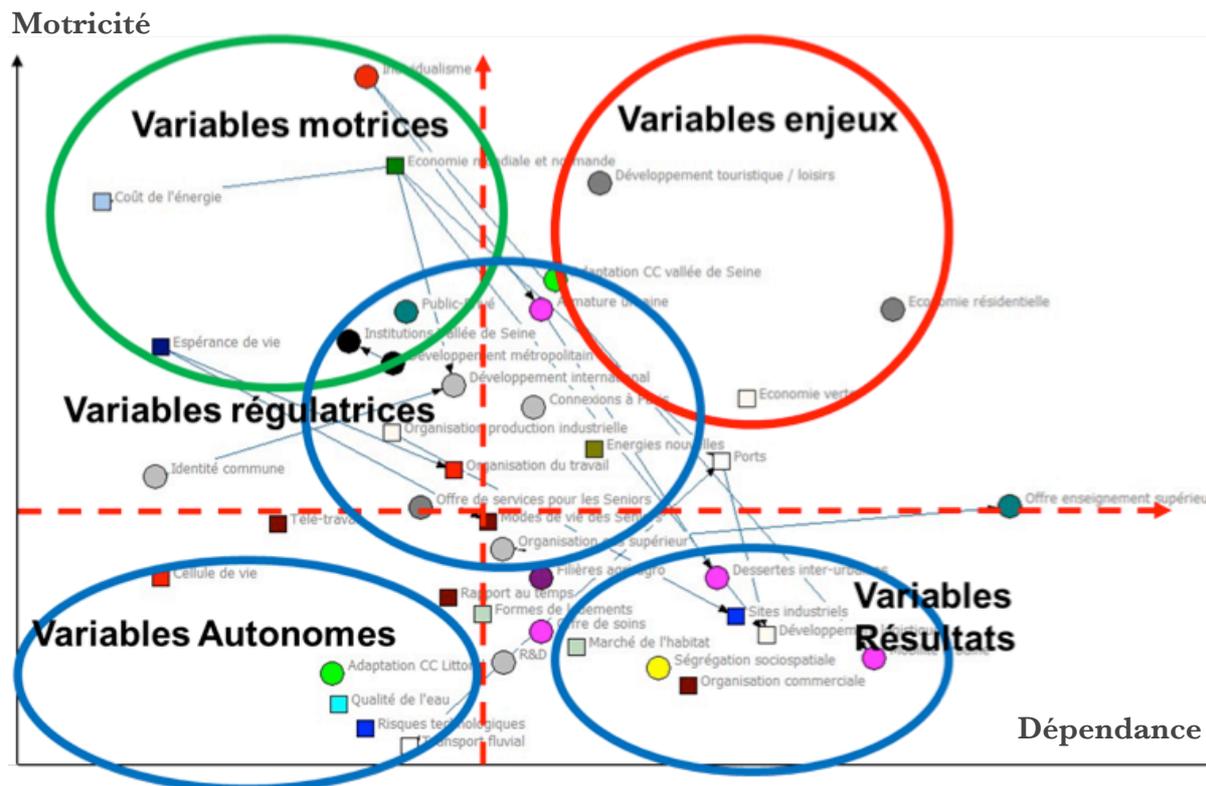
- la dernière valeur (le niveau 1) correspond à une influence indirecte de A sur B. En pratique, on explique la liaison par une liaison passant par l'intermédiaire d'une variable tierce.

Le remplissage de la matrice d'analyse structurelle est un travail de groupe qui peut apparaître comme fastidieux et répétitif. De fait, la matrice est répartie en mini-ateliers, et

l'intérêt de cette phase, qui est l'une des phases clé de la démarche prospective, est l'échange sur les mécanismes de dépendances entre variables. C'est dans cette phase essentielle que se construit au sein du groupe de prospective une connaissance partagée sur le territoire.

Au total, la matrice d'analyse structurelle de la prospective de la Vallée de la Seine est conforme à la structure de matrices rencontrées dans des exercices similaires : plus de 50% de 0, 30% de 1, 12% de 2 et 1% de 3.

Le graphe d'analyse structurelle et son interprétation



Une fois la matrice complétée, on calcule les sommes des lignes et des colonnes.

La somme de la ligne correspondant à la variable X cumule toutes les influences de X sur toutes les autres variables de l'étude. On dénomme cette somme des « influences » la motricité de la variable X.

La somme de la colonne correspondant à la variable Y cumule les influences subies par Y en provenance des autres variables de l'étude. On dénomme cette somme des influences reçues « dépendance » de la variable Y.

En définitive, chacune des variables de l'étude se voit affectée de deux indicateurs : son niveau de dépendance et son niveau de motricité. Ceci permet de tracer un graphe « motricité dépendance » où chaque variable est représentée par un point dont l'abscisse est la dépendance de la variable, et l'ordonnée sa motricité.

