

# Projet M8



Un repas chez McDonald's, respecte-t-il nécessairement les apports nutritionnels journaliers d'un individu ?

Les restaurants McDonald's ont-ils une incidence sur la santé ?

# Table des matières

## I/ [Introduction](#)

- 1) [But du projet](#)
- 2) [Démarche suivie pour la collecte des données](#)
- 3) [Description des données](#)

## II/ [Etude des données de la feuille "Apports nutritionnels McDonalds"](#)

- 1) [Différence entre surpoids et obésité.](#)
- 2) [Préparation de la feuille](#)
- 3) [Quelques calculs](#)
- 4) [Boîtes à moustache](#)
- 5) [Etude des différentes combinaisons de menus](#)
- 6) [Analyse en Composantes Principales \(ACP\)](#)

## III/ [Etude des données de la feuille "Etats US"](#)

- 1) [Préparation de la feuille](#)
- 2) [Boîte à moustache de la population adulte par état aux Etats-Unis en 2015](#)
- 3) [Quelques calculs](#)
- 4) [Régression linéaire et diagnostique de la régression](#)
- 5) [Test de Student](#)
- 6) [Analyse en Composantes Principales \(ACP\)](#)
- 7) [Carte des Etats-Unis](#)

## IV/ [Conclusion](#)

## V/ [Bibliographie](#)

## VI/ [Annexes](#)

- 1) [Annexe 1](#)
- 2) [Annexe 2](#)
- 3) [Annexe 3](#)

## I/ Introduction

N'ayant pas trouvé de base de données qui me convenait sur les sites proposés sur Moodle, j'ai décidé de construire ma propre base de données dans Microsoft Excel à partir de données trouvées sur différents sites. Des documentaires sur l'obésité, les fastfoods et la consommation excessive de sucre comme *Super Size Me* de Morgan Spurlock, *Fed Up* de Stephanie Soechtig ou encore *That Sugar Film* de Damon Gameau m'ont influencé dans le choix de la base de données car je voulais vérifier par moi-même certaines idées exprimées dans ces documentaires.

### 1) But du projet.

L'objectif de cette étude est de voir si un repas chez McDonald's en France respecte nécessairement les apports nutritionnels journaliers d'un individu et de rechercher un lien éventuel entre les restaurants McDonald's et la santé des habitants aux Etats-Unis. Les logiciels utilisés sont Microsoft Excel et Matlab.

### 2) Démarche suivie pour la collecte des données.

J'ai obtenu les informations contenues dans la feuille "Apports nutritionnels McDonalds" en convertissant un fichier pdf trouvé sur le site officiel de McDonald's France en un fichier Excel<sup>1</sup> puis j'ai réorganisé les données mal placées.

Les données de la feuille "Etats US" ont été recueillies sur différents sites (voir [bibliographie](#)). Sur internet, les données correspondantes à chaque état étaient rangées dans l'ordre décroissant donc les états n'étaient pas rangés dans le même ordre en fonction du critère (obésité, diabète...). Or les données dans Excel doivent être rangées de manière homogène pour que les résultats soient exploitables. Dans Excel, la difficulté était donc de classer en même temps deux colonnes dans l'ordre alphabétique des états : une colonne contenant le nom des états, l'autre contenant des valeurs (taux d'obésité, taux de diabète...) correspondant à chaque état.

Lors de la recherche de ces données pour la feuille "Etats US", j'ai remarqué que les sites distinguaient un cinquante-et-unième : District of Columbia qui correspond à Washington D.C. Selon Wikipédia, "située sur la côte Atlantique du Nord-Est du pays, entre le Maryland et la Virginie, elle ne fait pas partie des cinquante Etats de l'Union et dépend directement de l'Etat fédéral."<sup>2</sup>

### 3) Description des données.

La feuille "Apports nutritionnels McDonalds" contient le menu de McDonald's en France et nous nous intéressons à huit variables : les nutriments par portions qui composent chaque élément du menu : Energie (kcal), Matières grasses (g), Acides gras saturés (g), Glucides (g), Sucres (g), Fibres (g), Protéines (g), Sel (g).

Les données de la feuille "Etats US " correspondent à l'année 2015.  
Colonne 1 : Population totale par état aux Etats-Unis  
Colonne 2 : Population adulte par état aux Etats-Unis

---

<sup>1</sup> <https://www.pdfstoexcelonline.com/fr/>

<sup>2</sup> [https://fr.wikipedia.org/wiki/Washington\\_\(district\\_de\\_Columbia\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Washington_(district_de_Columbia))

Colonne 3 : Nombre de restaurants McDonald's par état aux Etats-Unis  
Colonne 4 : Taux d'obésité chez les adultes par état aux Etats-Unis.  
Colonne 5 : Taux de diabète chez les adultes par état aux Etats-Unis.  
Colonne 6 : Taux d'inactivité physique des adultes par état aux Etats-Unis  
Colonne 7 : Taux d'hypertension chez les adultes par état aux Etats-Unis  
Colonne 8 : Revenu par habitant par état en \$ aux Etats-Unis.

La feuille " ANC" contient trois colonnes : une colonne pour les femmes, une pour les hommes et une dernière pour les enfants entre 5 et 10 ans. Cette feuille donne les apports nutritionnels conseillés (ANC) selon le sexe des adultes et pour les enfants.

Dans un premier temps, nous allons nous intéresser aux feuilles "Apports nutritionnels McDonalds" et "ANC" puis nous allons nous étudier la feuille "Etats US".

## II/ Etude des données de la feuille "Apports nutritionnels McDonalds".

### 1) Différence entre surpoids et obésité.

Selon le site [conseilfeminin.com](http://conseilfeminin.com)<sup>3</sup> le surpoids est défini comme la situation anatomique des personnes dont l'IMC (Indice de Masse Corporelle) se trouve entre 27 et 25,9 kg/m<sup>2</sup>.

Selon le site [journaldesfemmes.com](http://journaldesfemmes.com)<sup>4</sup>, l'obésité est une forme sévère de surpoids associée à des troubles médicaux (diabète, cholestérol...).

Il existe plusieurs degrés d'obésité :

Obésité 1er degré .....IMC 30 - 34,9

Obésité 2ème degré .....IMC 35 - 39,9

Obésité 3ème degré (ou morbide).....IMC 40 - 40,9

Obésité 4ème degré (ou massive) .....IMC supérieur 50

### 2) Préparation de la feuille.

Dans Matlab, les lignes vides apparaissent avec des NaN or cela peut provoquer des problèmes lors des calculs. Je retire donc ces lignes de NaN dans ma matrice. Je retire également la variable "eau evian (33 cl)" dans la catégorie "Boisson (petit format)" puisque cette variable est déjà présente dans les moyennes boissons.

Dans cette feuille Excel, on remarque les notations "Matières grasses (g) dont acides gras saturés (g)" ou encore "Glucides (g) dont sucres (g)". Dans le but d'avoir des variables détaillées sur les éléments du menu, je soustrais les acides gras saturés aux matières grasses et je soustrais les sucres aux glucides. En effet, il existe d'autres types de matières grasses (cholestérol, acides gras trans (AGT)...) <sup>5</sup> et d'autres types de glucides (l'amidon <sup>6</sup> par exemple).

### 3) Quelques calculs.

Nous nous intéressons aux huit variables suivantes par portion pour tous les éléments du menu. Puisque ce sont des variables quantitatives continues, j'ai tracé la fonction de répartition corrigée dans Matlab pour les différentes variables pour obtenir avec précision la médiane de chaque variable.

	Energie (kcal)	Matières grasses (g)	Acides gras saturés (g)	Glucides (g)	Sucres (g)	Fibres (g)	Protéines (g)	Sel (g)
Moyenne	233.70	6.23	3.52	13.59	13.98	1.32	8.35	0.69
Médiane	207.5	2.92	2.13	5.5	8.1	0.97	4.20	0.2
Ecart type	192.58	7.84	3.97	16.37	15.13	1.46	10.98	0.91
Variance	37086.06	61.47	15.77	268.07	228.90	2.18	120.67	0.82

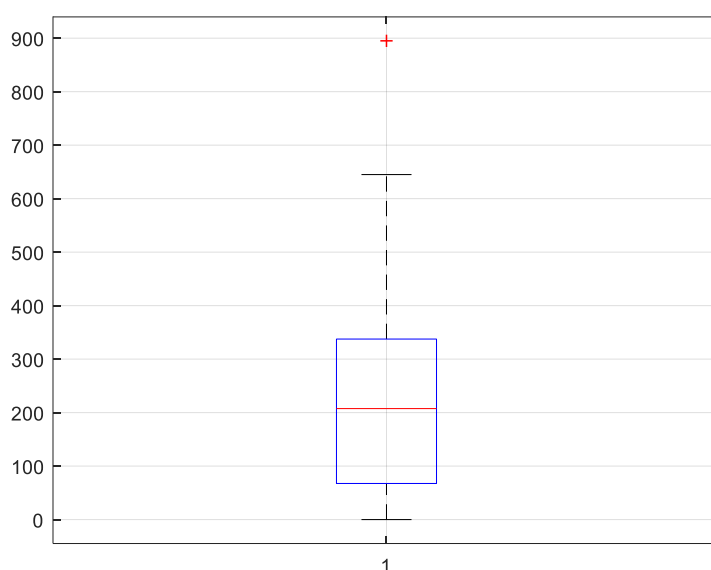
<sup>3</sup> <http://www.conseilfeminin.com/forme/obesite/articles/difference-entre-surpoids-obesite/>

<sup>4</sup> <http://sante.journaldesfemmes.com/nutrition-digestion/1094640-obesite-surpoids-definition-risques-et-solutions/1094644-obesite-et-surpoids-definition>

<sup>5</sup> <http://sante.lefigaro.fr/mieux-etre/nutrition-nutriments/lipides/differents-lipides>

<sup>6</sup> <https://www.mcdonalds.fr/entreprise/nutrition/nutrition-chez-mcdonalds>

#### 4) Boîte à moustache.



En traçant la boîte à moustache de la variable Energie (kcal), on remarque qu'il y a une valeur aberrante avec 895 kcal. Il s'agit de "Chicken McNuggets (20 morceaux)". En général, une personne ne mange pas vingt chicken McNuggets pour un repas mais plutôt quatre, six ou neuf morceaux comme proposé dans le menu. Nous retirons donc la ligne correspond à cette valeur aberrante.

