La poule qui chante
Étude stratégique de développement à l'International

Arnaud Golliot
Data Consultant
04 juillet 2025

Sommaire

1. Ambition stratégique et objectifs de l'étude
2. Variables retenues
   - ✓ Liste des variables
   - ✓ Modèle PESTEL
3. Processus de traitement des données
   - ✓ Processus de nettoyage, transformation et analyse des données
   - ✓ Matrice des données à analyser (centrées, réduites)
4. Regroupement des dimensions (ACP)
   - ✓ Méthode de regroupement
   - ✓ Résultat de l'ACP
5. Segmentation des pays (Clustering)
   - ✓ Méthode de segmentation
   - ✓ Résultat du clustering
6. Conclusion de l'étude (orientations stratégiques)
7. Limites de l'étude
8. Annexes

1 – Objectifs et enjeux stratégiques

1. Ambition stratégique et objectifs de l'étude

Ambition stratégique

La poule qui chante est une entreprise française d'agroalimentaire. Son activité principale est l'élevage et la vente de poulets sous le label "Poulet Agriculture Biologique".

Son activité actuelle est franco-française mais Patrick, le PDG de l'entreprise souhaite évaluer la possibilité de se développer à l'international.

Pour l'instant, le champ des possibles est bien large : aucun pays particulier ni aucun continent n'est pour le moment choisi. Tous les pays sont envisageables !

Objectifs de l'étude

L'objectif de l'étude est de proposer une analyse **des groupements de pays** que l'entreprise pourrait cibler pour exporter ses poulets, à partir des données alimentaires (un minimum de 8 variables) pour chacun des pays (un minimum de 100 pays est requis).

Pour analyser les données ainsi collectées, Patrick demande de procéder comme suit :

- ✓ Réduire les dimensions (autrement dit les variables), au moyen d'une **ACP** avec la mise en exergue des **cercles de corrélations** et la **projection des pays** sur les composantes obtenues,
- ✓ Segmenter les pays au moyen d'un **clustering**, autrement dit regrouper les pays qui se ressemblent, au moyen :
  - d'une **CAH** (Classification Ascendante hiérarchique pour définir le nombre cible de clusters)
  - Puis du calcul du **K-means** (pour définir la liste des pays de chacun des clusters)

2 – Variables retenues

2. Inventaire des variables retenues

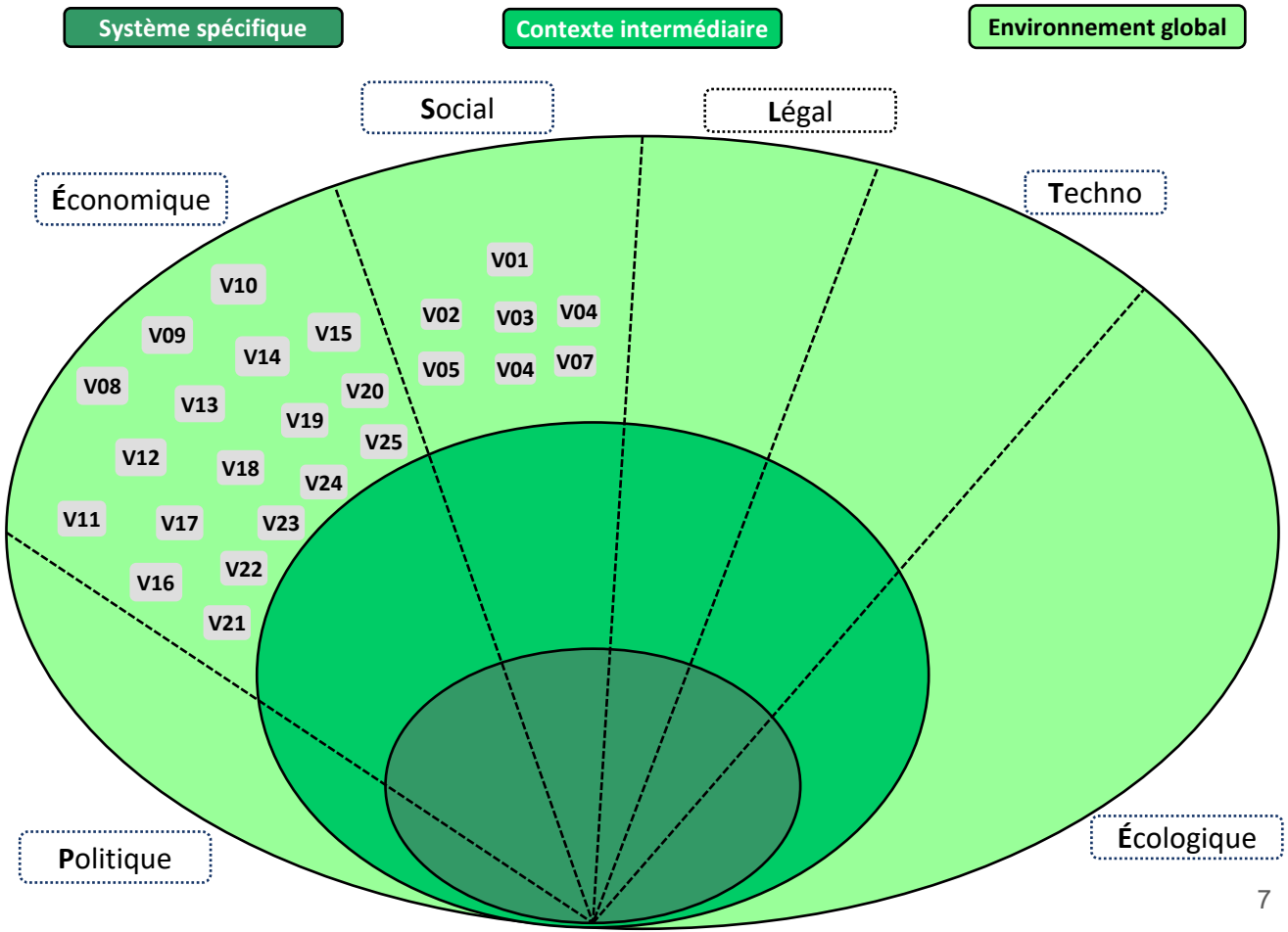
Les variables retenues

Nom	Définition
V01	Population
V02	Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Céréales, Autres
V03	Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Viande de Volailles
V04	Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Viande, Autre
V05	Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Céréales, Autres
V06	Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Viande de Volailles
V07	Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Viande, Autre
V08	Disponibilité intérieure - Céréales, Autres
V09	Disponibilité intérieure - Viande de Volailles
V10	Disponibilité intérieure - Viande, Autre
V11	Exportations - Quantité - Céréales, Autres
V12	Exportations - Quantité - Viande de Volailles
V13	Exportations - Quantité - Viande, Autre

Nom	Définition
V14	Importations - Quantité - Céréales, Autres
V15	Importations - Quantité - Viande de Volailles
V16	Importations - Quantité - Viande, Autre
V17	Nourriture - Céréales, Autres
V18	Nourriture - Viande de Volailles
V19	Nourriture - Viande, Autre
V20	Pertes - Céréales, Autres
V21	Pertes - Viande de Volailles
V22	Pertes - Viande, Autre
V23	Production - Céréales, Autres
V24	Production - Viande de Volailles
V25	Production - Viande, Autre

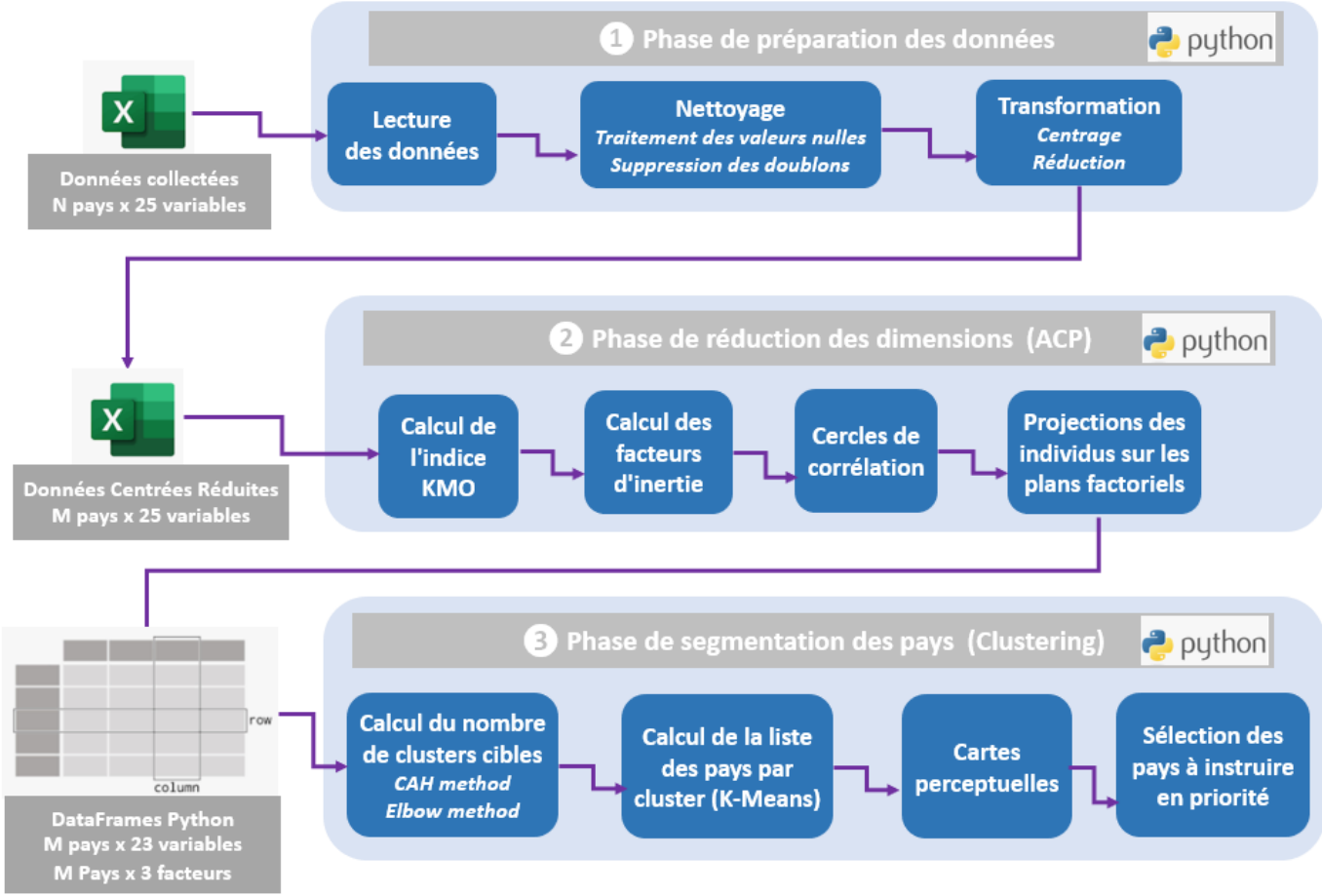
2. Modèle PESTEL résultant

Nom	Définition
V01	Population
V02	Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Céréales, Autres
V03	Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Viande de Volailles
V04	Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Viande, Autre
V05	Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Céréales, Autres
V06	Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Viande de Volailles
V07	Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Viande, Autre
V08	Disponibilité intérieure - Céréales, Autres
V09	Disponibilité intérieure - Viande de Volailles
V10	Disponibilité intérieure - Viande, Autre
V11	Exportations - Quantité - Céréales, Autres
V12	Exportations - Quantité - Viande de Volailles
V13	Exportations - Quantité - Viande, Autre
V14	Importations - Quantité - Céréales, Autres
V15	Importations - Quantité - Viande de Volailles
V16	Importations - Quantité - Viande, Autre
V17	Nourriture - Céréales, Autres
V18	Nourriture - Viande de Volailles
V19	Nourriture - Viande, Autre
V20	Pertes - Céréales, Autres
V21	Pertes - Viande de Volailles
V22	Pertes - Viande, Autre
V23	Production - Céréales, Autres
V24	Production - Viande de Volailles
V25	Production - Viande, Autre



3 – Processus de traitement des données

3. Processus de préparation et d'analyse des données (ACP, clustering)



3. Matrice des données à analyser (174 pays x 25 variables)

Nom	Définition
V01	Population
V02	Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Céréales, Autres
V03	Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Viande de Volailles
V04	Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Viande, Autre
V05	Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Céréales, Autres
V06	Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Viande de Volailles
V07	Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Viande, Autre
V08	Disponibilité intérieure - Céréales, Autres
V09	Disponibilité intérieure - Viande de Volailles
V10	Disponibilité intérieure - Viande, Autre
V11	Exportations - Quantité - Céréales, Autres
V12	Exportations - Quantité - Viande de Volailles
V13	Exportations - Quantité - Viande, Autre

Nom	Définition
V14	Importations - Quantité - Céréales, Autres
V15	Importations - Quantité - Viande de Volailles
V16	Importations - Quantité - Viande, Autre
V17	Nourriture - Céréales, Autres
V18	Nourriture - Viande de Volailles
V19	Nourriture - Viande, Autre
V20	Pertes - Céréales, Autres
V21	Pertes - Viande de Volailles
V22	Pertes - Viande, Autre
V23	Production - Céréales, Autres
V24	Production - Viande de Volailles
V25	Production - Viande, Autre

