

NOM, prénom : El MOUTAQUI Hicham

Filière : Statistique Démographie

Principes d'analyse démographique

Exercice 5 : (Etat pur)

Résolution à l'aide de l'outil Jupyter (langage Python).

Enoncé de l'exercice :

Exercice 5.

On suit un groupe d'individus tombés malades au mois d'avril 2008 (maladie A). Leur effectif au départ est de 9863. On donne ci-dessous la série des effectifs de malades aux durées exactes (en mois) passées sous surveillance et n'ayant pas encore vécu la guérison. Il n'y a aucun autre phénomène que la guérison qui agit sur cette population de malades (pas de décès, ni d'autres phénomènes).

Durée exacte de maladie (en mois)	Effectifs de malades
0	9863
1	9860
2	9855
3	9852
4	9849
5	9840
6	9833
7	9827
8	9820
9	9818
10	9816
11	9810
12	9805

- Placez ces données sur un diagramme de Lexis
- Déterminez les nombres de guérisons et placez-les sur le diagramme de Lexis
- Calculez les quotients de guérison
- Elaborez la table de guérison en adoptant une racine égale à 100 000
- Calculez l'intensité moyenne, le calendrier moyen et la variance du calendrier
- Interprétez ces indicateurs

1) Remplissage des données dans la (DataFrame) :

```
Entrée [254]: ## importation des biblios
import pandas as pd
import numpy as np
```

```
Entrée [255]: duree_exacte = list(map(int, range(13)))
```

```
Entrée [256]: duree_exacte
```

```
Out[256]: [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12]
```

```
Entrée [257]: effectif_des_malades = [9863, 9860, 9855, 9852, 9849, 9840, 9833, 9827, 9820, 9818, 9816, 9810, 9805]
```

```
Entrée [258]: df = pd.DataFrame(columns=['Durée exacte', 'Effectif des malades'])
```

```
Entrée [259]: df
```

```
Out[259]:
```

	Durée exacte	Effectif des malades
--	--------------	----------------------

```
Entrée [260]: for elmn, x in zip(duree_exacte, effectif_des_malades) :  
df = df.append({'Durée exacte': elmn, 'Effectif des malades': x }, ignore_index = True)
```

```
Entrée [261]: df
```

```
Out[261]:
```

	Durée exacte	Effectif des malades
0	0	9863
1	1	9860
2	2	9855
3	3	9852
4	4	9849
5	5	9840
6	6	9833
7	7	9827
8	8	9820
9	9	9818
10	10	9816
11	11	9810
12	12	9805

2) Détermination du nombre de guérisons :

```

Entrée [262]: df.dtypes

Out[262]: Durée exacte      object
Effectif des malades      object
dtype: object

Entrée [263]: df['Durée exacte'] = df['Durée exacte'].astype(int)
df['Effectif des malades'] = df['Effectif des malades'].astype(int)

Entrée [264]: df.dtypes

Out[264]: Durée exacte      int32
Effectif des malades      int32
dtype: object

Entrée [265]: nombre_de_guérison = [df['Effectif des malades'][i] - df['Effectif des malades'][i+1] for i in range(df['Effectif des malades'].max())]

Entrée [266]: nombre_de_guérison

Out[266]: [3, 5, 3, 3, 9, 7, 6, 7, 2, 2, 6, 5]

Entrée [267]: df['nmbr de guérison'] = [3, 5, 3, 3, 9, 7, 6, 7, 2, 2, 6, 5, 0]

Entrée [268]: df

Out[268]:

```

	Durée exacte	Effectif des malades	nmbr de guérison
0	0	9863	3
1	1	9860	5
2	2	9855	3
3	3	9852	3
4	4	9849	9
5	5	9840	7
6	6	9833	6
7	7	9827	7
8	8	9820	2
9	9	9818	2
10	10	9816	6
11	11	9810	5
12	12	9805	0

3) Calcul des quotients de guérisons :

```

Entrée [269]: df['quotient des guérisons'] = df['nmbr de guérison']/df['Effectif des malades']

```

```

Entrée [270]: df

```

```

Out[270]:

```

	Durée exacte	Effectif des malades	nmbr de guérison	quotient des guérisons
0	0	9863	3	0.000304
1	1	9860	5	0.000507
2	2	9855	3	0.000304
3	3	9852	3	0.000305
4	4	9849	9	0.000914
5	5	9840	7	0.000711
6	6	9833	6	0.000610
7	7	9827	7	0.000712
8	8	9820	2	0.000204
9	9	9818	2	0.000204
10	10	9816	6	0.000611
11	11	9810	5	0.000510
12	12	9805	0	0.000000

```

Entrée [271]: df['probabilité de survie'] = 1 - df['quotient des guérisons']

```

```

Entrée [272]: a = 100000
A = []
for x in df['probabilité de survie']:
    A.append(x*a)
    a=x*a

```

```

Entrée [273]: A

```

```

Out[273]: [99969.58329108791,
99918.88877623441,
99888.4720673223,
99858.05535841022,
99766.80523167393,
99695.83291087903,
99634.99949305484,
99564.02717225996,
99543.74936631856,
99523.47156037716,
99462.63814255297,
99411.94362769947,
99411.94362769947]

```

4) L'élaboration de la table e guérison en adoptant une racine égale à 100000.