Voici une mise à jour du tableau sans la valeur aberrante :

	Energie (kcal)	Matières grasses (g)	Acides gras saturés (g)	Glucides (g)	Sucres (g)	Fibres (g)	Protéines (g)	Sel (g)
Moyenne	226.74	5.88	3.49	13.09	14.12	1.28	7.86	0.66
Médiane	205	2.83	2.06	5.25	8.16	0.95	4.13	0.19
Ecart type	181.18	7.12	3.98	15.72	15.15	1.43	9.94	0.85
Variance	32824.62	50.69	15.87	246.99	229.51	2.06	98.79	0.71

#### 5) Etude des différentes combinaisons de menus.

On s'intéresse aux apports nutritionnels conseillés (ANC) pour une personne. Voici un tableau résumant le nombre d'éléments par catégorie sachant que l'on a retiré la variable Chicken McNuggets (20 morceaux). Ici on reconsidère l'eau evian (33 cl) dans les petites boissons puisque dans les menus que nous allons constituer pour une personne on ne prend qu'une boisson.

Sandwichs	Accompagnements	Boissons (format moyen)	Boissons (petit format)	Salades	Desserts	Petit-déjeuner
22	7	9	9	3	27	19

Grâce à trois programmes que j'ai écrits sur Matlab, j'ai testé toutes les combinaisons de menus possibles sur quatre types de menus :

- Menu 1 : **Sandwich/Accompagnement/Boisson (format moyen)**

On suppose qu'une personne prend un élément de chacune de ces trois catégories.

Il y a donc  $22 \times 7 \times 9 = 1386$  combinaisons de menus possibles.

- Menu 2 : Sandwich/Accompagnement/Boisson (format moyen)/Salade

On suppose qu'une personne prend un élément de chacune de ces quatre catégories.

Il y a donc  $22*7*9*3 = 4158$  combinaisons de menus possibles.

- Menu 3 : Sandwich/Accompagnement/Boisson (format moyen) /Dessert

On suppose qu'une personne prend un élément de chacune de ces quatre catégories.

Il y a donc  $22*7*9*27 = 37422$  combinaisons de menus possibles.

- Menu 4 : Sandwich/Accompagnement/Boisson (format moyen)/Salade/Dessert

On suppose qu'une personne prend un élément de chacune de ces cinq catégories.

Il y a donc  $22*7*9*3*27 = 112266$  combinaisons de menus possibles.

J'ai construit ces types de menus afin que la personne soit repue.

Dans cette étude nous avons donc considéré qu'une personne ne mange qu'un repas par jour puisque nous avons testé tous les menus et avons comparé les nutriments à 100% de la valeur des apports nutritionnels conseillés. Dans les études suivantes, nous allons considérer qu'une personne mange quatre repas par jour.

Voici un tableau résumant ce que représente chaque repas pour la ration quotidienne en supposant que l'on a en général quatre repas par jour. Ces informations sont tirées du site produits-laitiers.com<sup>7</sup>.

Petit-déjeuner	Déjeuner	Goûter	Dîner
20%	40%	10%	30%

Nous allons maintenant refaire tourner les quatre programmes (car quatre menus) pour une personne qui mange à McDonald's le midi et qui garde les trois autres repas habituels puis nous refaisons cette expérience pour une personne qui mange à McDonald's le soir et qui garde les trois autres repas habituels.

Voici un tableau récapitulatif des trois expériences.

---

<sup>7</sup> <http://www.produits-laitiers.com/les-besoins-nutritionnels-par-repas/>

		Moyennes des excès en apports nutritionnels										
		Menu	Nombre de menus conformes	Nombre de menus informes	Energie (kcal)	Matières grasses (g)	Acides gras saturés (g)	Glucides (g)	Sucres (g)	Fibres (g)	Protéines (g)	Sel (g)
Exp 1 : Un repas par jour	Homme	1	1386/1386	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2	3343/4158	815	0	0	0	0	0	0	2.78	0.19
		3	37341/37422	81	0	0	1.33	0	0	0	0	0
		4	73765 /112266	38501	0	0	0.17	0	0.01	0	4.33	0.20
	Femme	1	1386/1386	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2	2128/4158	2030	0	0	0.16	0	0	0	7.42	0.08
		3	32110/37422	5312	0	0	2.12	0	4.93	0	0.66	0
		4	38258 /112266	74008	0.67	0	2.01	0	1.58	0	8.97	0.10
	Enfant	1	607/1386	779	0	0	0	0	0	0	8.55	0.03
		2	8/4158	4150	0	0	0.08	0	0	0	20.55	0.80
		3	11229/37422	26193	0	0	0.43	0	1.53	0	10.59	0.05
		4	40/112266	112226	4.3	0	1.33	0	1.61	0.02	24.56	0.99
Exp 2 : Déjeuner	Homme	1	388/1386	998	17.03	0.36	0.66	0	0.15	0.02	8.39	0.60
		2	0/4158	4158	135.3	2.69	2.33	0.83	0.68	0.99	22.51	2.30
		3	3147/37422	34275	99.9	0.88	2.91	0.04	13.77	0.07	9.72	0.63
		4	0/112266	112266	304.84	4.17	5.73	1.63	15.50	1.52	26.55	2.52
	Femme	1	178/1386	1208	76.25	2.71	2.26	0.67	3.50	0.01	9.99	0.49
		2	0/4158	4158	276.45	7.73	5.02	6.61	5.24	0.99	26.51	2.30
		3	1048/37422	36374	220.53	4.19	5.4	1.36	21.26	0.06	12.71	0.59
		4	0/112266	112266	483.76	10.26	9.19	9.49	24.25	1.52	30.55	2.52
	Enfant	1	0/1386	1386	105.5	2.36	1.97	0.90	3.94	0.56	16.58	1.02
		2	0/4158	4158	345.48	7.73	5.02	8.22	6.27	3.70	34.91	3.10
		3	0/37422	37422	278	4.07	5.3	1.9	22.18	1.07	20.61	1.23
		4	0/112266	112266	560.83	10.26	9.19	11.43	25.83	4.52	38.95	3.32
Exp 3 : Dîner	Homme	1	65/1386	1321	93.98	2.29	1.61	0.76	3.20	0.24	10.43	0.89
		2	0/4158	4158	319.00	7.40	4.23	7.38	5.24	2.63	28.01	2.90
		3	336/37422	37086	255.59	3.86	4.5	1.61	20.85	0.52	13.9	1.06
		4	0/112266	112266	531.69	9.88	8.27	10.44	24.25	3.40	32.05	3.12
	Femme	1	16/1386	1370	186.96	6.11	3.11	4.87	7.61	0.24	12.85	0.86
		2	0/4158	4158	457.34	13.15	6.73	18.62	10.11	2.63	31.01	2.90
		3	92/37422	37330	385.28	8.64	6.9	7.7	27.79	0.52	16.76	1.05
		4	0/112266	112266	679.08	16.17	11.10	23.36	31.64	3.40	35.05	3.12
	Enfant	1	0/1386	1386	232.18	6.04	3.08	5.89	8.35	1.47	18.98	1.40
		2	0/4158	4158	515.46	13.15	6.73	20.68	10.94	5.15	37.31	3.50
		3	0/37422	37422	440.87	8.61	6.9	9.15	28.96	2.16	23.01	1.62
		4	0/112266	112266	738.8	16.17	11.10	25.66	32.94	6.00	41.35	3.72

Menu 1 : Sandwich/Accompagnement/Boisson (format moyen)

Menu 2 : Sandwich/Accompagnement/Boisson (format moyen)/Salade

Menu 3 : Sandwich/Accompagnement/Boisson (format moyen)/Dessert

Menu 4 : Sandwich/Accompagnement/Boisson (format moyen)/Salade/Dessert



Je n'ai pas travaillé avec les éléments du petit-déjeuner car il est difficile de construire des "menus" avec les éléments proposés dans cette catégorie.

Si on regarde les résultats de la première expérience, on pourrait dire qu'il existe à chaque fois des menus qui respectent les ANC même s'ils ne sont pas très nombreux pour les enfants (8/4158 pour le menu 2 (voir [Annexe 1](#)) et 40/112266 pour le menu 4). Il faut tout de même garder à l'esprit que très peu d'enfants entre 5 et 10 ans mangent un menu du type menu 2, 3 ou 4. On remarque également que pour le menu 1 et seulement pour ce menu, tous sont conformes pour les hommes et les femmes pour cette première expérience plutôt théorique.

L'expérience 2 est beaucoup plus intéressante puisqu'elle est réaliste (on conserve les trois autres repas de la journée). On remarque que même pour des adultes, dès qu'on ajoute une salade au menu 1, aucun menu n'est conforme. Dans cette expérience 2, aucun menu n'est conforme pour les enfants. Il existe des menus conformes pour les adultes pour les menus 1 et 3 mais pour le menu 3, peu de menus sont conformes par rapport au nombre total de menus que l'on peut former (3147/37422 pour les hommes et 1048/37422 pour les femmes).

Enfin, pour l'expérience 3, très peu de menus satisfont les ANC : 65/1386 pour un homme pour le menu 1 et seulement 16/1386 pour une femme pour le menu 1. Pour le menu 3, seulement 336 menus sur 37422 sont conformes pour un homme et 92/37422 pour une femme. Comme pour l'expérience 2, dès qu'on ajoute une salade au menu 1, aucun menu n'est conforme.

J'ai décidé de prendre le menu 4 de la forme **Sandwich/Accompagnement/Boisson (format moyen)/Salade/Dessert** puisque mon cousin âgé de 18 ans prend ce type de menu lorsqu'il va à McDonald's et je pourrais donc lui dire que quels que soient les éléments qu'il prend dans ce type de menu, il dépassera nécessairement les ANC sachant qu'il garde les trois autres repas de la journée.

Les résultats du menu 3 sont surprenants puisque pour un adulte qui mange à McDonald's le midi ou le soir, il est préférable de prendre un dessert (pas n'importe lequel) en plus du menu 1 que de prendre une salade en plus de ce menu. Même si les portions des salades sont souvent supérieures aux portions des desserts, je pense qu'en général un adulte pourrait s'attendre à ce que la salade soit "plus saine" mais ce n'est pas le cas à cause des vinaigrettes qui sont proposées avec toutes les salades :

- Salade Caesar (avec sauce caesar)
- Salade Pâte Mozzarella (avec sauce vinaigrette)
- Salade Pomme de terre Poulet Oignon (avec sauce goût fumé)

Une étude intéressante serait de faire les trois mêmes expériences avec les boissons petits formats, ce qui aurait été plus adapté pour les enfants. Or le programme que j'ai écrit pour le menu 3 prend jusqu'à 47 secondes et pour le menu 4, il tourne pour un peu plus de 4 minutes avant de me donner une réponse (sachant que je l'ai fait tourner 9 fois pour ce type de menu). J'ai finalement décidé de refaire les trois expériences uniquement avec les enfants en utilisant les boissons petits formats. J'ai de nouveau résumé les résultats dans un tableau.