Sur ce graphe, les variables fortement motrices et faiblement dépendantes, situées sur le quadrant haut gauche, sont appelées «variables motrices » : ce sont les variables qui « gouvernent » le futur du territoire. Les variables fortement dépendantes et faiblement motrices sont dénommées variables résultats : leur évolution résulte pour l'essentiel de l'évolution des autres variables. Les variables qui sont tout à la fois fortement motrices et fortement dépendantes sont très importantes : on les dénomme variables relais ou, surtout variables enjeux. Elles représentent souvent les enjeux majeurs pour le système étudié. Les variables faiblement motrices et faiblement dépendantes sont dénommées variables autonomes : en réalité, elles ne jouent pas un rôle déterminant dans le devenir du territoire, et pourraient être exclues des phases ultérieures de l'étude. Enfin, on trouve, au centre du graphe, des variables moyennement motrices et moyennement dépendantes : on les dénomme variables régulatrices. Elles correspondent souvent, dans les prospectives publiques ou territoriales, aux variables de politiques publiques.

Le graphe d'analyse structurelle, ou motricité – dépendance, est représenté ci-dessous.

Il permet :

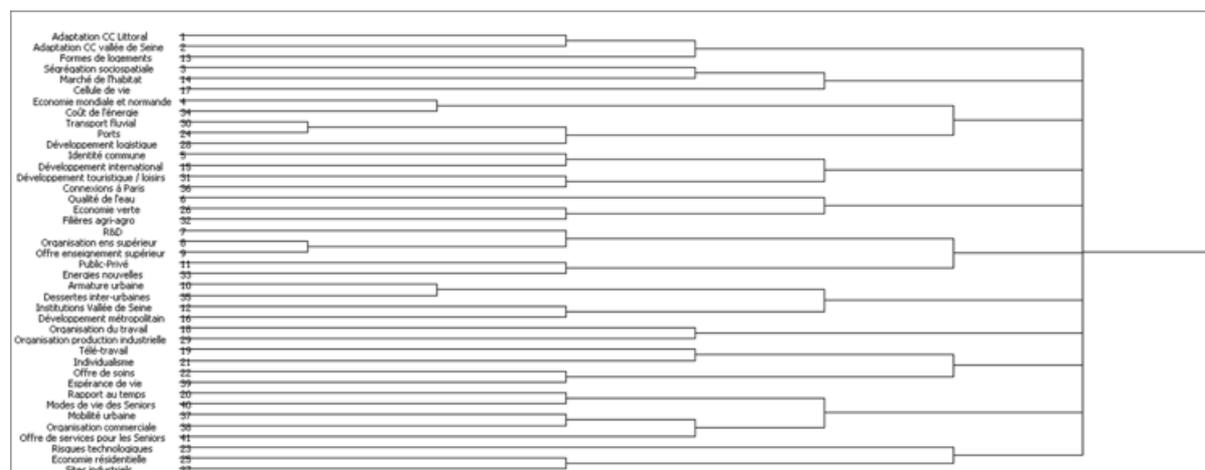
- de comprendre le « fonctionnement » du système Vallée de Seine, et notamment de caractériser les rôles respectifs des différentes variables retenues, dans le futur du territoire étudié
- d'identifier les variables dites « motrices » sur lesquelles seront construits scénarios et stratégies, et de hiérarchiser l'ensemble des variables, depuis les plus motrices jusqu'au plus dépendantes.
- Ainsi, les principales variables motrices du système territorial « Vallée de Seine » sont le coût de l'énergie, l'évolution de l'économie mondiale et locale, l'espérance de vie (le vieillissement de la population), et l'individualisation des politiques publiques

Les enjeux majeurs à long terme pour ce territoire concernent le développement touristique et de loisirs, et dans une moindre mesure, l'économie résidentielle, le développement d'une économie verte, l'économie portuaire et le développement d'énergies nouvelles.

Enfin, l'analyse structurelle souligne le rôle régulateur de l'évolution institutionnelle, du développement métropolitain et de l'armature urbaine, des politiques d'adaptation au changement climatique, des places respectives du public et du privé, de l'ouverture internationale, enfin, dans une moindre mesure, de la création d'une identité commune.

Analyse structurelle et regroupement de variables

L'analyse structurelle permet également de regrouper les variables fortement liées entre elles. En effet, la matrice d'analyse structurelle peut également être considérée comme un graphe dont chacune des variables constitue un nœud. Les éléments non vides de la matrice correspondent à des