Pays	V01	V02	V03	V04	V05	V06	V07	V08	V09	V10	...	V16	V17	V18	V19	V20	V21	V22	V23	V24	V25
Afghanistan	-0.039893	-0.344895	-1.134235	-0.465843	-0.217753	-1.080134	-0.551058	-0.230733	-0.284889	-0.160912	...	-0.256012	-0.147175	-0.278446	-0.166799	-0.248724	-0.191043	0.855988	-0.227208	-0.273892	-0.155935
Afrique du Sud	0.096555	-0.042991	1.144103	-0.345759	-0.217753	1.233562	-0.551058	-0.154571	0.670166	0.005129	...	-0.203232	0.040878	0.660866	0.024998	-0.217589	0.855831	-0.123893	-0.143067	0.393944	0.062309
Albanie	-0.259989	-0.311350	0.186541	-0.465843	-0.217753	-0.190251	-0.551058	-0.230733	-0.289523	-0.243933	...	-0.203232	-0.147175	-0.282241	-0.242148	-0.248724	-0.216892	-0.123893	-0.227208	-0.280004	-0.240417
Algérie	-0.006343	-0.311350	-0.853570	-0.465843	-0.217753	-0.902157	-0.551058	-0.221848	-0.182942	-0.140157	...	-0.256012	-0.136113	-0.179296	-0.139399	-0.248724	-0.048875	-0.123893	-0.227208	-0.173248	-0.134815
Allemagne	0.265511	-0.311350	-0.044595	0.134577	-0.217753	0.165702	0.275529	2.574569	0.494540	0.987541	...	5.233069	-0.110302	0.458772	0.963434	2.024148	-0.216892	-0.123893	2.650670	0.331602	0.533998

```
Nombre total de pays : 174
```

4 – Regroupement des dimensions (ACP)

4. Regroupement des dimensions (ACP)

Méthodologie de mise en œuvre d'une ACP

Mise en œuvre de l'ACP	**Calcul des facteurs principaux d'inertie**	*Le 1ier facteur sera celui qui passe au plus proche de tous les individus du nuage avec l'inertie la plus élevée - la variance consolidée la plus élevée - autrement dit l'étalement maximal.* *Les facteurs suivants sont tous orthogonaux entre eux à partir du premier.* *Les facteurs sont ordonnés par pourcentage d'inertie.* *Plus l'inertie est élevée, plus le facteur explique de variables, plus il minimise la perte d'information*
	Définir le % de valeur propre par facteur d'inertie	*Le % de valeur propre exprime la valeur contributive des variables à chacun des facteurs. Plus cette valeur consodliée est élevée, plus le niveau d'absorption de l'information est élevé, autrement dit plus le niveau de perte d'information est bas.* *On répond ainsi à l'enjeu de l'ACP : combien de facteurs faut-il retenir pour expliquer le plus grand % possible de variables ?*
	Tracer le graphique d'éboulis des valeurs propres	*Ce graphique permet d'identifier le nombre de facteurs à retenir (idéalement 3, voire 4, pas au delà). Les facteurs retenus correspondent aux composantes principales du nuage de points. Identfiier l'effet coude, c'est-à-dire la facteur à partir du quel la pente de la courbe d'inertie cumulée s'affaisse*
	Tracer les cercles de corrélation	*Un cercle de corrélation est le résultat de la projection des variables sur un plan constitué de deux facteurs d'inertie (F1 x F2, F2 x F3, voire F3 x F4)* *Un cercle de corrélation permet de visualiser l'ensemble des variables sur deux facteurs afin de pouvoir donner un nom pour chacun de ces facteurs qui synthétise le nom des principales variables contributives*
	Projeter les individus sur les plans vectoriels	*Les plans vectoriels sont définis par les composantes principales combinées deux à deux (F1 x F2, F2 x F3, voire F3 x F4)*
	Interprétation des résultats	*A partir des projections obtenues, répondre au besoin d'orientation stratégique de l'entreprise (exemple : quels pays cibler en priorité pour internationaliser l'activité)*

4. Regroupement des dimensions (ACP)

Les variables retenues

Nom	Définition
V01	Population
V02	Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Céréales, Autres
V03	Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Viande de Volailles
V04	Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Viande, Autre
V05	Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Céréales, Autres
V06	Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Viande de Volailles
V07	Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Viande, Autre
V08	Disponibilité intérieure - Céréales, Autres
V09	Disponibilité intérieure - Viande de Volailles
V10	Disponibilité intérieure - Viande, Autre
V11	Exportations - Quantité - Céréales, Autres
V12	Exportations - Quantité - Viande de Volailles
V13	Exportations - Quantité - Viande, Autre

Nom	Définition
V14	Importations - Quantité - Céréales, Autres
V15	Importations - Quantité - Viande de Volailles
V16	Importations - Quantité - Viande, Autre
V17	Nourriture - Céréales, Autres
V18	Nourriture - Viande de Volailles
V19	Nourriture - Viande, Autre
V20	Pertes - Céréales, Autres
V21	Pertes - Viande de Volailles
V22	Pertes - Viande, Autre
V23	Production - Céréales, Autres
V24	Production - Viande de Volailles
V25	Production - Viande, Autre

Mesure de pertinence de l'ACP

Indice KMO : `0.617816217350205`

0.9 < KMO <= 1.0	L'ACP sera excellente
0.8 < KMO <= 0.9	L'ACP sera bonne
0.7 < KMO <= 0.8	L'ACP sera satisfaisante
0.6 < KMO <= 0.7	L'ACP sera moyenne
0.5 < KMO <= 0.6	L'ACP ne sera pas satisfaisante
0 < KMO <= 0.5	L'ACP ne sera pas acceptable

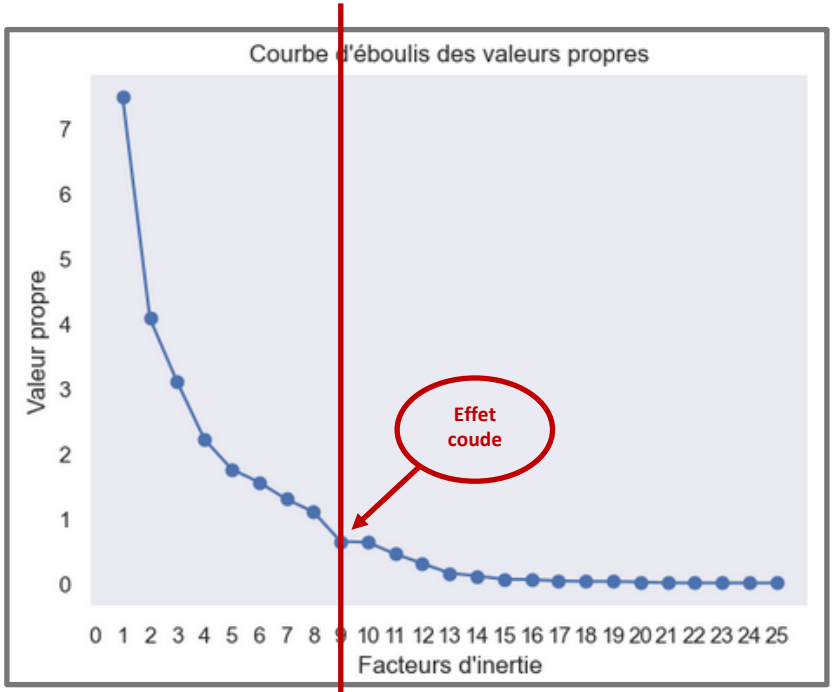
4. Regroupement des dimensions (ACP)

Calcul des 25 facteurs d'inertie et choix des 4 premiers facteurs

	factors	eigen_values	variance_%	cumulative_variance_%
F1	1	7.465283	0.170254	0.170254
F2	2	4.067686	0.124987	0.295240
F3	3	3.093671	0.124959	0.420199
F4	4	2.210561	0.112779	0.532979
F5	5	1.750026	0.088250	0.621229
F6	6	1.549904	0.081010	0.702238
F7	7	1.290695	0.078402	0.780640
F8	8	1.093948	0.059035	0.839676
F9	9	0.638963	0.038121	0.877797
F10	10	0.625684	0.033282	0.911079
F11	11	0.445371	0.029250	0.940329
F12	12	0.300708	0.028807	0.969135
F13	13	0.151630	0.006458	0.975593
F14	14	0.108635	0.004307	0.979900
F15	15	0.057424	0.002595	0.982495
F16	16	0.053114	0.001922	0.984417
F17	17	0.030732	0.000775	0.985192
F18	18	0.024409	0.000772	0.985964
F19	19	0.022984	0.000743	0.986707
F20	20	0.016169	0.000534	0.987241
F21	21	0.001071	0.000000	0.987241
F22	22	0.000651	0.000000	0.987241
F23	23	0.000379	0.000000	0.987241
F24	24	0.000158	0.000000	0.987241
F25	25	0.000143	0.000000	0.987241

On retient les N premiers facteurs pour lesquels la valeur propre est supérieure à 1, soit F1 à F8 qui représentent 83% d'inertie

On conserve les 4 premiers facteurs qui représentent **53%** d'inertie du nuage de points (à optimiser)

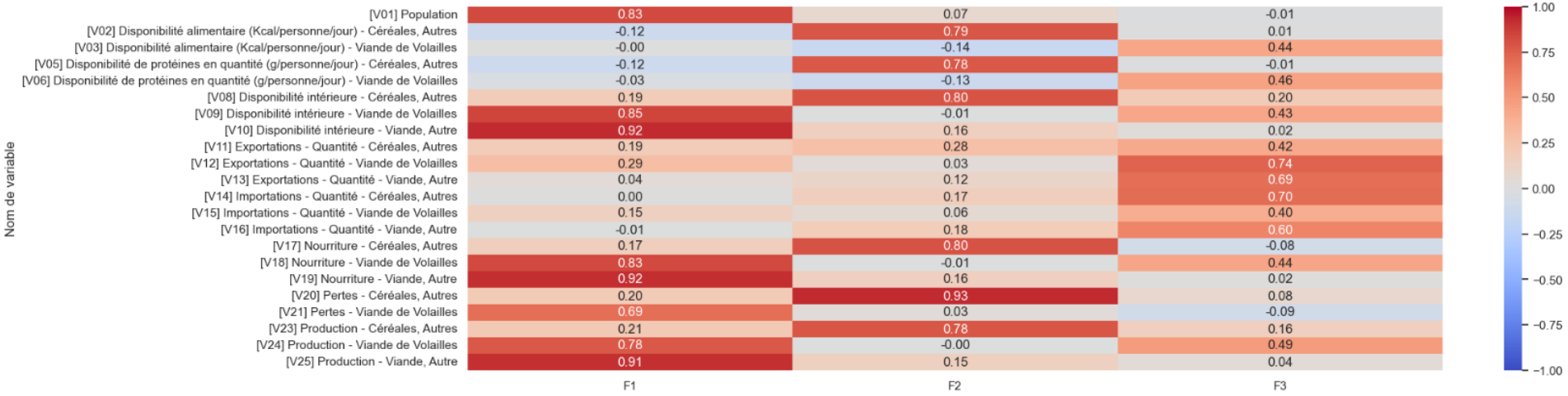


La courbe d'éboulis donne une vision concrète de la représentativité des 8 premiers facteurs (1 à 8), avec un effet coude sur le facteur 9

4. Regroupement des dimensions (ACP)

Calcul ACP itératif complet	Voir annexe 8.4 **Ce calcul itératif aboutit à la sélection des 3 premiers facteurs d'inertie (F1, F2, F3) pour lesquels ont été écartées 3 variables insuffisamment expliquées (V04, V07, V22)**

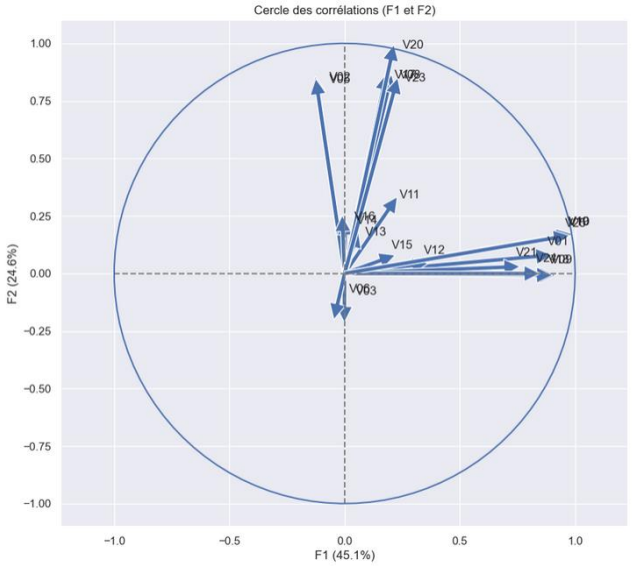
Projection des 22 variables retenues sur les 3 premiers facteurs d'inertie



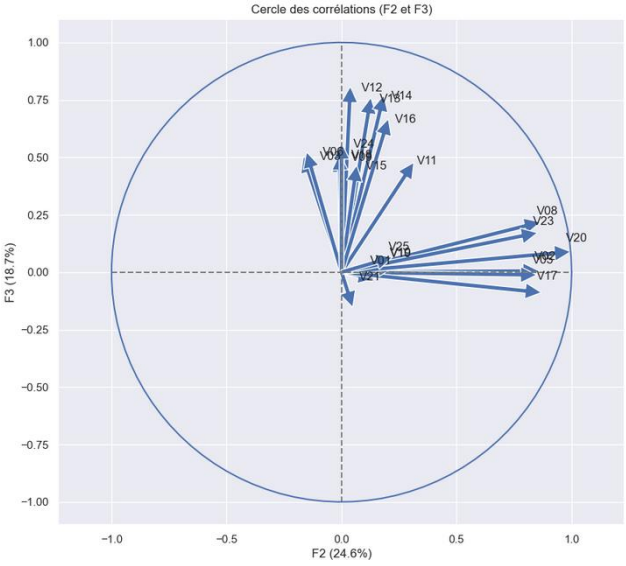
Regroupement par composante principale des variables les mieux représentées et ordonnées par niveau d'inertie décroissant	
F1 :	V10, V19, V25, V09, V18, V01, V24, V21
F2 :	V20, V17, V08, V02, V23, V05
F3 :	V12, V14, V13, V16, V06, V03, V11, V15