					Moyennes des excès en apports nutritionnels							
		Menu	Nombre de menus conformes	Nombre de menus informes	Energie (kcal)	Matières grasses (g)	Acides gras saturés (g)	Glucides (g)	Sucres (g)	Fibres (g)	Protéines (g)	Sel (g)
Exp 1 : Un repas par jour	Enfant	1	610/1386	776	0	0	0	0	0	0	8.46	0.03
		2	8/4158	4150	0	0	0.08	0	0	0	20.44	0.80
		3	11718/37422	25704	0	0	0.44	0	0.62	0	10.67	0.05
		4	40/112266	112226	3.15	0	1.33	0	0.65	0.02	24.44	0.99
Exp 2 : Déjeuner	Enfant	1	0/1386	1386	92.19	2.36	1.97	0.91	0.06	0.56	16.47	1.02
		2	0/4158	4158	327.65	7.73	5.02	8.27	0.80	3.70	34.80	3.10
		3	0/37422	37422	260.59	4.07	5.3	1.92	17.07	1.07	20.5	1.23
		4	0/112266	112266	542.08	10.26	9.19	11.49	20.87	4.52	38.84	3.32
Exp 3 : Dîner	Enfant	1	0/1386	1386	215.02	6.04	3.08	5.94	2.27	1.47	18.87	1.40
		2	0/4158	4158	496.47	13.15	6.73	20.76	4.91	5.15	37.20	3.50
		3	0/37422	37422	422.26	8.61	6.95	9.21	24.16	2.16	22.9	1.62
		4	0/112266	112266	719.89	16.17	11.10	25.74	28.30	6.00	41.24	3.72

Menu 1 : Sandwich/Accompagnement/Boisson (**petit** format)

Menu 2 : Sandwich/Accompagnement/Boisson (**petit** format)/Salade

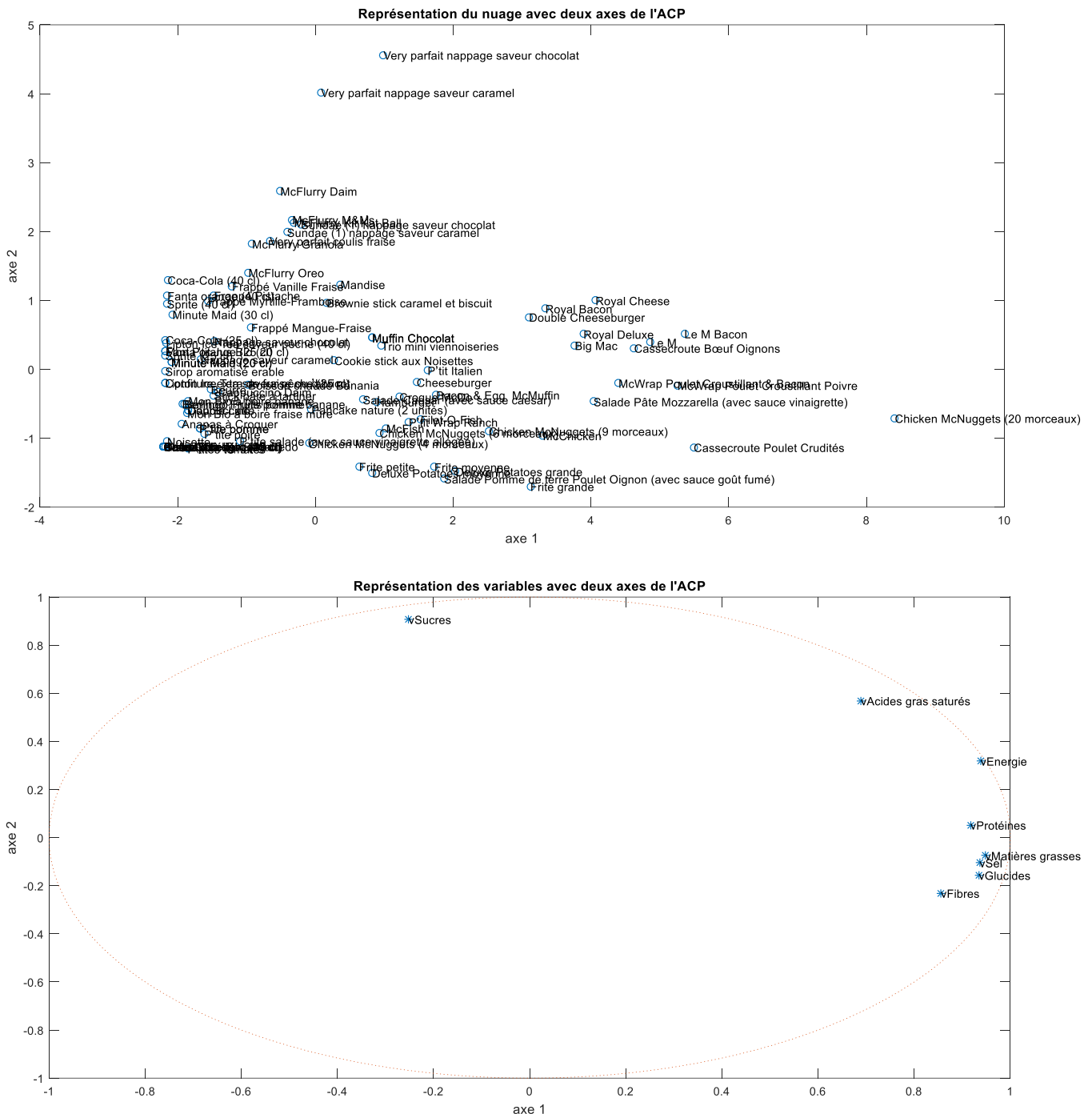
Menu 3 : Sandwich/Accompagnement/Boisson (**petit** format)/Dessert

Menu 4 : Sandwich/Accompagnement/Boisson (**petit** format)/Salade/Dessert

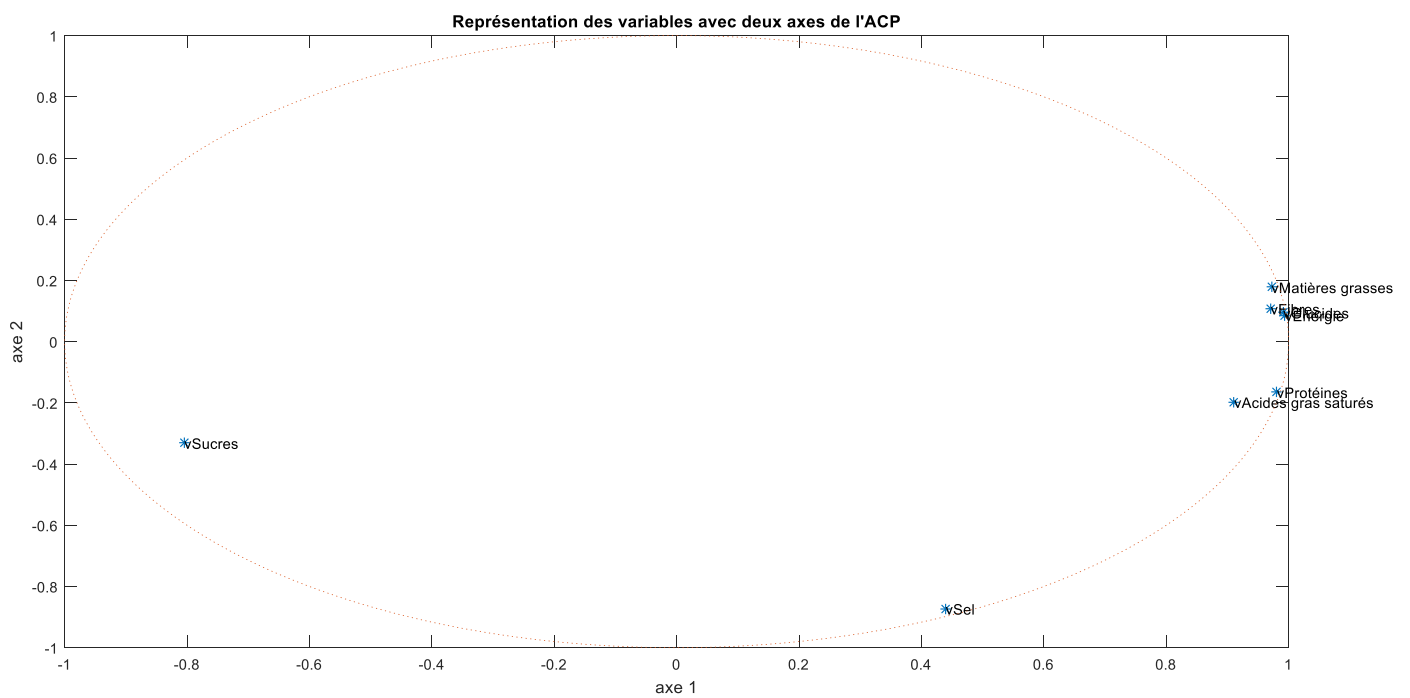
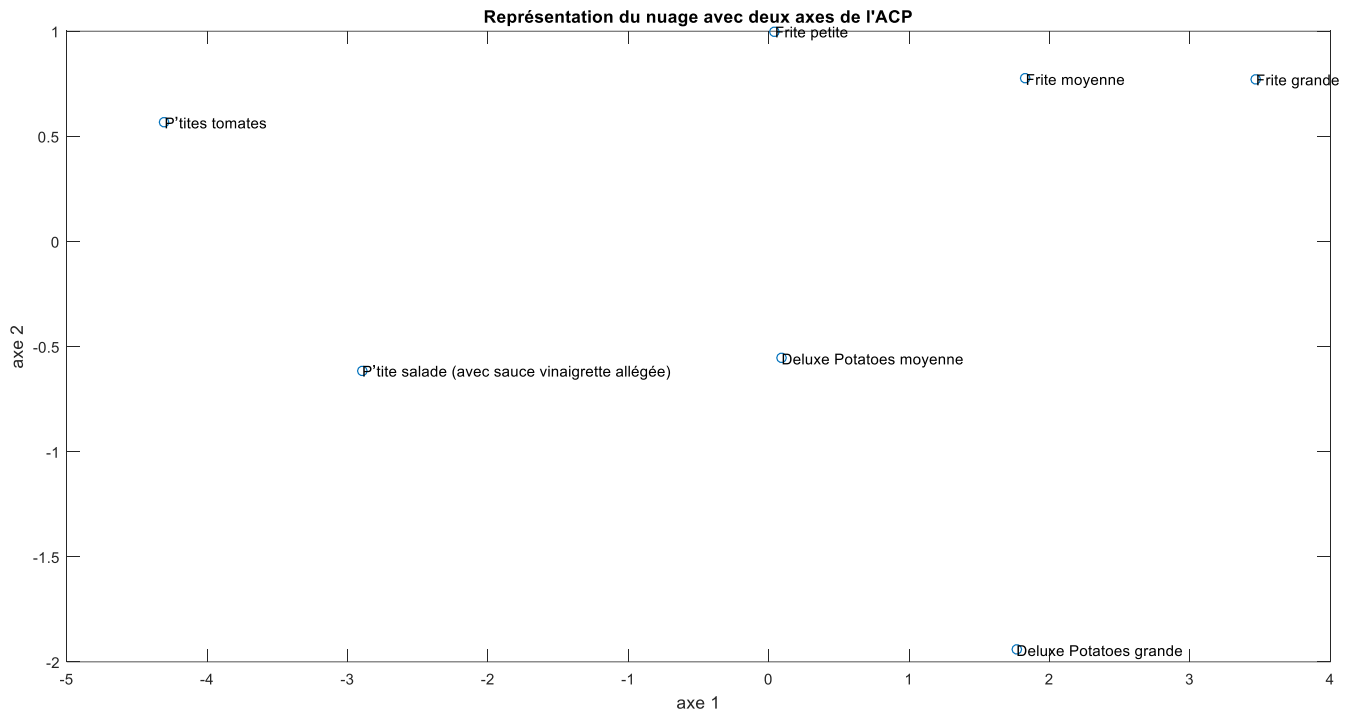
Comme dans le tableau précédent, à partir de l'expérience 2, aucun menu n'est conforme pour les enfants même ici avec les petites boissons. Par ailleurs, dans toutes les combinaisons de menus, le "Happy Meal" a été testé. Donc dans le tableau précédent et celui-ci, si un enfant conserve les trois autres repas de la journée, même le "Happy Meal" qui est supposé être adapté aux enfants, ne permet pas de respecter les ANC.

