

Modélisation mathématique de la propagation du covid 19 au Maroc.

Au début de l'année 2020, le monde a connu une propagation du covid-19, la chose qu'a poussé beaucoup de pays d'imposer des confinements afin de limiter la propagation de cette pandémie, et comme étant curieux, je me suis lancé dans mes recherches pour mieux comprendre la progression de ce virus.

Ce sujet choisi s'inscrit parfaitement dans le cadre du thème de l'année "santé et prévention" . En effet la modélisation mathématique du covid-19 permet la prédiction de son progrès

Ce TIPE fait l'objet d'un travail de groupe.

Liste des membres du groupe :

- BACHIRI Youssef

Positionnement thématique (ETAPE 1)

MATHEMATIQUES (Analyse), MATHEMATIQUES (Mathématiques Appliquées), INFORMATIQUE (Informatique pratique).

Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Modèles mathématiques</i>	<i>Mathematical models</i>
<i>Épidémiologie</i>	<i>Epidemiology</i>
<i>Modèle SEIR</i>	<i>SEIR model</i>
<i>Infectés</i>	<i>infected</i>
<i>Décision</i>	<i>Decision</i>

Bibliographie commentée

Les maladies infectieuses sont les maladies qui peuvent être transmises d'une personne à une autre ou d'une population à une autre. Elles sont causées par des agents infectieux [1]. Parmi ces maladies infectieuses on trouve : Coronavirus SARS-Cov-2 (Covid 19), Rhinovirus (Rhume), le VIH (SIDA)

La modélisation mathématique des maladies infectieuses est un outil pour étudier la façon dont les maladies se propagent et de prévoir le nombre de cas dans le futur ceci pour aider à orienter la planification de la santé publique et la lutte contre les maladies infectieuses [3]. Les modèles utilisent des équations mathématiques pour estimer le nombre de cas de maladie qui pourraient survenir dans les semaines ou les mois à venir, Ils aident les chercheurs à simuler des possibilités réelles dans un environnement virtuel , Bien que les modèles ne puissent pas prédire ce qui se passera, ils peuvent nous aider à comprendre ce qui pourrait se passer dans certains scénarios [5].

Cela peut nous aider à planifier et à agir pour obtenir le meilleur résultat possible.

Notre étude s'intéresse aux modèles déterministes et dynamiques qui sont des modèles compartimentaux. Ces modèles divisent la population en classes épidémiologiques [5]. Ils font partie des premiers modèles mathématiques utilisés en épidémiologie et ont vu le jour au début du XXème siècle avec le modèle simple SI de Hamer (1906) [1]. Le premier modèle compartimental utilisant des équations différentielles est celui de Ronald Ross en 1911, c'est le modèle de transmission du paludisme [2]. L'épidémiologie mathématique a été portée à un nouveau niveau par le modèle SIR (Susceptibles, Infectés, Rétablis) de la propagation des maladies infectieuses, publié par Kermack et McKendrick en 1927, Plus précisément, Ils ont appliqué les idées de Ross pour les maladies dont la dynamique de transmission dépend de la fréquence et de l'intensité des interactions entre individus susceptibles (sains) et individus infectés et infectieux. Leur modèle n'inclut pas les taux naturels de natalité et de mortalité et, par conséquent, ne modélise que les flambées épidémiques. Aussi, le modèle SIR considère que les individus ont un comportement semblable et que chacun d'entre eux a la même probabilité de contacter n'importe quelle autre personne, en supposant que les populations sont homogènes et les interactions sociales sont aléatoires [3].

Vu la complexité du monde réel, plusieurs hypothèses du modèle SIR ne sont pas vérifiées, donc on va compléter notre étude avec un modèle un peu développée, C'est le modèle SEIR ce modèle prend en compte trois hypothèses de plus que le modèle SIR, la démographie de la population en particulier. La population totale $N(t)$ évolue donc au cours du temps t , donc Une nouvelle sous-population est ajoutée sont les personnes infectées non-infectieuses (exposed), qui ne sont donc pas contagieuses, représentées par la fonction $E(t)$. [5]

Problématique retenue

Les modèles SIR et SEIR sont deux modèles mathématiques classiques utilisés dans le domaine de l'épidémiologie.

Donc, Peut-on prévoir l'évolution de Covid19 au cours du temps au Maroc en se basant sur les modèles SIR ou SEIR ?

Objectifs du TIPE

- 1.Description du modèle SEIR
- 2.Amelioration du modèle SIR
- 3.Modélisation de covid_19 a l'aide du modèle SEIR
- 4.Etude mathématique et prédiction
- 5.Simulation informatique pour le modèle SEIR
- 6.Comparaison entre le modèle SIR et le modèle SEIR

Références bibliographiques (ETAPE 1)

- [1] YOUNSI FATIMA ZAHRA : Mise en place d'un système d'information décisionnel pour le suivi et la prévention des Epidémies : <https://theses.univ-oran1.dz/document/15201654t.pdf>
- [2] HUGO FALCONET ANTOINE JEGO : modéliser la propagation d'une épidémie :

<https://www.createursdemondes.fr/wp-content/uploads/2017/02/memoire-Jego-Falconet.pdf>

[3] DERDEI BICHARA : Étude de modèles épidémiologiques : Stabilité, observation et estimation de paramètres : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00841444/file/BicharaPhDThesis.pdf>

[4] JEAN-FRANÇOIS VIEL : Principes de la modélisation d'une épidémie : https://ester.univ-angers.fr/_resource/Covid-19/Principes%20modélisation%20épidémie_JF%20Viel.pdf

[5] EDUARDO POZO VALDIVIEZO : Une brève étude du nombre de reproduction en épidémiologie et leurs applications : https://www.amarun.org/images/7_documentos/7-3_tesis_maestria/Pozo2020.pdf

[6] MINISTRE DE LA SANTÉ DU MAROC (PR. KHALID AIT TALEB) : CORONAVIRUS (COVID-19) STATISTIQUES ET NOMBRE DE CAS AU MAROC – EVOLUTION DU NOMBRE DE CAS ET DE CONTAMINATIONS JOUR APRÈS JOUR : <https://www.coronavirus-statistiques.com/stats-pays/coronavirus-nombre-de-cas-maroc/>

Références bibliographiques (ETAPE 2)

[1] DR. TREFOR BAZETT : The MATH of Epidemics | Variants of the SIR Model : <https://www.youtube.com/watch?v=f1a8JYAixXU&t=647s>

[2] DR. TREFOR BAZETT : Le MATH des pandémies | Introduction au modèle SIR : <https://www.youtube.com/watch?v=Qrp40ck3WpI>

[3] MONSIEUR MIHIR RAVI JOHN : Dynamique de l'assurance emprunteur et impact de la COVID-19 : <https://www.institutdesactuaires.com/docs/mem/427a15b602e5a707da3ede501ff0f75a.pdf>

DOT

[1] *J'ai choisi comme sujet la Modélisation mathématique de la propagation du covid_19 au Maroc*

[2] *Suite à une analyse des différents modèles épidémiologiques, le choix a été porté sur deux modèles classiques SIR et SIER*

[3] *L'étude mathématique des deux modèles*

[4] *Faire la simulation en python pour les deux modèles*