4. Regroupement des dimensions (ACP)

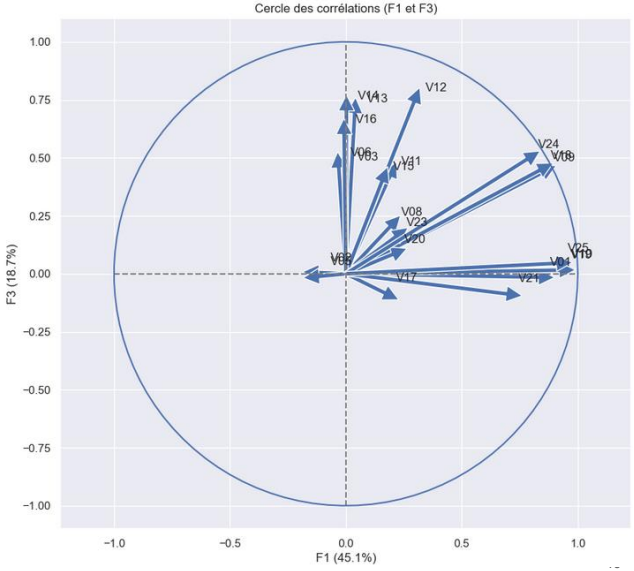
Cercle de corrélation F1 x F2



Cercle de corrélation F2 x F3



Cercle de corrélation F1 x F3



Définition

V01	Population
V02	Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Céréales, Autres
V03	Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Viande de Volailles
V05	Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Céréales, Autres
V06	Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Viande de Volailles
V08	Disponibilité intérieure - Céréales, Autres
V09	Disponibilité intérieure - Viande de Volailles
V10	Disponibilité intérieure - Viande, Autre

Définition

V11	Exportations - Quantité - Céréales, Autres
V12	Exportations - Quantité - Viande de Volailles
V13	Exportations - Quantité - Viande, Autre
V14	Importations - Quantité - Céréales, Autres
V15	Importations - Quantité - Viande de Volailles
V16	Importations - Quantité - Viande, Autre
V17	Nourriture - Céréales, Autres
V18	Nourriture - Viande de Volailles

Définition

V19	Nourriture - Viande, Autre
V20	Pertes - Céréales, Autres
V21	Pertes - Viande de Volailles
V23	Production - Céréales, Autres
V24	Production - Viande de Volailles
V25	Production - Viande, Autre

4. Regroupement des dimensions (ACP)

Regroupement des variables par composante principale

Variable_Total_Name	F1
[V10] Disponibilité intérieure - Viande, Autre	0.922630
[V19] Nourriture - Viande, Autre	0.919633
[V25] Production - Viande, Autre	0.907252
[V09] Disponibilité intérieure - Viande de Volailles	0.845203
[V18] Nourriture - Viande de Volailles	0.832654
[V01] Population	0.830515
[V24] Production - Viande de Volailles	0.778541
[V21] Pertes - Viande de Volailles	0.691449

Variable_Total_Name	F2
[V20] Pertes - Céréales, Autres	0.926043
[V17] Nourriture - Céréales, Autres	0.798854
[V08] Disponibilité intérieure - Céréales, Autres	0.796684
[V02] Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Céréales, Autres	0.788303
[V23] Production - Céréales, Autres	0.783238
[V05] Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Céréales, Autres	0.778116

Variable_Total_Name	F3
[V12] Exportations - Quantité - Viande de Volailles	0.738598
[V14] Importations - Quantité - Céréales, Autres	0.702166
[V13] Exportations - Quantité - Viande, Autre	0.690917
[V16] Importations - Quantité - Viande, Autre	0.600660
[V06] Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Viande de Volailles	0.456472
[V03] Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Viande de Volailles	0.437309
[V11] Exportations - Quantité - Céréales, Autres	0.419349
[V15] Importations - Quantité - Viande de Volailles	0.396230

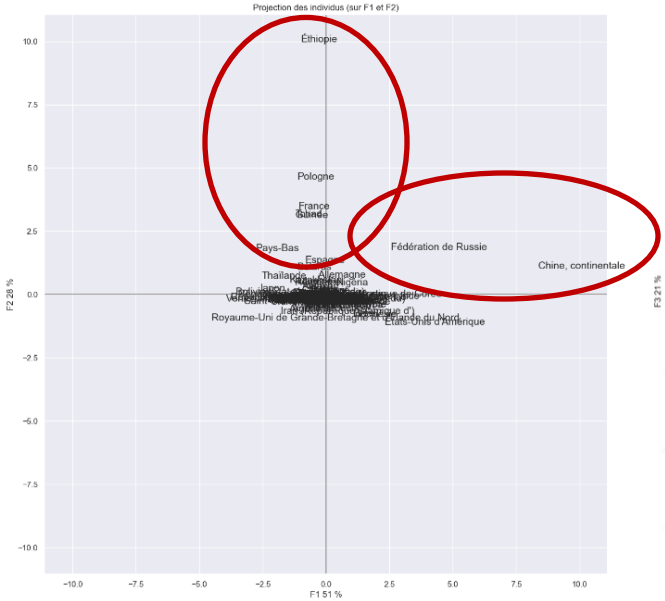
Fact.	Variables	Signification de l'axe
F1	V10 : Disponibilité intérieure de viandes (autres) V19 : Nourriture de viandes (autres) V25 : Production viandes (autres) V09 : Disponibilité intérieure de volailles V18 : Nourriture de volailles V01 : Population V24 : Production volailles V21 : Pertes volailles	Ressources en volailles
F2	V20 : Pertes en céréales (autres) V17 : Nourriture en céréales (autres) V08 : Disponibilité intérieure céréales V02 : Disponibilité énergétique céréales Kcal/h/j V23 : Production en céréales (autres) V05 : Disponibilité protéines céréales g/h/j	Ressources en céréales
F3	V12 : Exportations de volailles V14 : Importations de céréales (autres) V13 : Exportations de viandes (autres) V16 : Importations viandes (autres) V06 : Disponibilité de protéines en qté (g/pers/jour) – Volailles V03 : Disponibilité alimentaire (Kcal/pers/jour) – Volailles V11 : Exportations – Quantité – Céréales, Autres V15 : Importations – Quantité – Volailles	Exportations de volailles

4. Regroupement des dimensions (ACP)

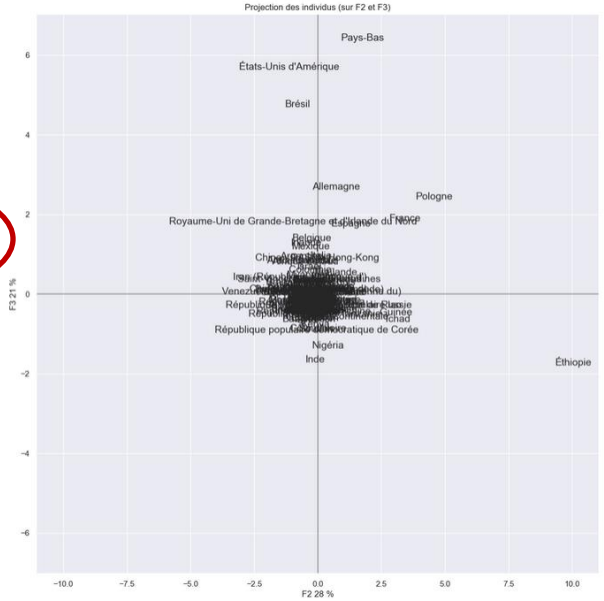
Projection de tous les pays sur les 3 plans factoriels (F1, F2, F3)

F1	Ressources en volailles
F2	Ressources en céréales
F3	Exportations de volaille

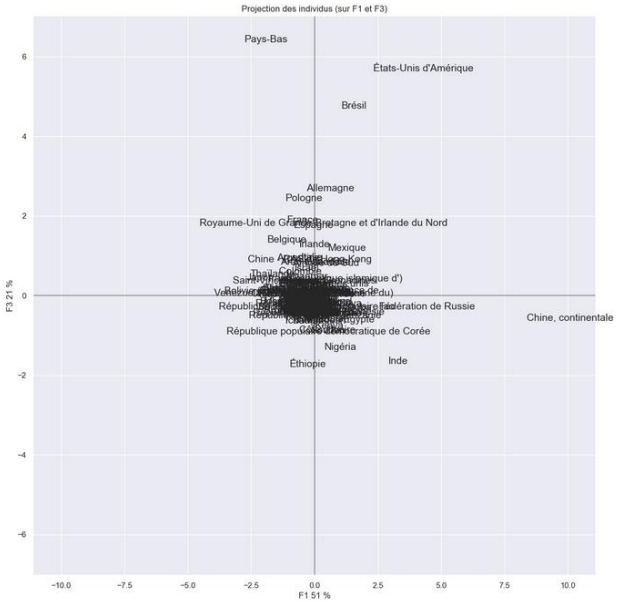
Projection sur le 1ier plan factoriel F1 x F2



Projection sur le 2e plan factoriel F1 x F2



Projection Sur le 3e plan factoriel F1 x F3



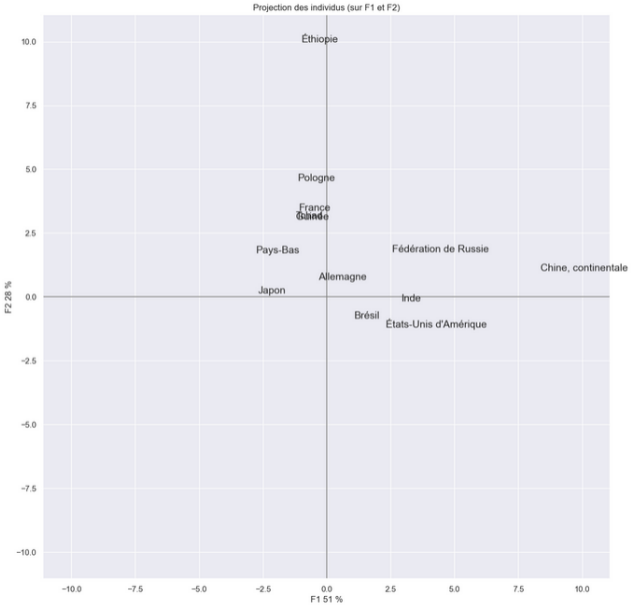

```
Nombre total de pays = 174
```

4. Regroupement des dimensions (ACP)

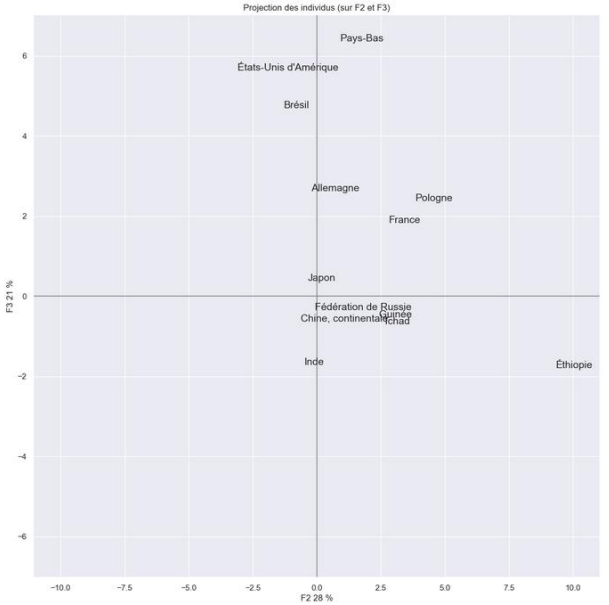
Projection des pays qui sortent du lot
(distance à la moyenne < -2 ou > 2 écarts types)

F1	Ressources en viandes (autres) et volailles
F2	Ressources céréalières (autres) d'un pays
F3	Exportations de viandes (autres) et volailles et importations de céréales

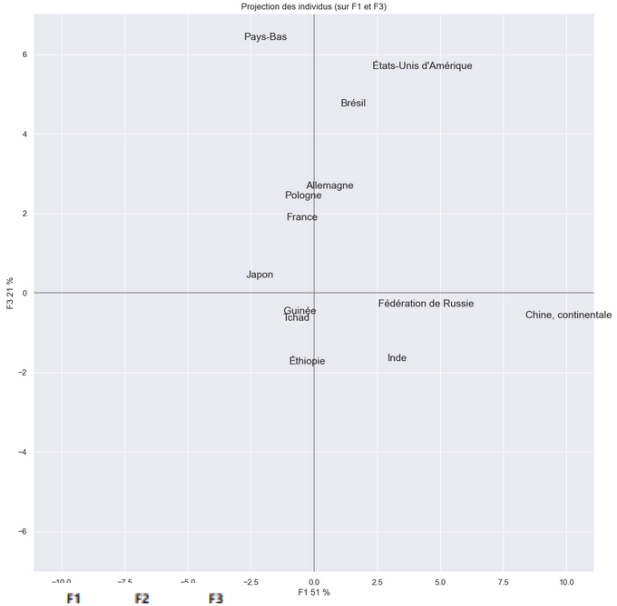
Projection sur le 1ier plan factoriel F1 x F2



Projection sur le 2e plan factoriel F1 x F2



Projection Sur le 3e plan factoriel F1 x F3



Nombre de pays outliers : 13

Pays	F1	F2	F3
Allemagne	0.622027	0.716905	2.634915
Brésil	1.570857	-0.791404	4.705752
Chine, continentale	10.091068	1.082662	-0.611934
États-Unis d'Amérique	4.299298	-1.120678	5.668557
Éthiopie	-0.274864	10.048293	-1.762011

Pays	F1	F2	F3
Fédération de Russie	4.446510	1.804868	-0.326545
France	-0.464595	3.423014	1.837889
Guinée	-0.554527	3.083254	-0.517694
Inde	3.293261	-0.117471	-1.703093