## 6) Analyse en Composantes Principales (ACP).

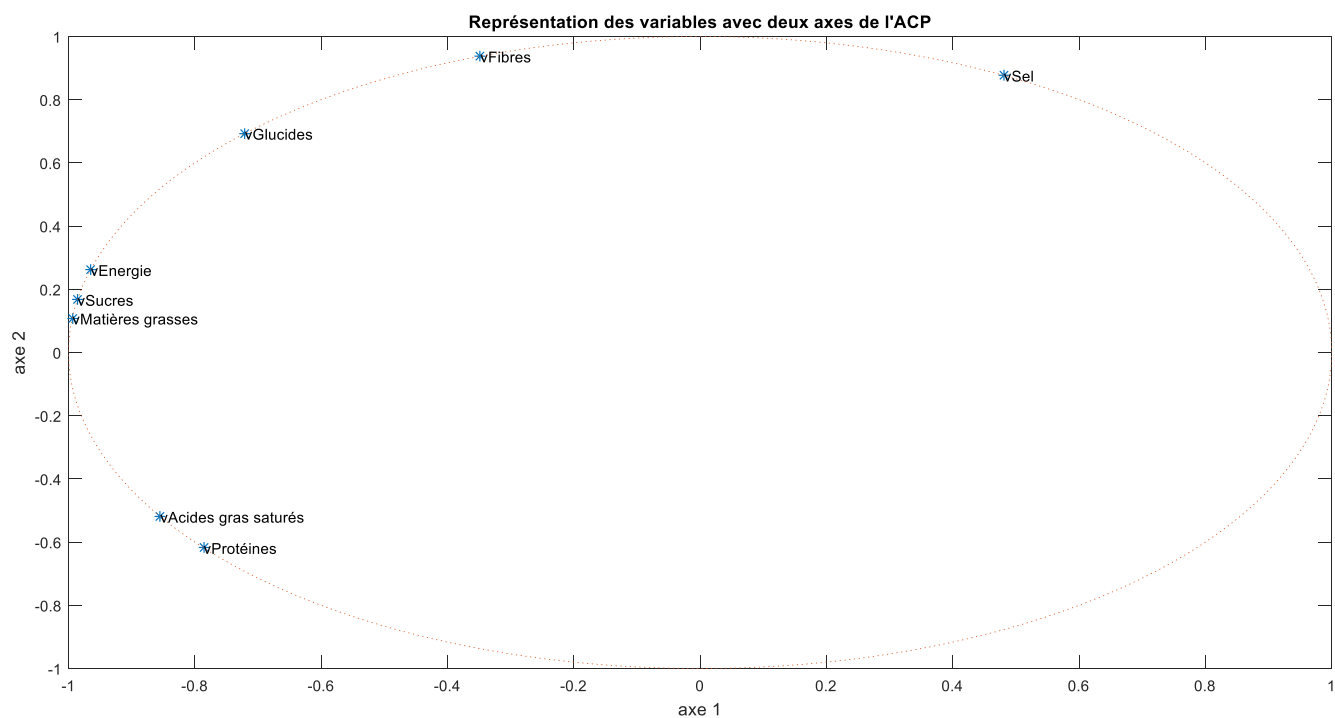
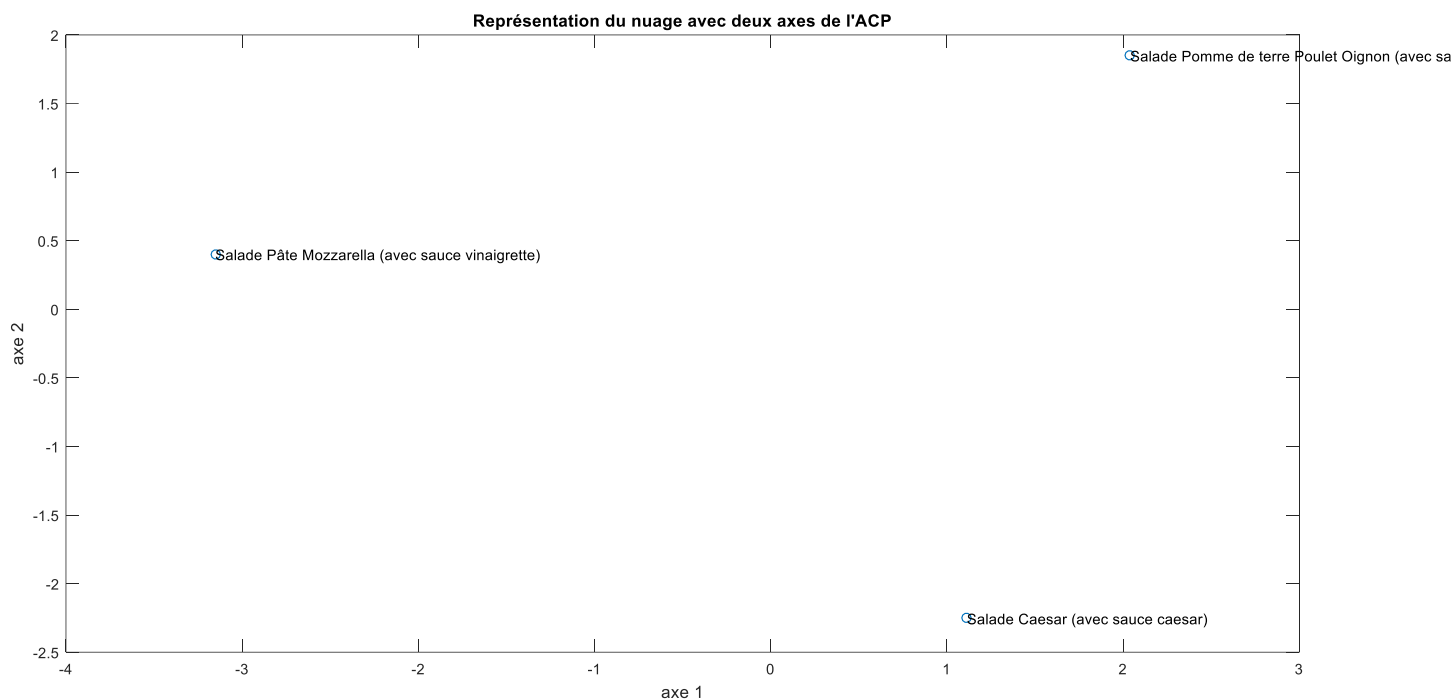
Pour l'ACP, j'ai remis les "Chicken McNuggets (20 morceaux)".



Avec cette ACP, on remarque que les éléments Very parfait nappage saveur chocolat (65g de sucre par portion), Very parfait nappage saveur caramel (66g de sucre par portion) et le McFlurry Daim (45g de sucre par portion) sont très riches en sucre. Cela est pertinent puisque ce sont des desserts.



Cette deuxième ACP m'a permis de voir que les "Deluxe Potatoes grande" sont très salées (1.8g par portion) parmi les accompagnements. Par exemple, les "P'tites tomates" ne contiennent que 0.1g de sel par portion.



Cette troisième ACP permet de voir que la "Salade Pâte Mozzarella (avec sauce vinaigrette)" est très calorique par rapport aux deux autres (510kcal pour une portion de 264g), sucrée (6g par portion), riche en matières grasses (18g par portion (sans compter les acides gras saturés)) et riche en glucides (41g de glucides (sans compter les sucres)). Nous remarquons également que la "Salade Pomme de terre Poulet Oignon (avec sauce goût fumé)" est très salée (2.7g de sel par portion) par rapport aux autres.