Entrée [274]: `df['Mi'] = [100000, 99969.58329108791, 99918.88877623441, 99888.4720673223, 99858.0553841022, 99766.80523167393, 99695.83291087903, 99634.99949305484, 99564.02717225996, 99543.74936631856, 99523.47156037716, 99462.63814255297, 99411.94362769947]`

Entrée [275]: `df`

Out[275]:

	Durée exacte	Effectif des malades	nmbr de guérison	quotient des guérisons	probabilité de survie	Mi
0	0	0083	3	0.000304	0.999006	100000.000000
1	1	0080	5	0.000507	0.999493	99909.583291
2	2	0055	3	0.000304	0.999006	99918.888776
3	3	0052	3	0.000305	0.999005	99888.472067
4	4	0049	9	0.000914	0.999086	99858.055385
5	5	0040	7	0.000711	0.999299	99766.805232
6	6	0033	6	0.000610	0.999390	99695.832911
7	7	0027	7	0.000712	0.999288	99634.999493
8	8	0020	2	0.000204	0.999796	99564.027172
9	9	0018	2	0.000204	0.999796	99543.749366
10	10	0016	6	0.000611	0.999389	99523.471560
11	11	0010	5	0.000510	0.999490	99462.638143
12	12	0005	0	0.000000	1.000000	99411.943628

Entrée [276]: `B = [df['Mi'][i] - df['Mi'][i+1] for i in range(df['Mi'].shape[0] - 1)]`

Entrée [277]: `B`

Out[277]: `[30.416708912089234, 50.69451485350146, 30.416708912103786, 30.416708912089234, 91.25012673628225, 70.97232079489913, 60.83341782419302, 70.97232079488458, 20.277805941397673, 20.277805941397673, 20.277805941397673, 20.277805941397673, 20.277805941397673]`

Entrée [278]: `df["Guérison ~IGI"] = [38.416708912089234, 50.69451485350146, 30.416708912103786, 30.416708912089234, 91.25012673628225, 70.97232079489913, 60.83341782419302, 70.97232079488458, 20.277805941397673, 20.277805941397673, 60.83341782419302, 50.69451485350146,0]`

Entrée [279]: `df`

Out[279]:

	Durée exacte	Effectif des malades	nmbr de guérison	quotient des guérisons	probabilité de survie	MI	Guérison ~IGI
0	0	9863	3	0.000304	0.999696	100000.000000	30.416709
1	1	9860	5	0.000507	0.999493	99969.583291	50.694515
2	2	9855	3	0.000304	0.999696	99918.888776	30.416709
3	3	9852	3	0.000305	0.999695	99898.472067	30.416709
4	4	9849	9	0.000914	0.999086	99858.055358	91.250127
5	5	9840	7	0.000711	0.999289	99766.805232	70.972321
6	6	9833	6	0.000610	0.999390	99695.832911	60.833418
7	7	9827	7	0.000712	0.999288	99634.999493	70.972321
8	8	9820	2	0.000204	0.999796	99564.027172	20.277808
9	9	9818	2	0.000204	0.999796	99543.749368	20.277808
10	10	9816	6	0.000611	0.999389	99523.471580	60.833418
11	11	9810	5	0.000510	0.999490	99482.638143	50.694515
12	12	9805	0	0.000000	1.000000	99411.943628	0.000000

Entrée [280]: `df["1LI"] = [0.5*(df["MI"][i] + df["MI"][i+1]) for i in range(df["MI"].shape[0]-1)] + [0]`

Entrée [281]: `df`

Out[281]:

	Durée exacte	Effectif des malades	nmbr de guérison	quotient des guérisons	probabilité de survie	MI	Guérison ~IGI	1LI
0	0	9863	3	0.000304	0.999696	100000.000000	30.416709	99984.791648
1	1	9860	5	0.000507	0.999493	99969.583291	50.694515	99944.236034
2	2	9855	3	0.000304	0.999696	99918.888776	30.416709	99903.680422
3	3	9852	3	0.000305	0.999695	99898.472067	30.416709	99873.263713
4	4	9849	9	0.000914	0.999086	99858.055358	91.250127	99812.430295
5	5	9840	7	0.000711	0.999289	99766.805232	70.972321	99731.319071
6	6	9833	6	0.000610	0.999390	99695.832911	60.833418	99665.416202
7	7	9827	7	0.000712	0.999288	99634.999493	70.972321	99599.513333
8	8	9820	2	0.000204	0.999796	99564.027172	20.277808	99553.886269
9	9	9818	2	0.000204	0.999796	99543.749368	20.277808	99533.610483
10	10	9816	6	0.000611	0.999389	99523.471580	60.833418	99493.054851
11	11	9810	5	0.000510	0.999490	99482.638143	50.694515	99437.290885
12	12	9805	0	0.000000	1.000000	99411.943628	0.000000	0.000000