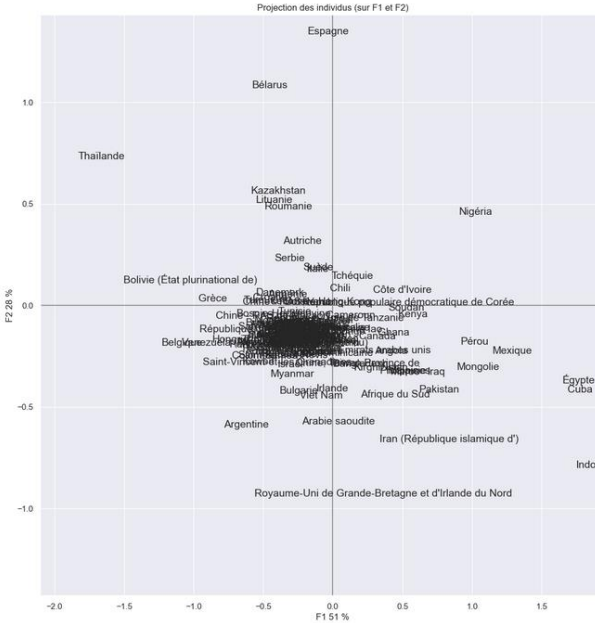
Pays	F1	F2	F3
Japon	-2.147926	0.191861	0.398211
Pays-Bas	-1.917692	1.758110	6.383509
Pologne	-0.408868	4.585340	2.388337
Tchad	-0.691851	3.119647	-0.684411

4. Regroupement des dimensions (ACP)

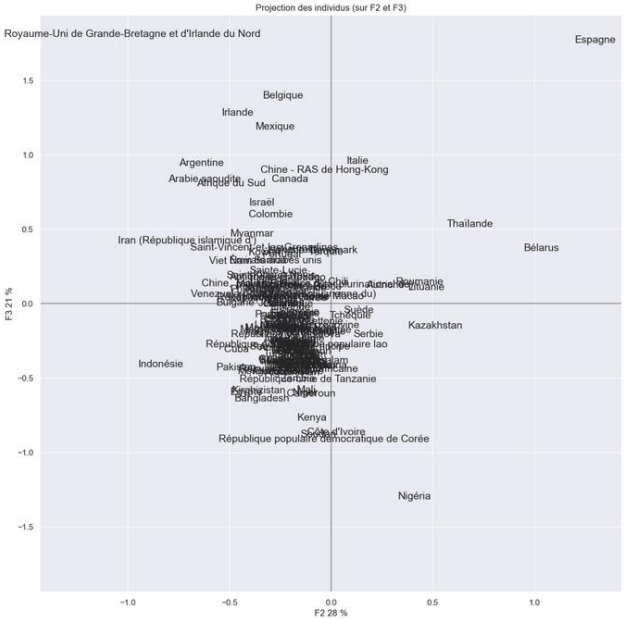
Projection des pays standards
(distance à la moyenne >= -2 et <= 2)

F1	Ressources en viandes (autres) et volailles
F2	Ressources céréalières (autres) d'un pays
F3	Exportations de viandes (autres) et volailles et importations de céréales

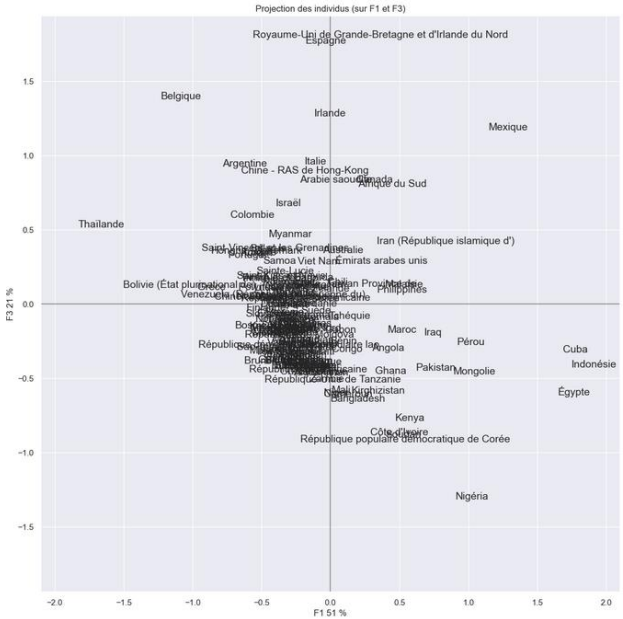
Projection sur le 1ier plan factoriel F1 x F2



Projection sur le 2e plan factoriel F1 x F2



Projection Sur le 3e plan factoriel F1 x F3



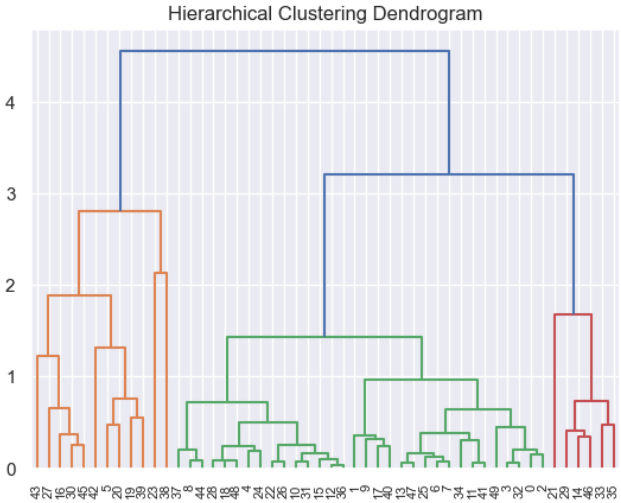

```
Nombre de pays à clusteriser = 161
```

5 – Segmentation des pays (clustering)

5. Segmentation des pays (clusterisation)

Calcul du nombre de clusters à analyser selon la méthode CAH (Classification Ascendante Hiérarchique)

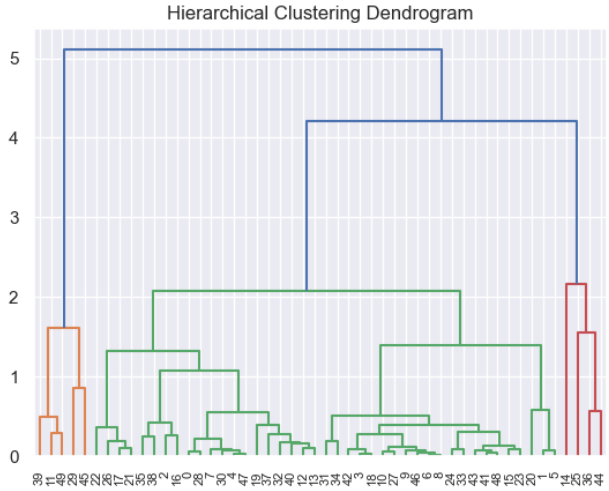
Passe #1/10



Passe #2/10 à #9/10

...

Passe #10/10



Passe	#1/10	#2/10	#3/10	#4/10	#5/10	#6/10	#7/10	#8/10	#9/10	#10/10
Nombre de clusters	3	3	3	3	4	2	2	2	2	3

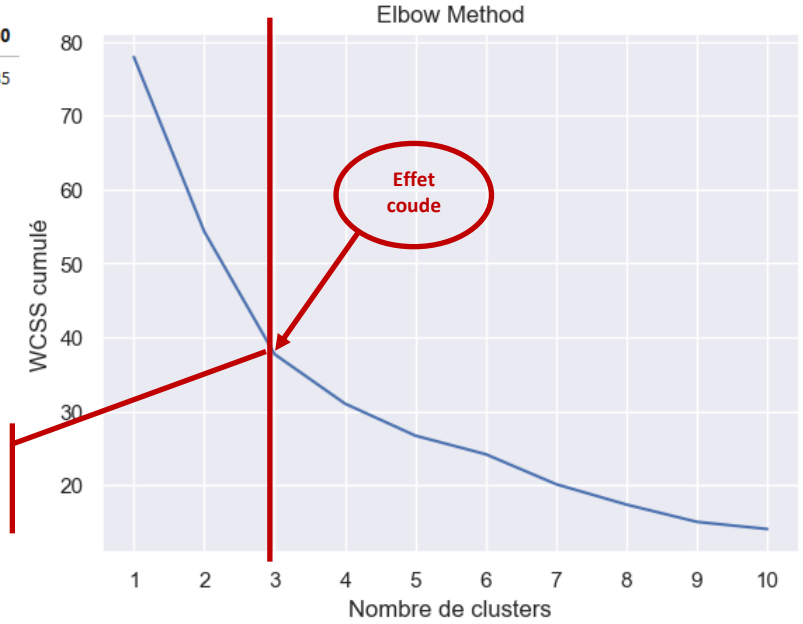
Nombre de clusters retenus : **3**

5. Segmentation des pays (clusterisation)

Calcul du nombre de clusters à analyser selon la méthode Elbow (calcul du WCSS)

Le **WCSS (Within-Cluster Sum of Squares)** représente l'inertie d'un nuage de points par rapport à son centre de gravité (somme des distances euclidiennes)
Le WCSS dans la courbe ci-contre représente le cumul des inerties du nombre de clusters indiqués en abscisse
Pour donner une **vision intuitive** de cette mesure, il suffit d'imaginer **une grande galaxie d'étoiles** qu'on décomposerait en **plusieurs sous-galaxies**

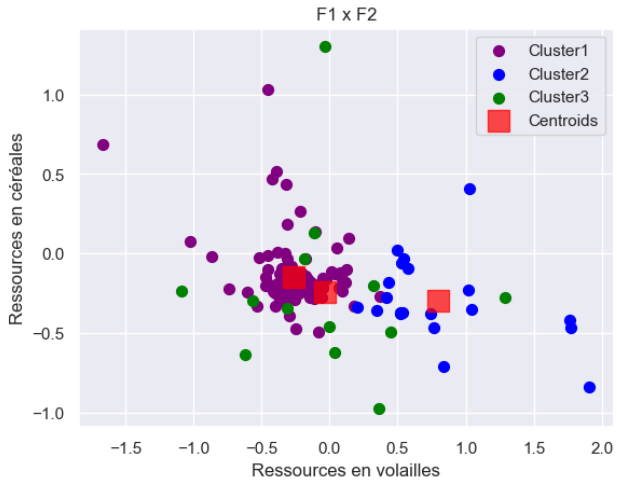
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
WCSS cumulé	77.952312	54.325001	37.705122	31.016742	26.68356	24.167381	20.109983	17.351633	15.01418	14.042385

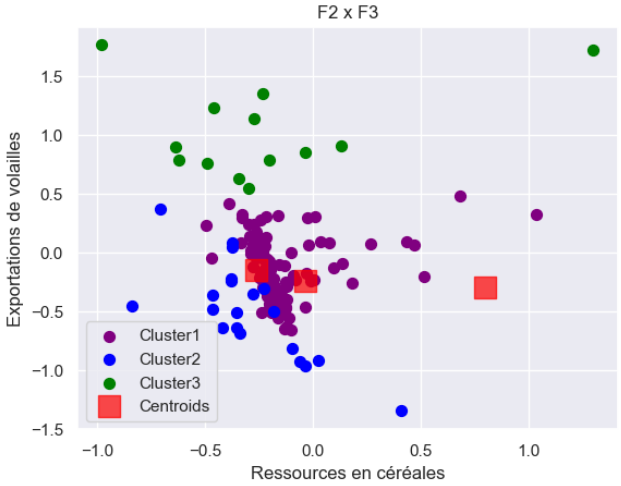


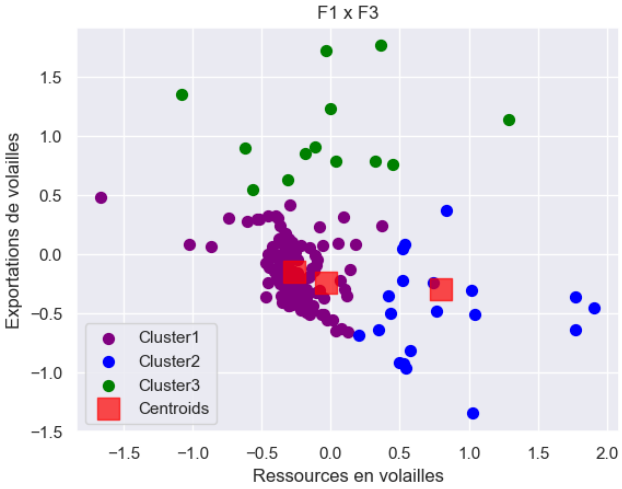
L'effet coude observé au moyen de la méthode Elbow confirme que le nombre de clusters à retenir est égal à 3

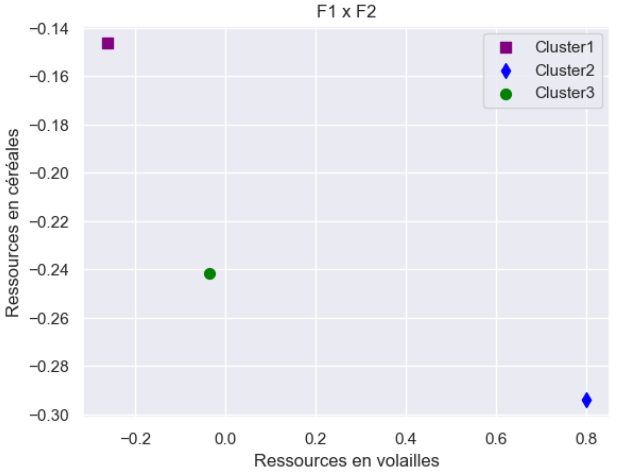
Nombre de clusters retenus	Le nombre de clusters converge entre la méthode CAH et la méthode Elbow ➔ **3 clusters** L'inertie cumulée de ces 3 clusters est égale à 38, alors que l'inertie totale du nuage de point (un seul cluster) est égale à 78, soit une diminution de (30-78)/78 = -51%

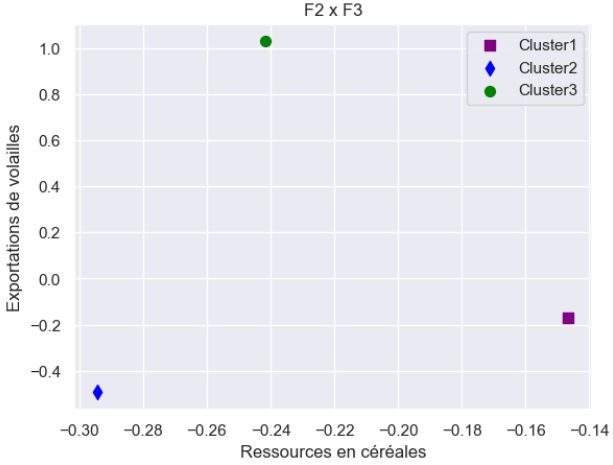
5. Segmentation des pays (clusterisation) - Kmeans