	Energie (kcal)	Matières grasses (g)	Acides gras saturés (g)	Glucides (g)	Sucres (g)	Fibres (g)	Protéines (g)	Sel (g)
Big Mac (221g)	510	16	10	33	8	3	27	2.2
Salade Pâte Mozzarella (avec sauce vinaigrette) (264g)	510	18	7	41	6	5	22	1.9

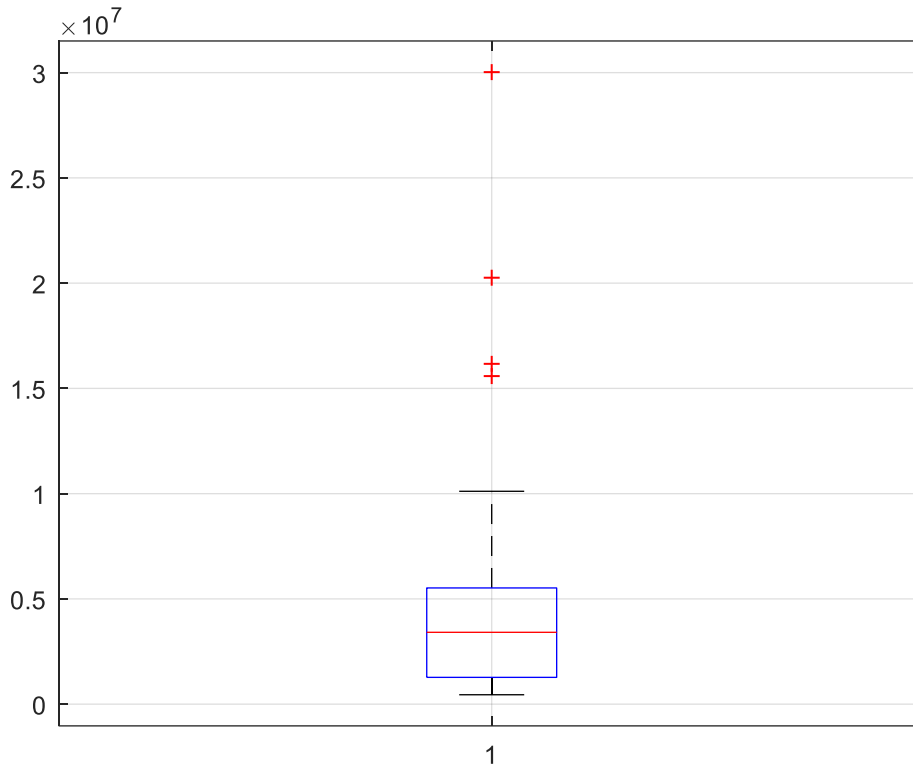
Même si les portions ne sont pas les mêmes, ce tableau montre qu'une personne qui souhaiterait "prendre soin de sa ligne" se ferait "piéger" en prenant cette Salade Pâte Mozzarella (avec sauce vinaigrette) puisque qu'elle contient plus de matières grasses (sans les acides gras saturés) que le Big Mac et un peu moins d'acides gras saturés et de sucres que le Big Mac.

### III/ Etude des données de la feuille "Etats US".

#### 1) Préparation de la feuille.

Dans Excel, comme les variables "Adult Obesity Rate", "Adult Diabetes Rate", "Adult Physical Inactivity Rate" et "Adult Hypertension Rate" sont des taux par état, je les multiplie par la population adulte par état aux Etats-Unis. On obtient alors les variables "Adultes obèses", "Adultes diabétiques", "Inactivité physique chez les adultes" et "Hypertension chez les adultes" par état.

#### 2) Boîte à moustache de la population adulte par état aux Etats-Unis en 2015.

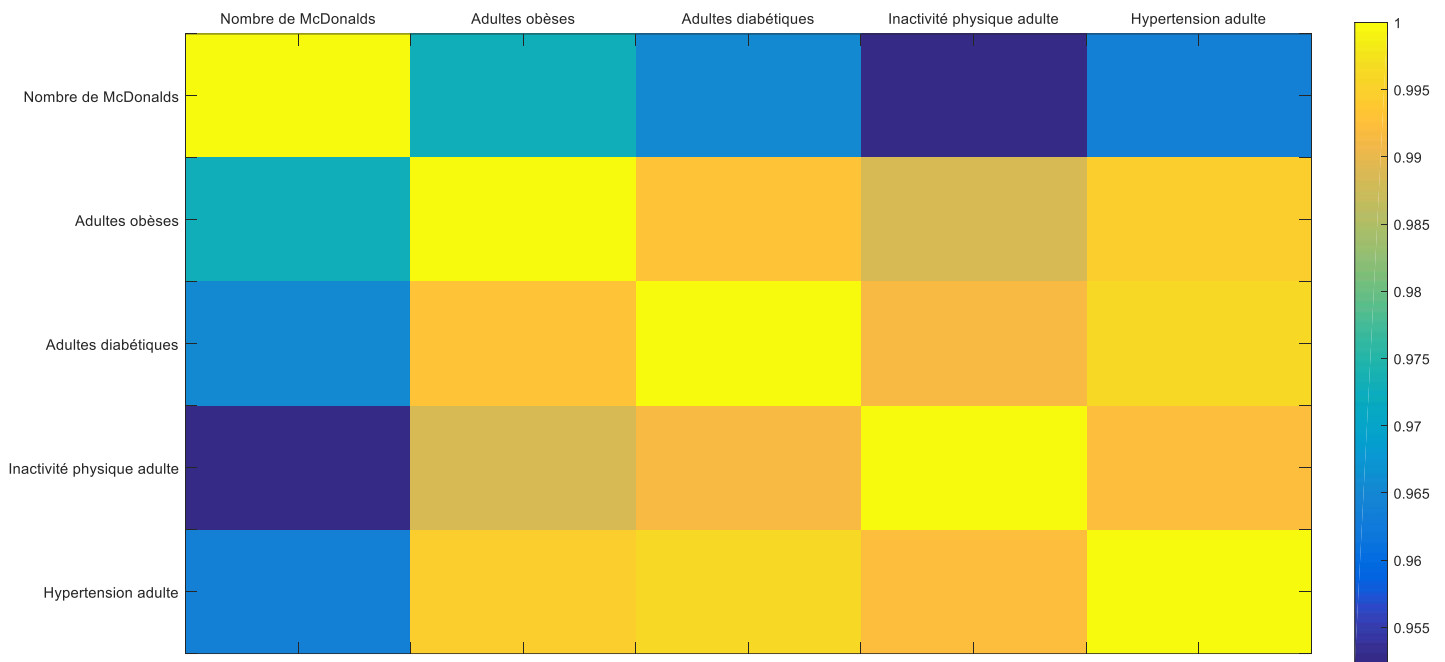


On remarque qu'il y a quatre valeurs aberrantes donc on retire les lignes correspondantes :

- Californie (30023902 adultes)
- Texas (20257343 adultes)
- Floride (16166143 adultes)
- New York (15584974 adultes)

#### 3) Quelques calculs.

En calculant la matrice des corrélations des variables "Nombre de McDonalds", "Adultes obèses", "Adultes diabétiques", "Inactivité physique chez les adultes" et "Hypertension chez les adultes" par état, on obtient la figure suivante :



Puisque les valeurs sont très proches pour chaque couleur, regardons la matrice des corrélations correspondantes :

	Nombre de McDonald's par Etat	Adultes Obèses	Adultes Diabétiques	Inactivité physique chez les adultes	Hypertension chez les Adultes
Nombre de McDonald's par Etat	1	0.973	0.966	0.952	0.964
Adultes Obèses	0.973	1	0.993	0.988	0.994
Adultes Diabétiques	0.966	0.993	1	0.992	0.996
Inactivité physique chez les adultes	0.952	0.988	0.992	1	0.992
Hypertension chez les Adultes	0.964	0.994	0.996	0.992	1

On remarque très clairement qu'il y a une forte corrélation entre les cinq variables car les cellules qui ne sont pas sur la diagonale sont très proches de 1. Une corrélation aussi importante est surprenante. Nous allons donc faire un test de Student pour vérifier cette dépendance entre les variables.

#### 4) [Régression linéaire et diagnostique de la régression.](#)

Modèle de régression :

$$y_i = ax_i + b + \varepsilon_i \quad i = 1, n$$



Calcul du coefficient de détermination pour chacune des cinq variables exprimées en fonction d'elle-même ou en fonction d'une autre :

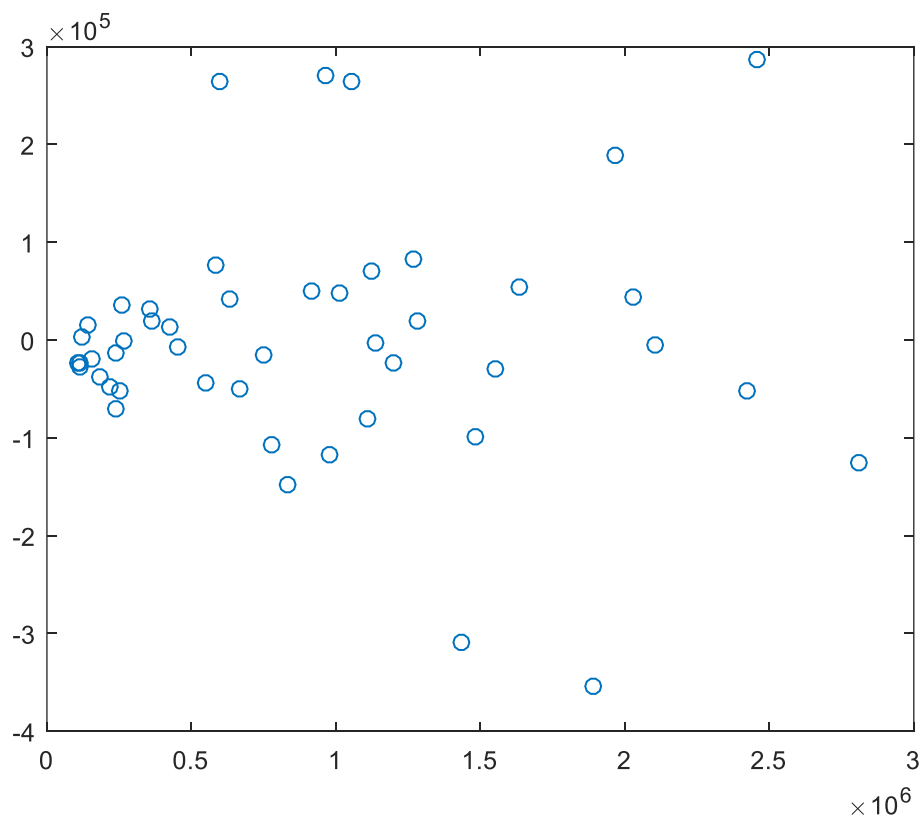
	Nombre de McDonald's par Etat	Adultes Obèses	Adultes Diabétiques	Inactivité physique chez les adultes	Hypertension chez les Adultes
Nombre de McDonald's par Etat	1	0.947	0.932	0.907	0.929
Adultes Obèses	0.947	1	0.986	0.977	0.988
Adultes Diabétiques	0.932	0.986	1	0.983	0.992
Inactivité physique chez les adultes	0.907	0.977	0.983	1	0.985
Hypertension chez les Adultes	0.929	0.988	0.992	0.985	1

Le minimum des R2 est R2=0.907, ce qui est proche de 1, on peut donc dire que cette régression est de bonne qualité.

En visualisant les résidus quand la variable explicative est différente de la variable à expliquer, les résidus ne présentent pas de structure donc le modèle est validé. Voici un exemple parmi les figures des résidus que j'ai observées :

Résidus de la régression :

$$\text{Adultes obèses}_i = a * \text{Inactivité physique chez les adultes}_i + b + e_i$$



### 5) [Peut-on affirmer qu'il y a une relation entre les variables deux à deux ?](#)

Variables quantitatives-quantitatives : Test de Student

Test d'indépendance :

H0 : les variables sont indépendantes

H1 : les variables ne sont pas indépendantes

Pour chacune des cinq variables exprimées en fonction d'elle-même ou en fonction d'une autre, on trouve  $p_{\text{val}} = 0$ . Or on considère un risque de première espèce  $\alpha = 0.05$ . D'où  $p_{\text{val}} < \alpha$  donc l'hypothèse nulle (H0) est rejetée. Les cinq variables sont donc liées deux à deux.