Grouped Adjacency Matrix

| | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 7 | 8 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 4 | 2 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I | S | C | C | F | E | O | D | A | A | M | F | E | O | Q | O | A | S | O | R | P | D | I | F | E | R | O | E | R | O | C | D | D | N | O | T | M | | | |
| 5 Identité commune | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| 3 Ségrégation sociospatiale | | | | | | | 1 | | | | | 2 | 2 | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 connexions à Paris | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 34 coût de l'énergie | | | | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| 32 Filières agri-agro | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 33 Energies nouvelles | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 9 offre enseignement supérieur | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 15 Développement international | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 30 Transport fluvial | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 1 Adaptation CC Littoral | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 2 Adaptation CC vallée de Seine | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 14 Marché de l'habitat | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 13 Formes de logements | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 39 Espérance de vie | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 29 Organisation production industrielle | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 6 qualité de l'eau | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 22 offre de soins | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 10 Armature urbaine | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 27 sites industriels | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 41 offre de services pour les Seniors | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 23 Risques technologiques | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11 Public-Privé | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 28 Développement logistique | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 12 Institutions vallée de Seine | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 4 Economie mondiale et normande | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 26 Economie verte | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 16 Développement métropolitain | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 24 Ports | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

arcs valués du graphe, reliant le nœud – ligne au nœud – colonne, avec une intensité définie par la valeur de l'élément de la matrice (1, 2 ou 3).

Il existe de multiples algorithmes de regroupement de nœuds d'un graphe, (ou graph clustering). Ils se distinguent, notamment, par le critère retenu pour positionner deux nœuds dans le même « cluster ». Il existe des algorithmes fondés sur la similarité des relations entre deux points et tous les autres. Il existe également, et c'est plutôt ceux là qui sont pertinents ici, des algorithmes qui regroupement dans un même cluster des nœuds qui sont plus fortement liés entre eux qu'avec les autres nœuds ou clusters.

La figure ci-après illustre une technique de clustering dénommée « factions », les factions étant des clusters de variables fortement liées entre elles (on voit sur la matrice ci-contre les rectangles rouges représentant les 4 clusters identifiés).

Une autre représentation, en dendrogramme, permet de représenter la décomposition hiérarchique de l'ensemble du graphe, et de sélectionner les

regroupements les plus pertinents (par exemple en fixant le nombre de regroupements que l'on souhaite obtenir, figuré ci-dessous par la droite en pointillés rouge).

L'utilisation de techniques principalement basées sur le regroupement de variables fortement liées entre elles a conduit à proposer les regroupements ci-après, en séparant variables exogènes et endogènes :

| Cluster | Macrovariable | Numéro de variable | Nom de variable |
|---------|--|--------------------|--------------------------------------|
| 2 | Coût de l'énergie | 34 | Coût de l'énergie |
| 4 | Développement portuaire et fluvial | 24 | Ports |
| | | 30 | Transport fluvial |
| 5 | Economie mondiale et normande | 4 | Economie mondiale et normande |
| 6 | Economie résidentielle | 5 | Economie résidentielle |
| 7 | Energies nouvelles | 33 | Energies nouvelles |
| 8 | Espérance de vie | 39 | Espérance de vie |
| 13 | Parcours de vie | 17 | Cellule de vie |
| | | 18 | Organisation du travail |
| 16 | Profil industriel | 23 | Risques technologiques |
| | | 27 | Sites industriels |
| 17 | Qualité de l'eau | 6 | Qualité de l'eau |
| 20 | Temps individuels, collectifs et fonctionnement urbain | 19 | Télé-travail |
| | | 20 | Rapport au temps |
| | | 38 | Organisation commerciale |
| | | 40 | Modes de vie des Seniors |
| 21 | Valeurs et modes d'habiter | 13 | Formes de logements |
| | | 14 | Marché de l'habitat |
| 22 | Verdissement de l'économie | 26 | Economie verte |
| | | 28 | Développement logistique |
| | | 29 | Organisation production industrielle |

| Cluster | Macrovariable | Numéro de variable | Nom de variable |
|---------|--|--------------------|--------------------------------------|
| 1 | Armature urbaine et mobilités | 10 | Armature urbaine |
| | | 22 | Offre de soins |
| | | 35 | Dessertes inter-urbaines |
| | | 37 | Mobilité urbaine |
| 3 | La métropole du Grand Paris Maritime | 12 | Institutions Vallée de Seine |
| | | 16 | Développement métropolitain |
| 9 | Filières agri-agro | 32 | Filières agri-agro |
| 10 | Gouvernance des grands projets d'avenir | 9 | Offre enseignement supérieur |
| | | 11 | Public-Privé |
| 11 | Individualisation des politiques | 21 | Individualisme |
| 12 | La Vallée de Seine dans le Monde | 5 | Identité commune |
| | | 15 | Développement international |
| | | 36 | Connexions à Paris |
| 14 | Politique d'adaptation au changement climatique | 1 | Adaptation CC Littoral |
| | | 2 | Adaptation CC vallée de Seine |
| 15 | Politique mixité sociale | 3 | Ségrégation sociospatiale |
| 18 | Quel modèle pour l'innovation en Vallée de Seine ? | 7 | R&D |
| | | 8 | Organisation ens supérieur |
| 19 | Société du temps libre | 31 | Développement touristique / loisirs |
| | | 41 | Offre de services pour les Seniors |
| 22 | Verdissement de l'économie | 29 | Organisation production industrielle |