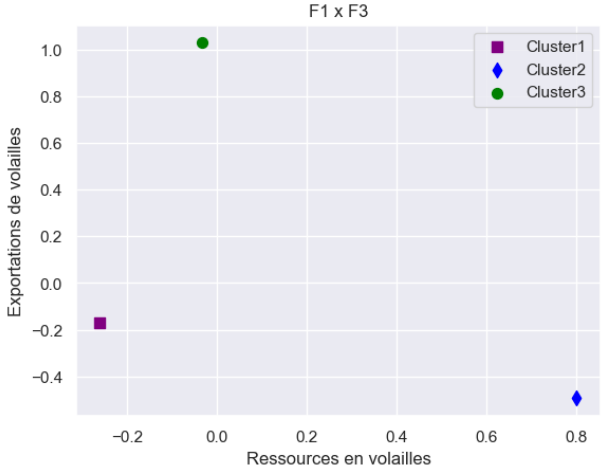












5. Segmentation des pays (clusterisation)

Cluster 1

Pays	Ressources en volailles	Ressources en céréales	Exportations de volailles
Thaïlande	-1.660567	0.682880	0.484002
Bolivie (État plurinational de)	-1.023286	0.076304	0.081185
Grèce	-0.861418	-0.017920	0.062199
Hongrie	-0.734694	-0.219080	0.308695
Portugal	-0.602071	-0.241781	0.279261
Koweït	-0.534925	-0.327159	0.295103
Turquie	-0.513983	-0.024193	0.297017
Malawi	-0.471906	-0.145876	-0.363613
Finlande	-0.468461	-0.200716	-0.076449
Chine - RAS de Macao	-0.456212	-0.100678	-0.000427

Nombre de pays du Cluster 1 : 128

Cluster 2

Pays	Ressources en volailles	Ressources en céréales	Exportations de volailles
Bangladesh	0.200887	-0.338270	-0.689115
Kirghizistan	0.346835	-0.355765	-0.635532
Angola	0.417977	-0.275227	-0.348779
Ghana	0.436749	-0.184055	-0.502285
Côte d'Ivoire	0.497785	0.024714	-0.917174
Maroc	0.521098	-0.377692	-0.225403
Philippines	0.521182	-0.371627	0.044161
Soudan	0.527626	-0.062557	-0.930034
Malaisie	0.533284	-0.372298	0.081394
République populaire démocratique de Corée	0.544000	-0.034879	-0.961616

Nombre de pays du Cluster 2 : 20

5. Segmentation des pays (clusterisation)

Cluster 3

Pays	Ressources en volailles	Ressources en céréales	Exportations de volailles
Belgique	-1.082631	-0.234719	1.347811
Argentine	-0.622055	-0.638096	0.893217
Colombie	-0.565958	-0.297692	0.548397
Israël	-0.308775	-0.341977	0.627586
Chine - RAS de Hong-Kong	-0.186655	-0.032960	0.848463
Italie	-0.110414	0.129669	0.908112
Espagne	-0.031763	1.299792	1.720403
Irlande	-0.005572	-0.460962	1.233093
Arabie saoudite	0.039995	-0.620793	0.788037
Canada	0.319462	-0.202507	0.784944

```
Nombre de pays du Cluster 3 : 13
```

6 – Conclusions de l’étude

6. Conclusions de l'étude

Dénomination des 4 clusters

C1 128 Pays	Pays avec peu de ressources et d'exportations en volailles et beaucoup de ressources en céréales
C2 20 Pays	Pays avec beaucoup de ressources en volailles, très peu d'exportations en volailles et très peu de ressources en céréales
C3 13 pays	Pays avec des ressources limitées en volailles, beaucoup d'exportations en volailles et des ressources limitées en céréales

Classement des clusters par composante principale

Rang	Cluster	Ressources en volaille	Exportations en volailles	Ressources en céréales
1	C01	3ème	2ème	1ier
2	C02	1ier	3ème	3ème
4	C03	2ème	1ier	2ème

Orientation stratégique	**Pour internationaliser le marché de notre entreprise, il convient d'instruire les 10 premiers pays du cluster C1**

Liste ordonnée des 10 pays à instruire en priorité

Pays	Ressources en volailles	Ressources en céréales	Exportations de volailles
Thaïlande	-1.660567	0.682880	0.484002
Bolivie (État plurinational de)	-1.023286	0.076304	0.081185
Grèce	-0.861418	-0.017920	0.062199
Hongrie	-0.734694	-0.219080	0.308695
Portugal	-0.602071	-0.241781	0.279261
Koweït	-0.534925	-0.327159	0.295103
Turquie	-0.513983	-0.024193	0.297017
Malawi	-0.471906	-0.145876	-0.363613
Finlande	-0.468461	-0.200716	-0.076449
Chine - RAS de Macao	-0.456212	-0.100678	-0.000427

7 – Limites de l’étude

7. Limites de l'étude

Les limites de notre étude qui mériteraient un approfondissement de l'ACP et du clustering sont les suivantes :

- ✓ Le choix et le nombre de variables est perfectible :
  - Céréales (autres) ➔ Céréales de consommation courante (Riz, Blé)
  - Viandes (autres) ➔ Viandes de consommation courante (Bœuf, Agneau)
  - Pestel ➔ rajouter des données à caractère politique, légal, écologique et technologiques
- ✓ Le nombre optimal de pays par cluster est de 20 à 30 pays, il conviendrait donc d'effectuer une nouvelle passe complète ACP puis clustering afin de sous-segmenter le cluster 1 (120 pays) et ainsi gagner en précision dans le ciblage

8 – Annexes

Annexe 8.1 : A propos du Feature Engineering

Le **Feature Engineering**, ou ingénierie des caractéristiques, est une étape essentielle de l'analyse de données et de la modélisation prédictive.

Il s'agit de créer de nouvelles variables à partir des variables brutes afin d'améliorer les performances d'un modèle.

Entre autres techniques de Feature Engineering, citons notamment :

- ✓ Le rajout de **variables calculées,**
- ✓ La **décomposition d'une variable composite**, typiquement les dates (jour, mois, année),
- ✓ L'**encodage des données**, c'est-à-dire la transformation de variables qualitatives en variables booléennes,
- ✓ La **normalisation des données** afin de pouvoir les comparer entre elles, typiquement le centrage & réduction des données (origine 0, Z-score),
- ✓ La réduction des dimensions, autrement dit le regroupement de variables corrélées dans une variable abstraite. La technique la plus connue est l'**ACP (Analyse en composantes principales)**

Annexe 8.1 : A propos du Feature Engineering

Dataframe (exemple)

Produit	Date de mise en catalogue	Catégorie	Qualité	Prix unitaire	Quantité
Pommes	2023-05-12	Fruits	Bonne	100	1
Fraises	2023-12-25	Fruits	Moyenne	200	2
Crème	2024-01-25	Hygène	Insuffisante	300	3
Choux	2024-06-30	Légumes	Bonne	400	4
Radis	2024-11-16	Légumes	Moyenne	500	5
Haricots Verts	2025-02-19	Légumes	Insuffisante	600	6

Données calculées

Produit	Prix unitaire	Quantité	Prix vendu
Pommes	-1.46385	-1.46385	2.142857
Fraises	-0.87831	-0.87831	0.771429
Crème	-0.29277	-0.29277	0.085714
Choux	0.29277	0.29277	0.085714
Radis	0.87831	0.87831	0.771429
Haricots Verts	1.46385	1.46385	2.142857

Encodage de données qualitatives

Produit	Catégorie_Fruits	Catégorie_Hygène	Catégorie_Légumes	Qualité_Bonne	Qualité_Insuffisante	Qualité_Moyenne
Pommes	True	False	False	True	False	False
Fraises	True	False	False	False	False	True
Crème	False	True	False	False	True	False
Choux	False	False	True	True	False	False
Radis	False	False	True	False	False	True
Haricots Verts	False	False	True	False	True	False

Décomposition de variables

Produit	Date	Jour	Mois	Année
Pommes	2023-05-12	12	5	2023
Fraises	2023-12-25	25	12	2023
Crème	2024-01-25	25	1	2024
Choux	2024-06-30	30	6	2024
Radis	2024-11-16	16	11	2024
Haricots Verts	2025-02-19	19	2	2025

Centrage et réduction des données (normalisation)

Produit	Prix unitaire	Quantité	Prix vendu
Pommes	-1.46385	-1.46385	-1.160038
Fraises	-0.87831	-0.87831	-0.914383
Crème	-0.29277	-0.29277	-0.504958
Choux	0.29277	0.29277	0.068238
Radis	0.87831	0.87831	0.805203
Haricots Verts	1.46385	1.46385	1.705938

ACP

Produit	F1	F2
Pommes	-2.360881	0.240092
Fraises	-1.541996	-0.034659
Crème	-0.629011	-0.175375
Choux	0.378075	-0.182055
Radis	1.479262	-0.054698
Haricots Verts	2.674550	0.206695

Annexe 8.2 : Règle de calcul de la disponibilité intérieure

Disponibilité alimentaire = Ressources alimentaires = Consommations alimentaires

Avec :

- ✓ Ressources alimentaires = Production + Importations - Exportations - Variations de stock
- ✓ Consommations alimentaires = Nourriture + Aliments pour animaux + Semences + Traitement + Autres utilisations + Pertes

Annexe 8.3 : Paramètres de calcul des besoins énergétiques

Paramètre	Hypothèse	Valeur retenue
Besoin énergétique global	Homme ~3600 Kcal/jour Femme ~3200 Kcal/jour	3400 kcal/jour
Besoin énergétique en volaille	150 Kcal pour 100g 200g recommandés pas semaine	300 kcal/semaine

Annexe 8.4 – ACP complète étape par étape

Méthodologie de mise en œuvre d'une ACP

Mise en œuvre de l'ACP	**Calcul des facteurs principaux d'inertie**	*Le 1ier facteur sera celui qui passe au plus proche de tous les individus du nuage avec l'inertie la plus élevée - la variance consolidée la plus élevée - autrement dit l'étalement maximal.* *Les facteurs suivants sont tous orthogonaux entre eux à partir du premier.* *Les facteurs sont ordonnés par pourcentage d'inertie.* *Plus l'inertie est élevée, plus le facteur explique de variables, plus il minimise la perte d'information*
	Définir le % de valeur propre par facteur d'inertie	*Le % de valeur propre exprime la valeur contributive des variables à chacun des facteurs. Plus cette valeur consodliée est élevée, plus le niveau d'absorption de l'information est élevé, autrement dit plus le niveau de perte d'information est bas.* *On répond ainsi à l'enjeu de l'ACP : combien de facteurs faut-il retenir pour expliquer le plus grand % possible de variables ?*
	Tracer le graphique d'éboulis des valeurs propres	*Ce graphique permet d'identifier le nombre de facteurs à retenir (idéalement 3, voire 4, pas au delà). Les facteurs retenus correspondent aux composantes principales du nuage de points. Identfiier l'effet coude, c'est-à-dire la facteur à partir du quel la pente de la courbe d'inertie cumulée s'affaisse*
	Tracer les cercles de corrélation	*Un cercle de corrélation est le résultat de la projection des variables sur un plan constitué de deux facteurs d'inertie (F1 x F2, F2 x F3, voire F3 x F4)* *Un cercle de corrélation permet de visualiser l'ensemble des variables sur deux facteurs afin de pouvoir donner un nom pour chacun de ces facteurs qui synthétise le nom des principales variables contributives*
	Projeter les individus sur les plans vectoriels	*Les plans vectoriels sont définis par les composantes principales combinées deux à deux (F1 x F2, F2 x F3, voire F3 x F4)*
	Interprétation des résultats	*A partir des projections obtenues, répondre au besoin d'orientation stratégique de l'entreprise (exemple : quels pays cibler en priorité pour internationaliser l'activité)*

Annexe 8.4 – ACP complète étape par étape

Les variables retenues

Nom	Définition
V01	Population
V02	Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Céréales, Autres
V03	Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Viande de Volailles
V04	Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Viande, Autre
V05	Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Céréales, Autres
V06	Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Viande de Volailles
V07	Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Viande, Autre
V08	Disponibilité intérieure - Céréales, Autres
V09	Disponibilité intérieure - Viande de Volailles
V10	Disponibilité intérieure - Viande, Autre
V11	Exportations - Quantité - Céréales, Autres
V12	Exportations - Quantité - Viande de Volailles
V13	Exportations - Quantité - Viande, Autre

Nom	Définition
V14	Importations - Quantité - Céréales, Autres
V15	Importations - Quantité - Viande de Volailles
V16	Importations - Quantité - Viande, Autre
V17	Nourriture - Céréales, Autres
V18	Nourriture - Viande de Volailles
V19	Nourriture - Viande, Autre
V20	Pertes - Céréales, Autres
V21	Pertes - Viande de Volailles
V22	Pertes - Viande, Autre
V23	Production - Céréales, Autres
V24	Production - Viande de Volailles
V25	Production - Viande, Autre

Mesure de pertinence de l'ACP

Indice KMO : `0.617816217350205`

$0,9 < \text{KMO} \leq 1,0$	L'ACP sera incroyable
$0,8 < \text{KMO} \leq 0,9$	L'ACP sera méritoire
$0,7 < \text{KMO} \leq 0,8$	L'ACP sera moyenne
$0,6 < \text{KMO} \leq 0,7$	L'ACP sera médiocre
$0,5 < \text{KMO} \leq 0,6$	L'ACP sera misérable
$0,0 < \text{KMO} \leq 0,5$	L'ACP sera inacceptable