### 6) [Analyse en Composantes Principales \(ACP\).](#)

J'ai voulu réaliser une ACP pour voir quels états étaient les mieux décrits par les cinq variables "Nombre de McDonalds", "Adultes obèses", "Adultes diabétiques", "Inactivité physique chez les adultes" et "Hypertension chez les adultes" mais les figures obtenues étaient étranges et ne permettaient pas de faire d'interprétations (voir [Annexe 2](#) et [Annexe 3](#)). Avec ou sans les valeurs aberrantes (Californie, Texas, Floride, New York), le problème persistait. J'ai donc décidé de faire une autre étude.

### 7) [Carte des Etats-Unis.](#)

Je me suis alors demandé quels sont les états qui ont le plus de restaurants McDonald's, le plus d'adultes obèses, diabétiques, sédentaires et ayant le plus d'hypertension. J'ai voulu également observer l'opposé, c'est-à-dire les états qui ont le moins de restaurants McDonald's, le moins d'adultes obèses, diabétiques, sédentaires et ayant le moins d'hypertension. J'ai pensé que la meilleure manière de visualiser cela était d'utiliser une carte des Etats-Unis qui est à disposition dans Matlab.

Pour cette étude, j'ai travaillé avec la matrice centrée réduite car nous avons vu que le centrage permet de ramener l'origine au centre du nuage de points pour que les variables soient comparables. Pour chacune des cinq variables, j'ai pris le maximum et le minimum dans la matrice centrée réduite puis j'ai résolu l'équation :

$$\text{minimum} + 3 \cdot \text{ecart} = \text{maximum} \Leftrightarrow \text{ecart} = (\text{maximum} - \text{minimum})/3$$

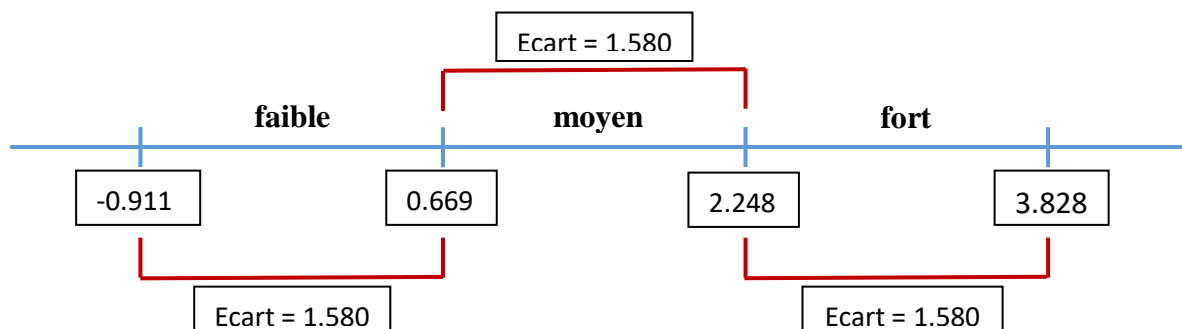
J'ai choisi de diviser par 3 pour avoir trois catégories : faible (●), moyen (●●) et fort (●●●).

Exemple avec la variable "Nombre de McDonalds" dans la matrice centrée réduite :

$\min(\text{Nombre de McDonalds}) = -0.911$

$\max(\text{Nombre de McDonalds}) = 3.828$

J'ai donc résolu l'équation :  $-0.911 + 3 \cdot \text{ecart} = 3.828 \Leftrightarrow \text{ecart} \approx 1.580$



Voici le genre de conditions que j'avais écrites dans Matlab pour attribuer une couleur à chaque état en fonction des critères qu'ils satisfaisaient :

- Si NbMcDonalds est fort et Adultes obèses est fort et Adultes diabétiques est fort et Inactivité physique chez les adultes est fort et Hypertension chez les adultes est fort alors Etat en rouge

- Si NbMcDonalds est fort et Adultes obèses est fort et Adultes diabétiques est fort et Inactivité physique chez les adultes est fort alors Etat en vert

- Si NbMcDonalds est fort et Adultes obèses est fort et Adultes diabétiques est fort alors Etat en noir

- Si NbMcDonalds est fort et Adultes obèses est fort alors

Etat en bleu

- Si NbMcDonalds est fort alors

Etat en cyan

Or je me suis rendu compte que si je devais écrire toutes les combinaisons de conditions possibles cela allait prendre trop de temps car il y a :

$\binom{5}{1} + \binom{5}{2} + \binom{5}{3} + \binom{5}{4} + \binom{5}{5} = 31$  combinaisons possibles pour évaluer les états avec les variables les plus fortes et donc de même pour les états avec les variables les plus faibles.

J'ai donc procédé par tâtonnement. J'ai commencé par les conditions suivantes :

- Si Nombre de McDonalds fort alors Etat en rouge

- Si Adultes obèses fort alors Etat en vert

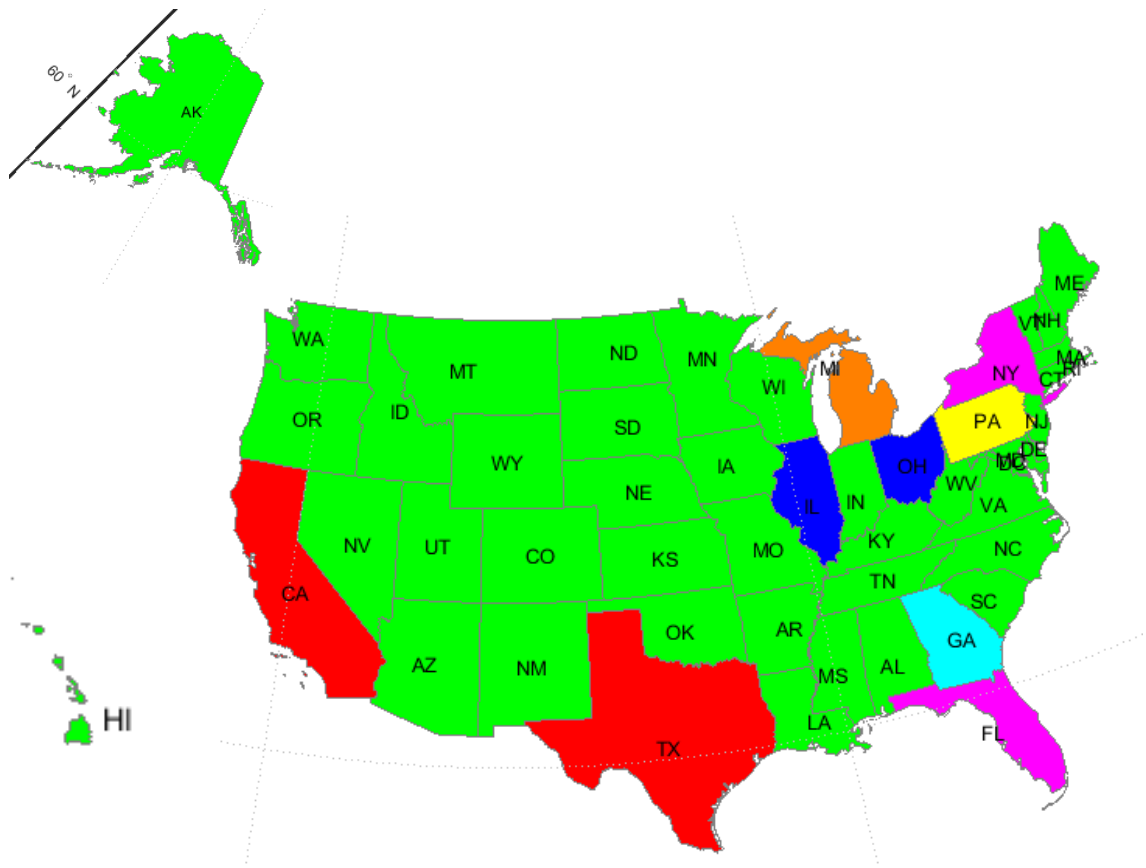
- Si Adultes diabétiques fort alors Etat en noir

- Si Inactivité physique chez les adultes fort alors Etat en bleu

- Si Hypertension chez les adultes alors Etat en cyan

Ensuite en fonction des couleurs qui s'affichaient sur la carte, j'ajoutais des conditions jusqu'à ce qu'aucune couleur ne s'affiche sur l'état. Cela me permettait de déterminer le nombre de conditions que je pouvais ajouter sans devoir écrire toutes les combinaisons de conditions possibles. J'ai procédé de la même manière pour le cas inverse, c'est-à-dire pour un nombre de restaurants McDonald's faible, un nombre d'adultes obèses, diabétiques, sédentaires et hypertendus faible.

Cartes des états des Etats-Unis en fonction des variables qui les décrivent.



Légende :

	Nombre de McDonald's par Etat	Adultes Obèses	Adultes Diabétiques	Inactivité physique chez les adultes	Hypertension chez les Adultes
California (CA) Texas (TX)	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●
Florida (FL) New York (NY)	● ●	● ●	● ●	● ● ●	● ●
Pennsylvania (PA)	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●
Georgia (GA)	●	● ● ●	● ● ●	● ●	● ● ●
Michigan (MI)	● ●	●	●	●	●
Illinois (IL) Ohio (OH)	● ●	● ●	●	● ●	● ●
Autres	●	●	●	●	●

Autres				
Alabama (AL)	Indiana (IN)	Minnesota (MN)	New Mexico (NM)	Tennessee (TN)
Alaska (AK)	Iowa (IA)	Mississippi (MS)	North Carolina (NC)	Utah (UT)
Arizona (AZ)	Kansas (KS)	Missouri (MO)	North Dakota (ND)	Vermont (VT)
Arkansas (AR)	Kentucky (KY)	Montana (MT)	Oklahoma (OK)	Virginia (VA)
Colorado (CO)	Louisiana (LA)	Nebraska (NE)	Oregon (OR)	Washington (WA)
Connecticut (CT)	Maine (ME)	Nevada (NV)	Rhode Island (RI)	West Virginia (WV)
Delaware (DE)	Maryland (MD)	New Hampshire (NH)	South Carolina (SC)	Wisconsin (WI)
Hawaii (HI)	Massachusetts (MA)	New Jersey (NJ)	South Dakota (SD)	Wyoming (WY)
Idaho (ID)				District of Columbia (DC)

Sur la carte, on remarque que les pires états en termes de santé et de nombre de restaurants McDonald's sont la Californie et le Texas. La Pennsylvanie, la Floride et New York ont un niveau moyen pour toutes les variables sauf pour l'inactivité physique chez les adultes qui est élevée en Floride et à New York par rapport aux états en vert par exemple.