Entrée [282]: `df["calendrier numérateur"] = [(1+0.5)*(df["Guérison ~IGI"][i]) for i in range(13)]`

Entrée [283]:

df

Out[283]:

	Durée exacte	Effectif des malades	nmbr de guérison	quotient des guérisons	probabilité de survie	Mi	Guérison "IGI"	1LI	calendrier numérateur
0	0	9863	3	0.000304	0.999696	100000.000000	30.416709	99964.791646	15.208354
1	1	9860	5	0.000507	0.999493	99969.583291	50.694515	99944.236034	76.041772
2	2	9855	3	0.000304	0.999696	99918.888776	30.416709	99903.680422	76.041772
3	3	9852	3	0.000305	0.999695	99868.472067	30.416709	99873.263713	106.458481
4	4	9849	9	0.000914	0.999086	99858.055358	91.250127	99812.430295	410.625570
5	5	9840	7	0.000711	0.999289	99766.805232	70.972321	99731.319071	390.347764
6	6	9833	6	0.000610	0.999390	99695.832911	60.833418	99665.416202	395.417216
7	7	9827	7	0.000712	0.999288	99634.999493	70.972321	99599.513333	532.292406
8	8	9820	2	0.000204	0.999796	99564.027172	20.277806	99553.888269	172.361351
9	9	9818	2	0.000204	0.999796	99543.749366	20.277806	99533.610463	192.639156
10	10	9816	6	0.000611	0.999389	99523.471560	60.833418	99493.054851	638.750687
11	11	9810	5	0.000510	0.999490	99462.638143	50.694515	99437.290885	582.966921
12	12	9805	0	0.000000	1.000000	99411.943628	0.000000	0.000000	0.000000

Le calendrier moyen

Entrée [284]:

```
calendrier_moyen = (df['calendrier numérateur'].sum())/df['Guérison "IGI"'].sum()  
calendrier_moyen
```

Out[284]: 6.183448275862131

variance du calendrier

Entrée [285]:

```
df['variance numérateur'] = (df['Durée exacte'] + 0.5 - calendrier_moyen)**2*df['Guérison "IGI"']
```

Entrée [286]:

df

Out[286]:

	Durée exacte	Effectif des malades	nmbr de guérison	quotient des guérisons	probabilité de survie	Mi	Guérison "IGI"	1LI	calendrier numérateur	variance numérateur
0	0	9863	3	0.000304	0.999696	100000.000000	30.416709	99964.791646	15.208354	965.043067
1	1	9860	5	0.000507	0.999493	99969.583291	50.694515	99944.236034	76.041772	1074.304777
2	2	9855	3	0.000304	0.999696	99918.888776	30.416709	99903.680422	76.041772	394.956083
3	3	9852	3	0.000305	0.999695	99868.472067	30.416709	99873.263713	106.458481	206.162717
4	4	9849	9	0.000914	0.999086	99858.055358	91.250127	99812.430295	410.625570	234.608307
5	5	9840	7	0.000711	0.999289	99766.805232	70.972321	99731.319071	390.347764	25.844556
6	6	9833	6	0.000610	0.999390	99695.832911	60.833418	99665.416202	395.417216	9.586254
7	7	9827	7	0.000712	0.999288	99634.999493	70.972321	99599.513333	532.292406	138.421343
8	8	9820	2	0.000204	0.999796	99564.027172	20.277806	99553.888269	172.361351	116.464771
9	9	9818	2	0.000204	0.999796	99543.749366	20.277806	99533.610463	192.639156	233.936198
10	10	9816	6	0.000611	0.999389	99523.471560	60.833418	99493.054851	638.750687	1175.889713
11	11	9810	5	0.000510	0.999490	99462.638143	50.694515	99437.290885	582.966921	1476.364722
12	12	9805	0	0.000000	1.000000	99411.943628	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

Entrée [287]: variance_du_calendrier = df['variance numérateur'].sum()/df['Guérison "IGI"'].sum()

Entrée [288]: variance_du_calendrier

Out[288]: 18.273781212842113

5) Interprétation des résultats :

ecart type du calendrier

Entrée [289]: variance_du_calendrier**(1/2)

Out[289]: 3.2852739684529485

Interprétation du résultat

Intensité moyenne vaut 0,1 : 6 malades par 1000 année finissent par guérir sur l'année.

Calendrier moyen : les guéris passent en moyenne 0,1 mois avant de guérir sur l'année

Ecart type de 3,2 mois : Les durées pour guérir de tout individu s'écartent de la moyenne de 3,2 mois.