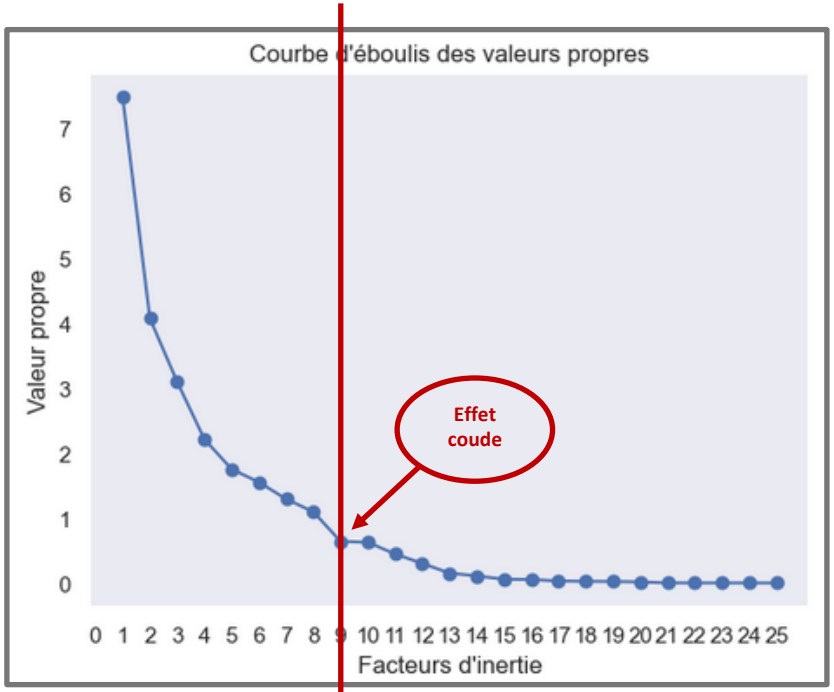
Annexe 8.4 – ACP complète étape par étape

Itération #1/4 – calcul des facteurs d'inertie

	factors	eigen_values	variance_%	cumulative_variance_%
F1	1	7.465283	0.170254	0.170254
F2	2	4.067686	0.124987	0.295240
F3	3	3.093671	0.124959	0.420199
F4	4	2.210561	0.112779	0.532979
F5	5	1.750026	0.088250	0.621229
F6	6	1.549904	0.081010	0.702238
F7	7	1.290695	0.078402	0.780640
F8	8	1.093948	0.059035	0.839676
F9	9	0.638963	0.038121	0.877797
F10	10	0.625684	0.033282	0.911079
F11	11	0.445371	0.029250	0.940329
F12	12	0.300708	0.028807	0.969135
F13	13	0.151630	0.006458	0.975593
F14	14	0.108635	0.004307	0.979900
F15	15	0.057424	0.002595	0.982495
F16	16	0.053114	0.001922	0.984417
F17	17	0.030732	0.000775	0.985192
F18	18	0.024409	0.000772	0.985964
F19	19	0.022984	0.000743	0.986707
F20	20	0.016169	0.000534	0.987241
F21	21	0.001071	0.000000	0.987241
F22	22	0.000651	0.000000	0.987241
F23	23	0.000379	0.000000	0.987241
F24	24	0.000158	0.000000	0.987241
F25	25	0.000143	0.000000	0.987241

On retient les N premiers facteurs pour lesquels la valeur propre est supérieure à 1, soit F1 à F8 qui représentent 84% d'inertie

On conserve les 4 premiers facteurs qui représentent **53%** d'inertie du nuage de points (à optimiser)



La courbe d'éboulis donne une vision concrète de la représentativité des 8 premiers facteurs (1 à 8), avec un effet coude sur le facteur 9

Annexe 8.4 – ACP complète étape par étape

Itération #2/4 – calcul de l'ACP sur les 4 premiers facteurs d'inertie F1 à F4

	factors	eigen_values	variance_%	cumulative_variance_%
F1	1	7.465283	0.241720	0.241720
F2	2	4.067686	0.169448	0.411168
F3	3	3.093671	0.128530	0.539698
F4	4	2.210561	0.078507	0.618205
F5	5	1.750026	NaN	NaN
F6	6	1.549904	NaN	NaN
F7	7	1.290695	NaN	NaN
F8	8	1.093948	NaN	NaN
F9	9	0.638963	NaN	NaN
F10	10	0.625684	NaN	NaN
F11	11	0.445371	NaN	NaN
F12	12	0.300708	NaN	NaN
F13	13	0.151630	NaN	NaN
F14	14	0.108635	NaN	NaN
F15	15	0.057424	NaN	NaN
F16	16	0.053114	NaN	NaN
F17	17	0.030732	NaN	NaN
F18	18	0.024409	NaN	NaN
F19	19	0.022984	NaN	NaN
F20	20	0.016169	NaN	NaN
F21	21	0.001071	NaN	NaN
F22	22	0.000651	NaN	NaN
F23	23	0.000379	NaN	NaN
F24	24	0.000158	NaN	NaN
F25	25	0.000143	NaN	NaN

Les 4 premiers facteurs F1 à F4 représentent désormais **62%** de l'inertie totale du nuage de points

On met de côté les variables insuffisamment expliquées par aucun des 4 facteurs (%représentativité < 0.3), soit **V04, V07 et V23**

Variable_Total_Name	communalities	F1	F2	F3	F4
[V01] Population	0.691279	0.827819	0.071706	0.001950	-0.029150
[V02] Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Céréales, Autres	0.631664	-0.112445	0.765552	0.086688	-0.159483
[V03] Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Viande de Volailles	0.487838	-0.032705	-0.110032	0.246618	0.643305
[V04] Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Viande, Autre	0.179202	0.021413	-0.048825	0.146239	-0.393667
[V05] Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Céréales, Autres	0.620599	-0.110182	0.754496	0.078987	-0.181537
[V06] Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Viande de Volailles	0.475909	-0.062180	-0.100703	0.275401	0.621334
[V07] Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Viande, Autre	0.201572	0.038117	-0.020937	0.201000	-0.399098
[V08] Disponibilité intérieure - Céréales, Autres	0.755774	0.178156	0.818752	0.153988	0.173108
[V09] Disponibilité intérieure - Viande de Volailles	0.920217	0.843349	0.007384	0.319477	0.326895
[V10] Disponibilité intérieure - Viande, Autre	0.907411	0.931024	0.144840	0.076314	-0.117489
[V11] Exportations - Quantité - Céréales, Autres	0.317448	0.182896	0.292924	0.323930	0.305389
[V12] Exportations - Quantité - Viande de Volailles	0.600801	0.298098	0.039635	0.607264	0.376294
[V13] Exportations - Quantité - Viande, Autre	0.541345	0.056178	0.078210	0.728276	0.041059
[V14] Importations - Quantité - Céréales, Autres	0.765914	0.015726	0.110034	0.860809	-0.112101
[V15] Importations - Quantité - Viande de Volailles	0.214402	0.162674	0.031585	0.432251	0.010027
[V16] Importations - Quantité - Viande, Autre	0.735244	0.004336	0.121119	0.817574	-0.228316
[V17] Nourriture - Céréales, Autres	0.659087	0.162687	0.789291	-0.033669	-0.092232
[V18] Nourriture - Viande de Volailles	0.907414	0.830721	0.007791	0.327509	0.331654
[V19] Nourriture - Viande, Autre	0.902547	0.928137	0.144882	0.073916	-0.121054
[V20] Pertes - Céréales, Autres	0.959306	0.187855	0.952178	0.049724	0.122070
[V21] Pertes - Viande de Volailles	0.479460	0.687578	0.028531	-0.072415	-0.025276
[V22] Pertes - Viande, Autre	0.013158	0.044998	0.010621	-0.017336	0.103537
[V23] Production - Céréales, Autres	0.753996	0.199422	0.815739	0.095740	0.199075
[V24] Production - Viande de Volailles	0.869538	0.777447	0.015916	0.362394	0.365420
[V25] Production - Viande, Autre	0.864006	0.912054	0.143904	0.081956	-0.068834

Annexe 8.4 – ACP complète étape par étape

Itération #3/4 – calcul de l'ACP sur les 4 premiers facteurs d'inertie F1 à F4 sans les 3 variables V04, V07 et V22

	factors	eigen_values	variance_%	cumulative_variance_%
F1	1	7.460689	0.276772	0.276772
F2	2	4.066098	0.192869	0.469641
F3	3	3.092714	0.133185	0.602826
F4	4	1.912021	0.099744	0.702571
F5	5	1.557298	NaN	NaN
F6	6	1.298357	NaN	NaN
F7	7	0.759931	NaN	NaN
F8	8	0.650252	NaN	NaN
F9	9	0.446535	NaN	NaN
F10	10	0.305869	NaN	NaN
F11	11	0.151770	NaN	NaN
F12	12	0.111949	NaN	NaN
F13	13	0.065604	NaN	NaN
F14	14	0.052952	NaN	NaN
F15	15	0.025289	NaN	NaN
F16	16	0.023633	NaN	NaN
F17	17	0.016434	NaN	NaN
F18	18	0.001219	NaN	NaN
F19	19	0.000657	NaN	NaN
F20	20	0.000392	NaN	NaN
F21	21	0.000178	NaN	NaN
F22	22	0.000157	NaN	NaN

Les 4 premiers facteurs F1 à F4 représentent désormais **70%** de l'inertie totale du nuage de points

Toutes les variables conservées ont un %de représentativité > 0.3 pour les 4 facteurs F1 à F4

Variable_Total_Name	communalities	F1	F2	F3	F4
[V01] Population	0.707488	0.831614	0.062604	0.035604	-0.103533
[V02] Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Céréales, Autres	0.632264	-0.119851	0.752389	0.135201	-0.183115
[V03] Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Viande de Volailles	0.698734	-0.024243	-0.067659	0.070523	0.829816
[V05] Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Céréales, Autres	0.619687	-0.118397	0.740760	0.128790	-0.200890
[V06] Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Viande de Volailles	0.697079	-0.056123	-0.057498	0.099721	0.825033
[V08] Disponibilité intérieure - Céréales, Autres	0.764082	0.182004	0.830757	0.114646	0.166301
[V09] Disponibilité intérieure - Viande de Volailles	0.906998	0.858707	0.018531	0.269659	0.310744
[V10] Disponibilité intérieure - Viande, Autre	0.874651	0.918880	0.152997	0.053238	-0.063775
[V11] Exportations - Quantité - Céréales, Autres	0.306066	0.196660	0.305550	0.266700	0.320783
[V12] Exportations - Quantité - Viande de Volailles	0.571663	0.321782	0.050587	0.544562	0.411111
[V13] Exportations - Quantité - Viande, Autre	0.552280	0.068426	0.075590	0.722862	0.139125
[V14] Importations - Quantité - Céréales, Autres	0.874529	0.020387	0.094314	0.930105	-0.011126
[V15] Importations - Quantité - Viande de Volailles	0.201477	0.166553	0.039118	0.396965	0.120939
[V16] Importations - Quantité - Viande, Autre	0.714822	0.008319	0.111619	0.835048	-0.070639
[V17] Nourriture - Céréales, Autres	0.652757	0.155245	0.781292	-0.005503	-0.134941
[V18] Nourriture - Viande de Volailles	0.895184	0.846571	0.019728	0.274341	0.320700
[V19] Nourriture - Viande, Autre	0.869211	0.915790	0.152889	0.051497	-0.067174
[V20] Pertes - Céréales, Autres	0.974330	0.187688	0.963925	0.020090	0.097722
[V21] Pertes - Viande de Volailles	0.484571	0.686454	0.019410	-0.035345	-0.108284
[V23] Production - Céréales, Autres	0.767426	0.203212	0.830588	0.050135	0.183687
[V24] Production - Viande de Volailles	0.847975	0.794604	0.027444	0.309094	0.346824
[V25] Production - Viande, Autre	0.843279	0.903721	0.154096	0.049910	-0.018158

Annexe 8.4 – ACP complète étape par étape

Itération #4/4 – calcul de l'ACP sur les 3 premiers facteurs F1 à F3 sans les 3 variables V04, V07 et V22 *pour faciliter la mentalisation du résultat projeté sur 3 dimensions*

	factors	eigen_values	variance_%	cumulative_variance_%
F1	1	7.460689	0.273825	0.273825
F2	2	4.066098	0.192948	0.466773
F3	3	3.092714	0.151226	0.617998
F4	4	1.912021	NaN	NaN
F5	5	1.557298	NaN	NaN
F6	6	1.298357	NaN	NaN
F7	7	0.759931	NaN	NaN
F8	8	0.650252	NaN	NaN
F9	9	0.446535	NaN	NaN
F10	10	0.305869	NaN	NaN
F11	11	0.151770	NaN	NaN
F12	12	0.111949	NaN	NaN
F13	13	0.065604	NaN	NaN
F14	14	0.052952	NaN	NaN
F15	15	0.025289	NaN	NaN
F16	16	0.023633	NaN	NaN
F17	17	0.016434	NaN	NaN
F18	18	0.001219	NaN	NaN
F19	19	0.000657	NaN	NaN
F20	20	0.000392	NaN	NaN
F21	21	0.000178	NaN	NaN
F22	22	0.000157	NaN	NaN

Les 3 premiers facteurs F1 à F3 représentent **62%** de l'inertie totale du nuage de points (ce qui reste acceptable)

Toutes les variables conservées ont un %de représentativité > 0.3 pour les 3 facteurs F1 à F3