Sur la carte, on remarque qu'il y a 42 états qui ont un niveau faible pour les cinq variables mais cela doit être interprété avec précaution puisque le taux d'obésité par état le plus faible aux Etats-Unis est de 20.20 % chez les adultes (Colorado), ce qui est inquiétant. En faisant la moyenne des taux par état, en 2015, 29.3% des adultes américains étaient obèses.

En France, il y avait 66 810 000 d'habitants en 2015 et 1380 restaurants McDonald's soit  $(1380/66810000)*100000 \approx 2.07$  restaurants McDonald's pour 100 000 habitants alors qu'aux Etats-Unis, il y avait 321 418 820 d'habitants en 2015 et 15 828 restaurants McDonald's soit  $(15828/321418820)*100000 \approx 4.92$  restaurants McDonald's pour 100 000 habitants soit plus du double qu'en France.

En 2015, environ 17%<sup>8</sup>, de la population française était obèse sachant qu'aux Etats-Unis, le taux minimum d'obésité était de 20.20%, ce qui peut sembler aberrant.

---

<sup>8</sup> <https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/surpoids-adulte/definition-causes-risques>

## IV/ Conclusion

Ce projet nous a permis de montrer que de nombreux menus chez McDonald's ne respectent pas les apports nutritionnels journaliers d'un individu quand celui-ci conserve les trois autres repas de la journée. Pour un enfant, aucun menu (du type 1, 2, 3 ou 4 avec petite ou moyenne boisson) ne respecte les ANC s'il conserve les autres repas de la journée. Pour un adulte, il est préférable de prendre un dessert (pas n'importe lequel) en plus du menu 1 qu'une salade pour respecter les ANC.

Nous avons vu à travers une matrice des corrélations et un test de Student que les restaurants McDonald's peuvent avoir une incidence sur la santé. Toutefois, la matrice de corrélation montre un lien d'au moins 90% entre les variables "Nombre de McDonalds", "Adultes obèses", "Adultes diabétiques", "Inactivité physique chez les adultes" et "Hypertension chez les adultes" deux à deux, ce qui peut paraître surprenant. Il serait nécessaire de refaire les mêmes tests avec les mêmes variables avec des données trouvées sur des sites différents pour vérifier ce résultat.

Une étude intéressante serait de faire la même chose en considérant les plus grandes chaînes de restaurants fast food par état aux Etats-Unis. Par exemple : Papa John's, Jack in the Box, Arby's, Dairy Queen, Little Caesars, Carl's Jr./Hardee's, Chipotle, Sonic Drive-In, Domino's, KFC, Panera Bread, Pizza Hut, Chick-fil-A, Dunkin' Donuts, Taco Bell, Wendy's, Burger King, Subway, Starbucks, McDonald's<sup>9</sup>. Malheureusement, je ne suis pas parvenu à trouver une base de données récente de ce type.

---

<sup>9</sup> <http://www.businessinsider.fr/us/the-20-most-successful-fast-food-chains-in-america-2015-8/#2-starbucks-11119>

## V/ Bibliographie.

### Les données :

#### **Feuille : Etats US**

Colonne 1 : Total Population (2015)

<https://www.infoplease.com/us/states/state-population-rank-2015>

Colonne 2 : Adult Population (2015)

<http://datacenter.kidscount.org/data/tables/99-total-population-by-child-and-adult#detailed/2/2-52/false/573/40,41/416>

Colonne 3 : Number of McDonald's

<https://www.menuism.com/restaurant-locations/mcdonalds-21019/us>

Colonne 4 : Adult Obesity Rate

Adult Obesity in the United States

<http://stateofobesity.org/adult-obesity/>

Colonne 5 : Adult Diabetes Rate

Diabetes in the United States

<http://stateofobesity.org/diabetes/>

Colonne 6 : Adult Physical Inactivity Rate

Physical Inactivity in the United States

<http://stateofobesity.org/physical-inactivity/>

Colonne 7 : Adult Hypertension Rate

Hypertension in the United States

<http://stateofobesity.org/hypertension/>

Colonne 8 : Per Capita Personal Income (in \$)

Per Capita Personal Income by State (Revenu par habitant par Etat)

<https://www.infoplease.com/business-finance/poverty-and-income/capita-personal-income-state>

#### **Feuille : Apports nutritionnels McDonalds**

Menu de McDonald's France

<https://www.mcdonalds.fr/informations-nutritionnelles>

#### **Feuille : Apports Nutritionnels Conseillé ANC**

Les Apports Nutritionnels Conseillés (ANC)

<http://www.foodcounts.com/recommended-daily-allowances/>

## Autres informations :

Convertisseur PDF vers Excel

<https://www.pdf-to-excel.com/fr/>

Site : Conseil Féminin

<http://www.conseilfeminin.com/forme/obesite/articles/difference-entre-surpoids-obesite/>

Site : Le journal des femmes

<http://sante.journaldesfemmes.com/nutrition-digestion/1094640-obesite-surpoids-definition-risques-et-solutions/1094644-obesite-et-surpoids-definition>

Journal : Le Figaro

<http://sante.lefigaro.fr/mieux-etre/nutrition-nutriments/lipides/differents-lipides>

Site : McDonald's

<https://www.mcdonalds.fr/entreprise/nutrition/nutrition-chez-mcdonalds>

Site : Les produits laitiers

<http://www.produits-laitiers.com/les-besoins-nutritionnels-par-repas/>

Site : Amélie

<https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/surpoids-adulte/definition-causes-risques>

Site : Business Insider

<http://www.businessinsider.fr/us/the-20-most-successful-fast-food-chains-in-america-2015-8/#2-starbucks-11119>

## Les photos :

Logo INSA

Site : Twitter

<https://twitter.com/insarouen>

Logo McDonald's

Site : Wikipedia

[https://en.wikipedia.org/wiki/McDonald%27s#/media/File:McDonald%27s\\_Golden\\_Arches.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/McDonald%27s#/media/File:McDonald%27s_Golden_Arches.svg)



## VI/ Annexes

### 1) Annexe 1

8 menus sur 4158 respectent les Apports Nutritionnels Conseillés (ANC) d'un Enfant (5-10 ans) pour un menu du type **Sandwich/Accompagnement/Boisson (format moyen)/Salade** sachant que l'on considère que c'est le seul et unique repas de la journée. On remarque que ces huit menus sont tous de la forme :

Chicken McNuggets (4 morceaux)/P'tites tomates/**Boisson (format moyen)**/ Salade Pomme de terre Poulet Oignon (avec sauce goût fumé) :

Chicken McNuggets (4 morceaux)/P'tites tomates/Coca-Cola (40 cl)/Salade Pomme de terre Poulet Oignon (avec sauce goût fumé)

Energie (kcal)	Matières grasses (g)	Acides gras saturés (g)	Glucides (g)	Sucres (g)	Fibres (g)	Protéines (g)	Sel (g)
1230	58	18	184	37	8	0	0.4

Chicken McNuggets (4 morceaux)/P'tites tomates/Coca-Cola light (40 cl)/Salade Pomme de terre Poulet Oignon (avec sauce goût fumé)

Energie (kcal)	Matières grasses (g)	Acides gras saturés (g)	Glucides (g)	Sucres (g)	Fibres (g)	Protéines (g)	Sel (g)
1400	58	18	184	79	8	0	0.4

Chicken McNuggets (4 morceaux)/P'tites tomates/Coca-Cola zéro (40 cl)/Salade Pomme de terre Poulet Oignon (avec sauce goût fumé)

Energie (kcal)	Matières grasses (g)	Acides gras saturés (g)	Glucides (g)	Sucres (g)	Fibres (g)	Protéines (g)	Sel (g)
1400	58	18	184	79	8	0	0.4

Chicken McNuggets (4 morceaux)/P'tites tomates/Sprite (40 cl)/Salade Pomme de terre Poulet Oignon (avec sauce goût fumé)

Energie (kcal)	Matières grasses (g)	Acides gras saturés (g)	Glucides (g)	Sucres (g)	Fibres (g)	Protéines (g)	Sel (g)
1255	58	18	184	43	8	0	0.4

Chicken McNuggets (4 morceaux)/P'tites tomates/Fanta orange (40 cl)/Salade Pomme de terre Poulet Oignon (avec sauce goût fumé)

Energie (kcal)	Matières grasses (g)	Acides gras saturés (g)	Glucides (g)	Sucres (g)	Fibres (g)	Protéines (g)	Sel (g)
1245	58	18	184	41	8	0	0.4

Chicken McNuggets (4 morceaux)/P'tites tomates/Lipton Ice Tea saveur pêche (40 cl)/Salade Pomme de terre Poulet Oignon (avec sauce goût fumé)

Energie (kcal)	Matières grasses (g)	Acides gras saturés (g)	Glucides (g)	Sucres (g)	Fibres (g)	Protéines (g)	Sel (g)
1295	58	18	184	53	8	0	0.4

Chicken McNuggets (4 morceaux)/P'tites tomates/evian (33 cl)/Salade Pomme de terre Poulet Oignon (avec sauce goût fumé)

Energie (kcal)	Matières grasses (g)	Acides gras saturés (g)	Glucides (g)	Sucres (g)	Fibres (g)	Protéines (g)	Sel (g)
1400	58	18	184	79	8	0	0.4

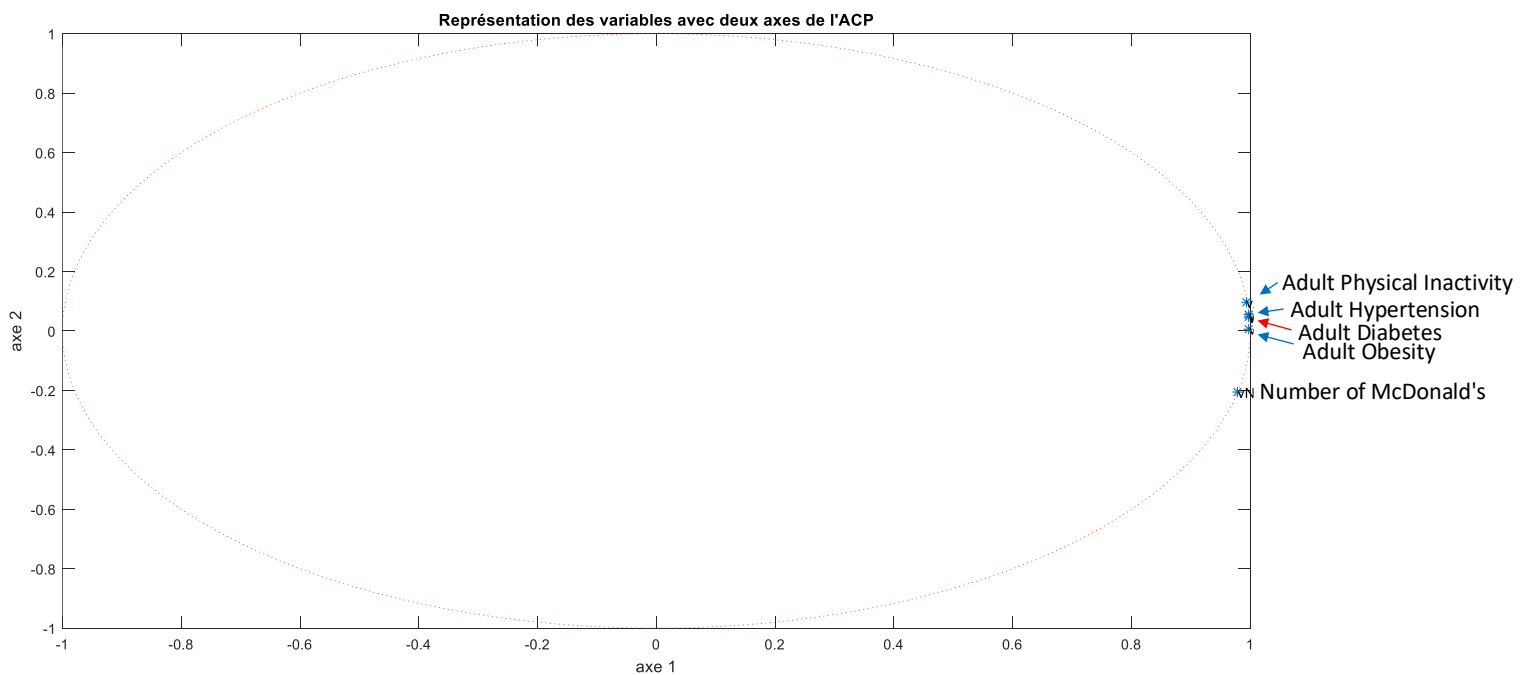
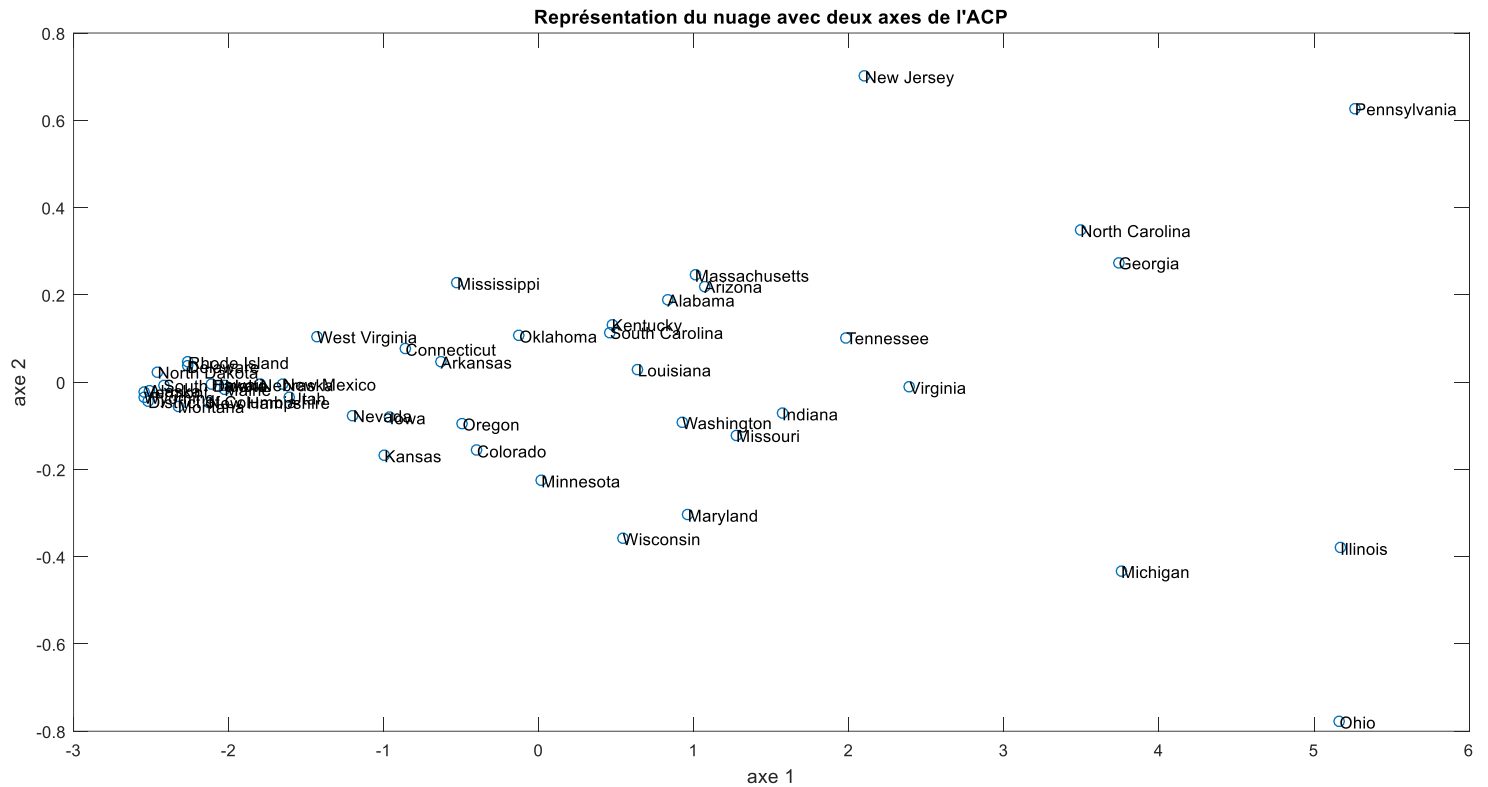
Chicken McNuggets (4 morceaux)/P'tites tomates/Badoit (33 cl)/Salade Pomme de terre Poulet Oignon (avec sauce goût fumé)

Energie (kcal)	Matières grasses (g)	Acides gras saturés (g)	Glucides (g)	Sucres (g)	Fibres (g)	Protéines (g)	Sel (g)
1400	58	18	184	79	8	0	0.4

## 2) [Annexes 2](#)

### ACP Etats des Etats-Unis

Sans les valeurs aberrantes :

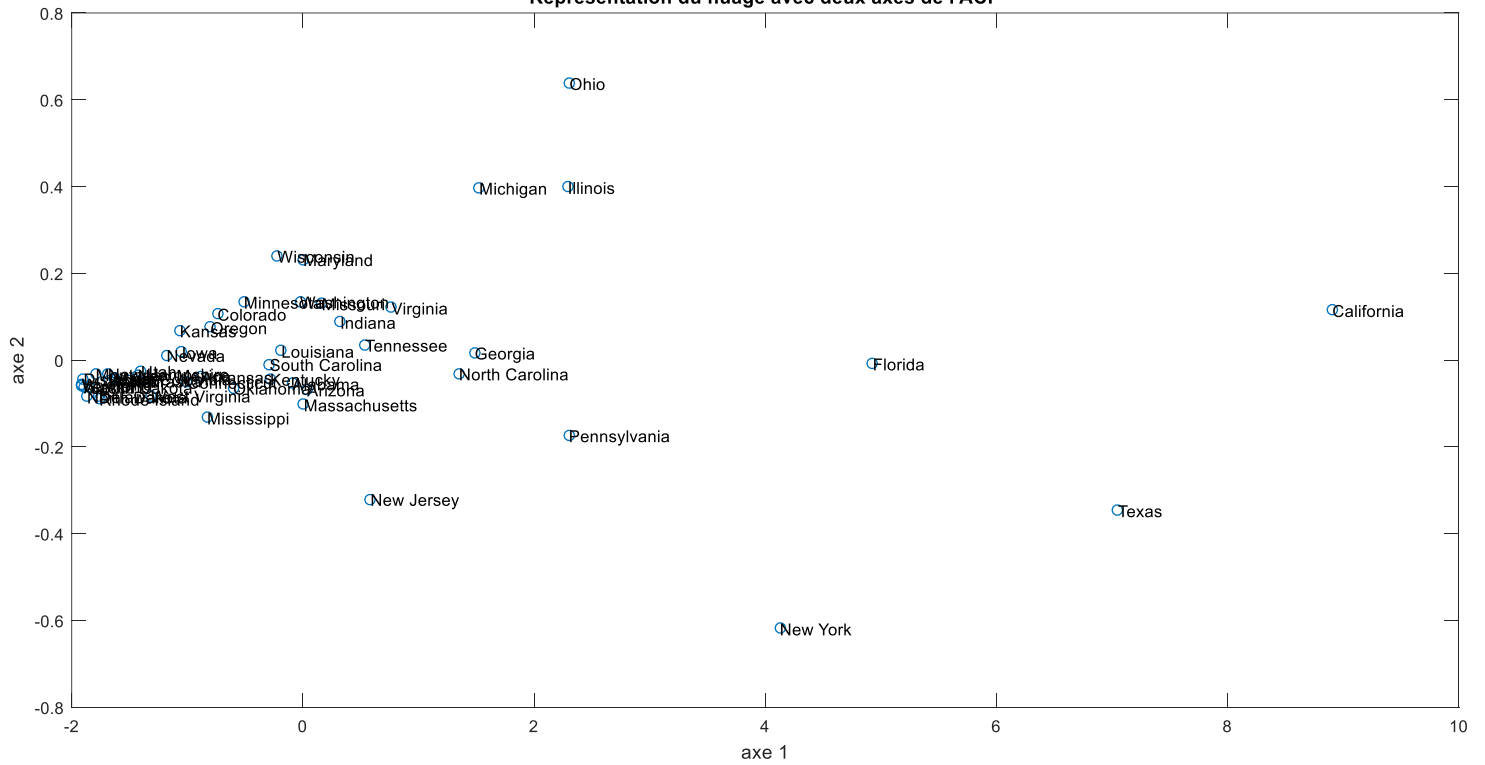


### 3) [Annexes 3](#)

#### ACP Etats des Etats-Unis

Avec les valeurs aberrantes :

Représentation du nuage avec deux axes de l'ACP



Représentation des variables avec deux axes de l'ACP