Variable_Total_Name	communalities	F1	F2	F3
[V01] Population	0.695430	0.830515	0.073874	-0.014741
[V02] Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Céréales, Autres	0.635119	-0.116924	0.788303	0.005076
[V03] Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Viande de Volailles	0.211901	-0.000928	-0.143738	0.437309
[V05] Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Céréales, Autres	0.618833	-0.115089	0.778116	-0.011059
[V06] Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Viande de Volailles	0.226907	-0.030729	-0.132650	0.456472
[V08] Disponibilité intérieure - Céréales, Autres	0.710485	0.188294	0.796684	0.200811
[V09] Disponibilité intérieure - Viande de Volailles	0.903283	0.845203	-0.007343	0.434581
[V10] Disponibilité intérieure - Viande, Autre	0.876966	0.922630	0.159227	0.019159
[V11] Exportations - Quantité - Céréales, Autres	0.287695	0.189274	0.275711	0.419349
[V12] Exportations - Quantité - Viande de Volailles	0.632561	0.292956	0.034806	0.738598
[V13] Exportations - Quantité - Viande, Autre	0.492200	0.037851	0.115760	0.690917
[V14] Importations - Quantité - Céréales, Autres	0.520952	0.002202	0.167062	0.702166
[V15] Importations - Quantité - Viande de Volailles	0.184039	0.154582	0.056079	0.396230
[V16] Importations - Quantité - Viande, Autre	0.394247	-0.007716	0.182743	0.600660
[V17] Nourriture - Céréales, Autres	0.672252	0.165617	0.798854	-0.081577
[V18] Nourriture - Viande de Volailles	0.891012	0.832654	-0.007064	0.444578
[V19] Nourriture - Viande, Autre	0.871402	0.919633	0.159488	0.015497
[V20] Pertes - Céréales, Autres	0.904159	0.199394	0.926043	0.082738
[V21] Pertes - Viande de Volailles	0.486309	0.691449	0.027224	-0.086408
[V23] Production - Céréales, Autres	0.683111	0.211793	0.783238	0.157456
[V24] Production - Viande de Volailles	0.848320	0.778541	-0.000354	0.492133
[V25] Production - Viande, Autre	0.848783	0.907252	0.153796	0.044989

Annexe 8.4 – ACP complète étape par étape

Nom	Définition
V01	Population
V02	Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Céréales, Autres
V03	Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Viande de Volailles
V04	Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Viande, Autre
V05	Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Céréales, Autres
V06	Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Viande de Volailles
V07	Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Viande, Autre
V08	Disponibilité intérieure - Céréales, Autres
V09	Disponibilité intérieure - Viande de Volailles
V10	Disponibilité intérieure - Viande, Autre
V11	Exportations - Quantité - Céréales, Autres
V12	Exportations - Quantité - Viande de Volailles
V13	Exportations - Quantité - Viande, Autre
V14	Importations - Quantité - Céréales, Autres
V15	Importations - Quantité - Viande de Volailles
V16	Importations - Quantité - Viande, Autre
V17	Nourriture - Céréales, Autres
V18	Nourriture - Viande de Volailles
V19	Nourriture - Viande, Autre
V20	Pertes - Céréales, Autres
V21	Pertes - Viande de Volailles
V22	Pertes - Viande, Autre
V23	Production - Céréales, Autres
V24	Production - Viande de Volailles
V25	Production - Viande, Autre

Synthèse des résultats obtenus

[1] Ne sont retenus que les facteurs dont la valeur propre est supérieure à 1

[2] Ne sont retenues que les variables pour lesquelles le %variance est supérieur à 0.3 sur au moins un facteur

	Itération	Paramètres de l'ACP			Analyse du résultat obtenu		Décision			
		Variables initiales	Nombre de composantes		%d'inertie cumulé [1]	%de représentativité des variables [1]	Facteurs retenus	Variables retirées	Variables retenues	
BEGIN	01	25 variables V01 à V25	25 (maximal)	ACP passe 01	%Inertie [F1 à F24] = 99% %Inertie [F1 à F8] = 84% %Inertie[F1 à F4] = 53%	Supérieur à 30% sur au moins un des 25 facteurs pour les 25 variables	4 premiers facteurs F1 à F4 %Inertie[F1 à F4] = 53%	Aucune	25 variables V01 à V25	
	02	25 variables V01 à V25	4	ACP passe 02	%Inertie [F1 à F4] = 62%	Inférieur à 30% sur les 4 facteurs pour les 3 variables V04, V07 et V22	4 premiers facteurs F1 à F4 %Inertie[F1 à F4] = 62%	3 variables V04, V07, V22	22 variables V01 à V25 sauf V04, V07, V22	
	03	22 variables V01 à V25 sauf V04, V07 et V22	4	ACP passe 03	%Inertie [F1 à F4] = 70%	Supérieur à 30% sur au moins un des 4 facteurs pour les 22 variables retenues	3 premiers facteurs F1 à F3 %Inertie[F1 à F3] = 60%	Aucune	22 variables V01 à V25 sauf V04, V07, V22	
	04	Nombre : 22 V01 à V25 sauf V04, V07, V22	3	ACP passe 03	%Inertie [F1 à F3] = 62%	Supérieur à 30% sur au moins un des 3 facteurs pour les 22 variables retenues	3 premiers facteurs F1 à F3 %Inertie[F1 à F3] = 62%	Aucune	22 variables V01 à V25 sauf V04, V07, V22	STOP

On retient les 3 premiers facteurs (F1, F2, F3) qui expliquent toutes les variables sauf :

V04	Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Viande, Autre
V07	Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Viande, Autre
V22	Pertes - Viande, Autre

Les 22 variables conservées sont expliquées à 62% par les 3 premiers facteurs F1 à F3

Annexe 8.4 – ACP complète étape par étape

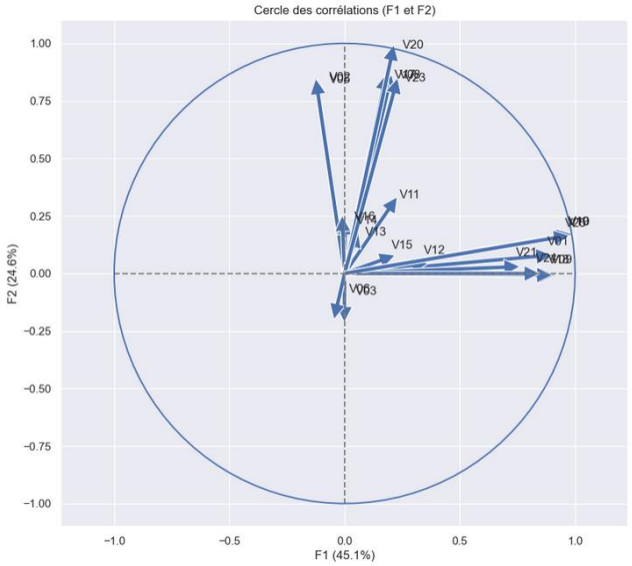
Projection des 22 variables retenues sur les 3 premiers facteurs d'inertie

Nom de variable	F1	F2	F3
[V01] Population	0.83	0.07	-0.01
[V02] Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Céréales, Autres	-0.12	0.79	0.01
[V03] Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Viande de Volailles	-0.00	-0.14	0.44
[V05] Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Céréales, Autres	-0.12	0.78	-0.01
[V06] Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Viande de Volailles	-0.03	-0.13	0.46
[V08] Disponibilité intérieure - Céréales, Autres	0.19	0.80	0.20
[V09] Disponibilité intérieure - Viande de Volailles	0.85	-0.01	0.43
[V10] Disponibilité intérieure - Viande, Autre	0.92	0.16	0.02
[V11] Exportations - Quantité - Céréales, Autres	0.19	0.28	0.42
[V12] Exportations - Quantité - Viande de Volailles	0.29	0.03	0.74
[V13] Exportations - Quantité - Viande, Autre	0.04	0.12	0.69
[V14] Importations - Quantité - Céréales, Autres	0.00	0.17	0.70
[V15] Importations - Quantité - Viande de Volailles	0.15	0.06	0.40
[V16] Importations - Quantité - Viande, Autre	-0.01	0.18	0.60
[V17] Nourriture - Céréales, Autres	0.17	0.80	-0.08
[V18] Nourriture - Viande de Volailles	0.83	-0.01	0.44
[V19] Nourriture - Viande, Autre	0.92	0.16	0.02
[V20] Pertes - Céréales, Autres	0.20	0.93	0.08
[V21] Pertes - Viande de Volailles	0.69	0.03	-0.09
[V23] Production - Céréales, Autres	0.21	0.78	0.16
[V24] Production - Viande de Volailles	0.78	-0.00	0.49
[V25] Production - Viande, Autre	0.91	0.15	0.04

Regroupement par composante principale des variables les mieux représentées et ordonnées par niveau d'inertie décroissant
F1 : V10, V19, V25, V09, V18, V01, V24, V21
F2 : V20, V17, V08, V02, V23, V05
F3 : V12, V14, V13, V16, V06, V03, V11, V15

Annexe 8.4 – ACP complète étape par étape

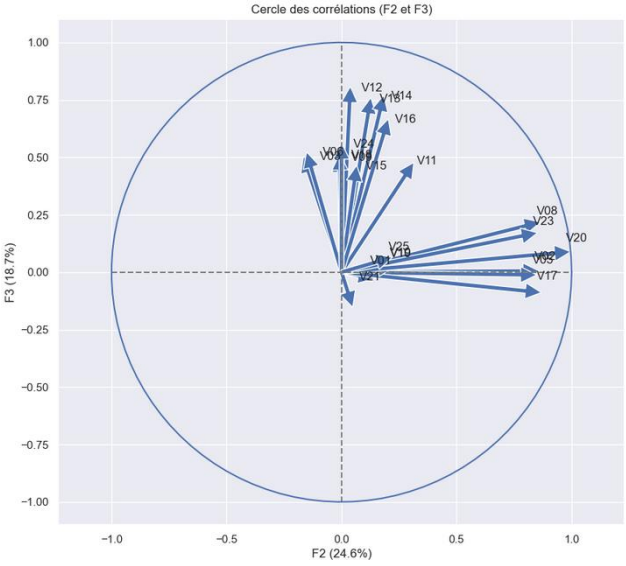
Cercle de corrélation F1 x F2



Définition

V01	Population
V02	Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Céréales, Autres
V03	Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Viande de Volailles
V05	Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Céréales, Autres
V06	Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Viande de Volailles
V08	Disponibilité intérieure - Céréales, Autres
V09	Disponibilité intérieure - Viande de Volailles
V10	Disponibilité intérieure - Viande, Autre

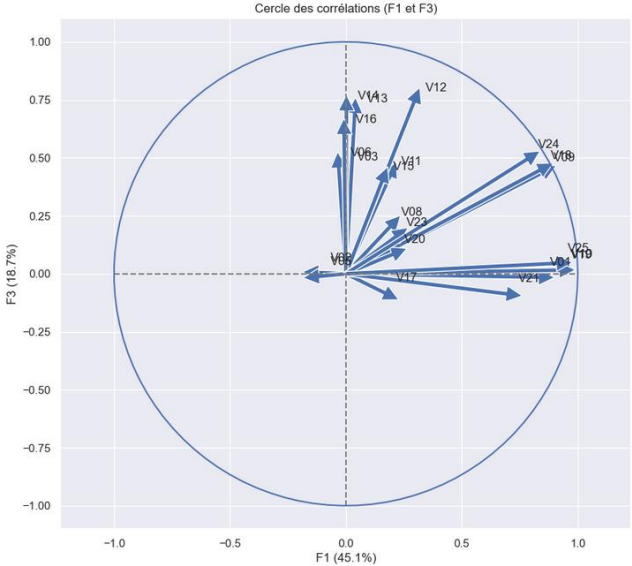
Cercle de corrélation F2 x F3



Définition

V11	Exportations - Quantité - Céréales, Autres
V12	Exportations - Quantité - Viande de Volailles
V13	Exportations - Quantité - Viande, Autre
V14	Importations - Quantité - Céréales, Autres
V15	Importations - Quantité - Viande de Volailles
V16	Importations - Quantité - Viande, Autre
V17	Nourriture - Céréales, Autres
V18	Nourriture - Viande de Volailles

Cercle de corrélation F1 x F3



Définition

V19	Nourriture - Viande, Autre
V20	Pertes - Céréales, Autres
V21	Pertes - Viande de Volailles
V23	Production - Céréales, Autres
V24	Production - Viande de Volailles
V25	Production - Viande, Autre

Annexe 8.4 – ACP complète étape par étape

Regroupement des variables par composante principale

Variable_Total_Name	F1
[V10] Disponibilité intérieure - Viande, Autre	0.922630
[V19] Nourriture - Viande, Autre	0.919633
[V25] Production - Viande, Autre	0.907252
[V09] Disponibilité intérieure - Viande de Volailles	0.845203
[V18] Nourriture - Viande de Volailles	0.832654
[V01] Population	0.830515
[V24] Production - Viande de Volailles	0.778541
[V21] Pertes - Viande de Volailles	0.691449

Variable_Total_Name	F2
[V20] Pertes - Céréales, Autres	0.926043
[V17] Nourriture - Céréales, Autres	0.798854
[V08] Disponibilité intérieure - Céréales, Autres	0.796684
[V02] Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Céréales, Autres	0.788303
[V23] Production - Céréales, Autres	0.783238
[V05] Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Céréales, Autres	0.778116

Variable_Total_Name	F3
[V12] Exportations - Quantité - Viande de Volailles	0.738598
[V14] Importations - Quantité - Céréales, Autres	0.702166
[V13] Exportations - Quantité - Viande, Autre	0.690917
[V16] Importations - Quantité - Viande, Autre	0.600660
[V06] Disponibilité de protéines en quantité (g/personne/jour) - Viande de Volailles	0.456472
[V03] Disponibilité alimentaire (Kcal/personne/jour) - Viande de Volailles	0.437309
[V11] Exportations - Quantité - Céréales, Autres	0.419349
[V15] Importations - Quantité - Viande de Volailles	0.396230

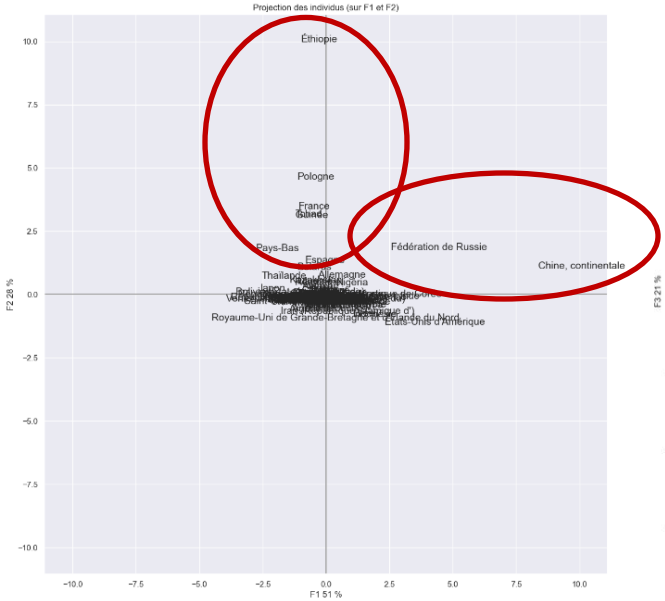
Fact.	Variables	Signification de l'axe
F1	V10 : Disponibilité intérieure de viandes (autres) V19 : Nourriture de viandes (autres) V25 : Production viandes (autres) V09 : Disponibilité intérieure de volailles V18 : Nourriture de volailles V01 : Population V24 : Production volailles V21 : Pertes volailles	Ressources en volailles
F2	V20 : Pertes en céréales (autres) V17 : Nourriture en céréales (autres) V08 : Disponibilité intérieure céréales V02 : Disponibilité énergétique céréales Kcal/h/j V23 : Production en céréales (autres) V05 : Disponibilité protéines céréales g/h/j	Ressources en céréales
F3	V12 : Exportations de volailles V14 : Importations de céréales (autres) V13 : Exportations de viandes (autres) V16 : Importations viandes (autres) V06 : Disponibilité de protéines en qté (g/pers/jour) – Volailles V03 : Disponibilité alimentaire (Kcal/pers/jour) – Volailles V11 : Exportations – Quantité – Céréales, Autres V15 : Importations – Quantité – Volailles	Exportations de volailles

Annexe 8.4 – ACP complète étape par étape

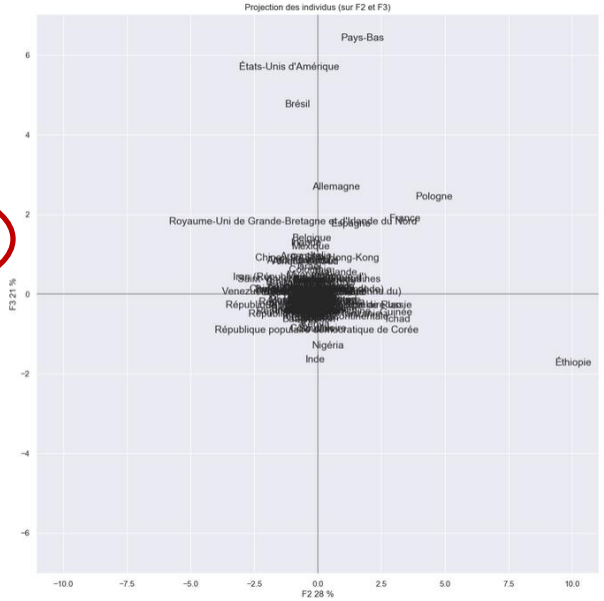
Projection de tous les pays sur les 3 plans factoriels (F1, F2, F3)

F1	Ressources en volailles
F2	Ressources en céréales
F3	Exportations de volaille

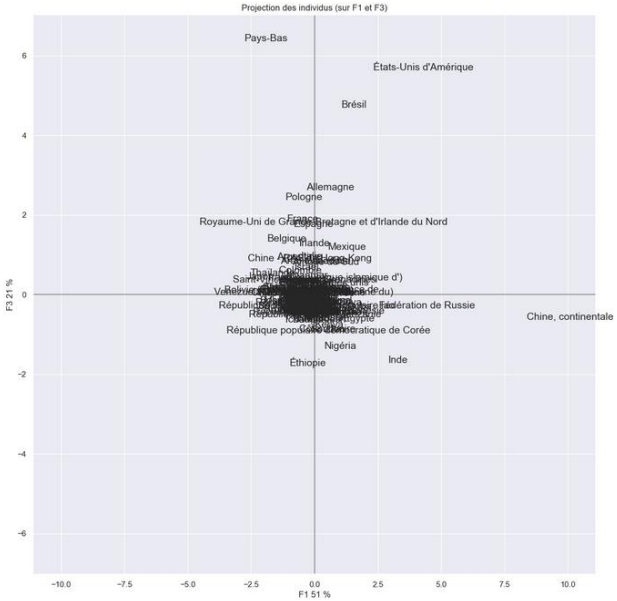
Projection sur le 1ier plan factoriel F1 x F2



Projection sur le 2e plan factoriel F1 x F2



Projection Sur le 3e plan factoriel F1 x F3

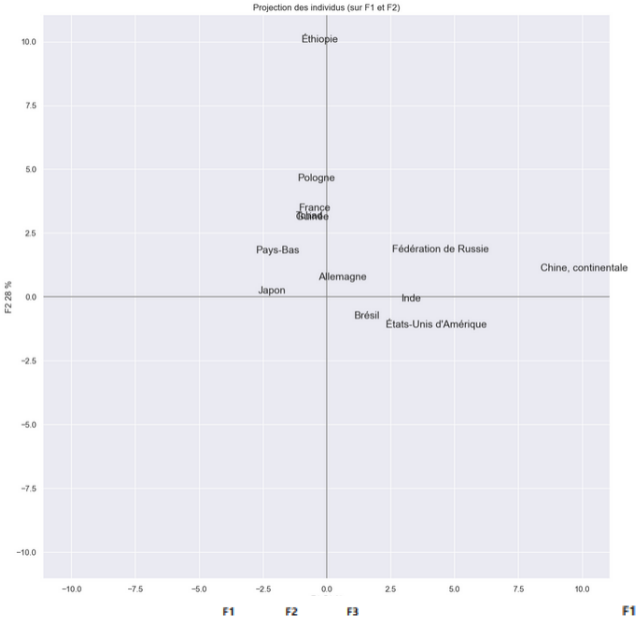


Annexe 8.4 – ACP complète étape par étape

Projection des pays qui sortent du lot
(distance à la moyenne < -2 ou > 2 écarts types)

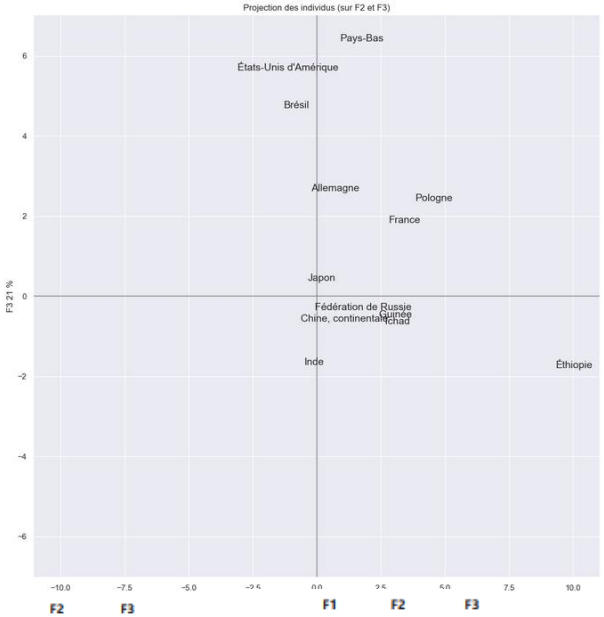
F1	Ressources en viandes (autres) et volailles
F2	Ressources céréalières (autres) d'un pays
F3	Exportations de viandes (autres) et volailles et importations de céréales

Projection sur le 1ier plan factoriel F1 x F2



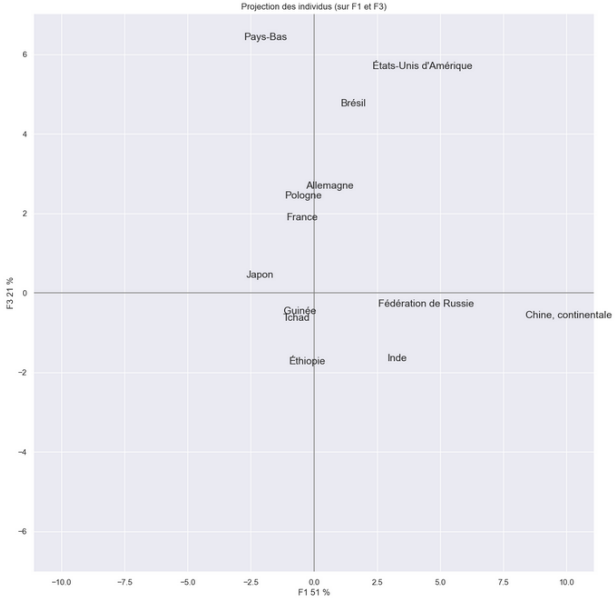
Pays	F1	F2	F3
Allemagne	0.622027	0.716905	2.634915
Brésil	1.570857	-0.791404	4.705752
Chine, continentale	10.091068	1.082662	-0.611934
États-Unis d'Amérique	4.299298	-1.120678	5.668557
Éthiopie	-0.274864	10.048293	-1.762011

Projection sur le 2e plan factoriel F1 x F2



Pays	F1	F2	F3
Fédération de Russie	4.446510	1.804868	-0.326545
France	-0.464595	3.423014	1.837889
Guinée	-0.554527	3.083254	-0.517694
Inde	3.293261	-0.117471	-1.703093

Projection Sur le 3e plan factoriel F1 x F3



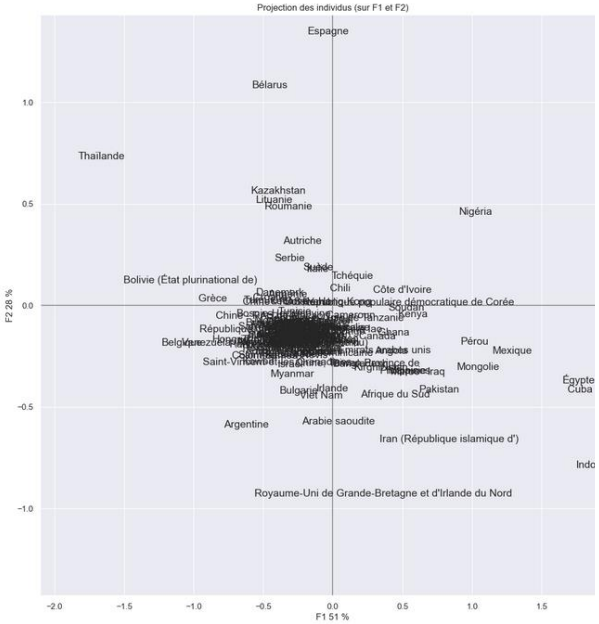
Pays	F1	F2	F3
Japon	-2.147926	0.191861	0.398211
Pays-Bas	-1.917692	1.758110	6.383509
Pologne	-0.408868	4.585340	2.388337
Tchad	-0.691851	3.119647	-0.684411

Annexe 8.4 – ACP complète étape par étape

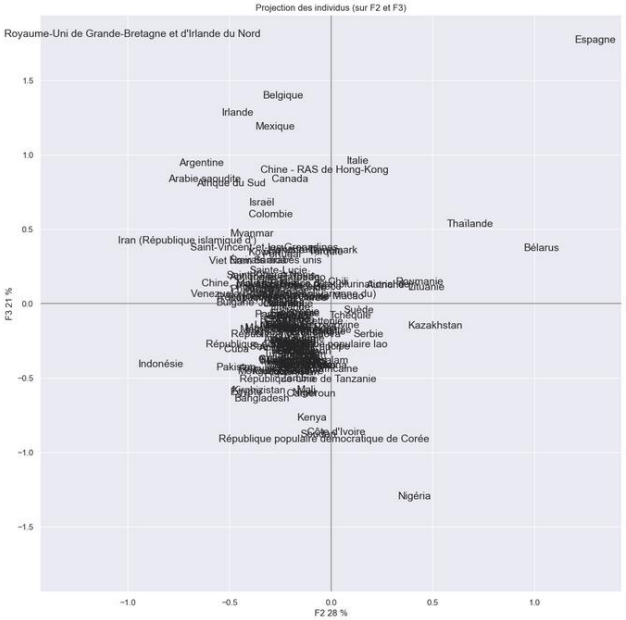
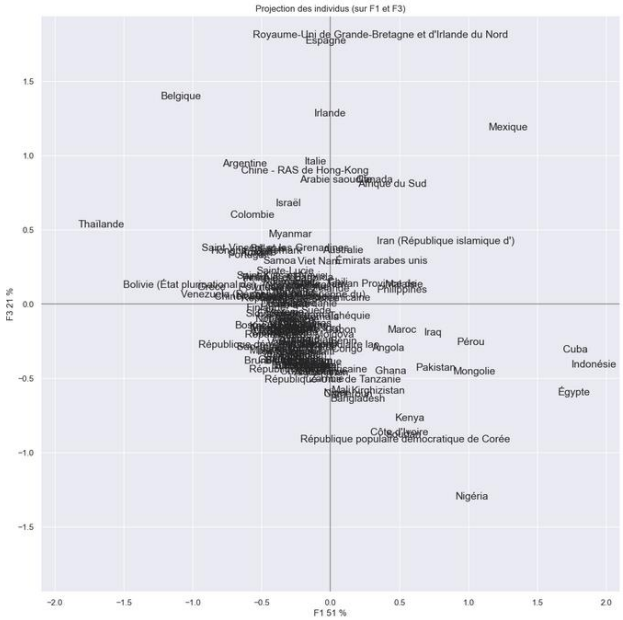
Projection des pays standards
(distance à la moyenne >= -2 et <= 2)

F1	Ressources en viandes (autres) et volailles
F2	Ressources céréalières (autres) d'un pays
F3	Exportations de viandes (autres) et volailles et importations de céréales

Projection sur le 1ier plan factoriel F1 x F2



Projection sur le 2e plan factoriel F1 x F2



Projection Sur le 3e plan factoriel F1 x F3