

**Intitulé du stage : Estimation du nombre de reproduction effectif de la COVID-19 dans la population française selon le niveau de défaveur social.**

**Référence de l'offre : DATA-STA-2023-04**

## ■ **Présentation de Santé publique France**

---

Santé publique France est l'Agence nationale de santé publique française. Etablissement public de l'Etat sous tutelle du ministre chargé de la santé créée par l'ordonnance 2016-246 du 15 avril 2016, elle intervient au service de la santé des populations.

Agence scientifique et d'expertise du champ sanitaire, elle a pour missions :

- 1° L'observation épidémiologique et la surveillance de l'état de santé des populations ;
- 2° La veille sur les risques sanitaires menaçant les populations ;
- 3° La promotion de la santé et la réduction des risques pour la santé ;
- 4° Le développement de la prévention et de l'éducation pour la santé ;
- 5° La préparation et la réponse aux menaces, alertes et crises sanitaires ;
- 6° Le lancement de l'alerte sanitaire.

L'Agence est organisée autour de quatre conseils (Conseil d'Administration, Conseil scientifique, Comité d'Ethique et de Déontologie et Comité d'orientation et de dialogue), de directions scientifiques et transversales, et de directions assurant le support et le soutien à l'activité. L'Agence dispose d'implantations régionales (Cellules régionales) auprès des agences régionales de la santé.

Son programme de travail, arrêté par son Conseil d'administration, s'articule autour de 6 enjeux : Anticipation, préparation et réponse aux menaces de santé publique, dont les épidémies ; Numérique en santé publique ; Santé environnementale, changement climatique et environnement de travail ; Fardeau des maladies et de leurs déterminants, efficacité des interventions et retour sur investissement de la prévention ; Stratégie de prévention, marketing social et approche par populations ; Inégalités sociales, vulnérabilités territoriales.

Son siège est situé à Saint-Maurice (94).

Localisation du stage :

Saint-Maurice

En région, indiquer la région et la ville concernées :

## ■ **Le stage**

---

**Contexte :**

Description de la Direction : La Direction Appui, Traitements et Analyses des données (DATA) est une direction scientifique transversale assurant l'appui pour l'ensemble de l'agence sur le traitement et l'analyse des données. Outre les activités de data-management, analyse statistique, géomatique, métrologie et appui aux applications informatiques, la direction porte la surveillance syndromique et soutient la conception, la mise en place et l'exploitation des enquêtes. Les données exploitées proviennent de nombreux systèmes de surveillance et d'enquêtes épidémiologiques, portées par l'agence ou par ses partenaires (système national des données de santé SNDS, référentiels). La DATA comprend une cinquantaine d'agents et est organisée en 3 unités :

- l'unité Applications, big data et surveillance syndromique (ABISS),
- l'unité Appui et méthodes pour les études et investigations dans le domaine de la surveillance (AMETIS),
- l'unité Enquêtes.

Description de l'Unité : Les missions et activités principales de l'unité « AMETIS » sont les suivantes :

- ✓ Participer à la conception des designs des études, aux protocoles de recueil des données
- ✓ Data-management : assurer le traitement et la gestion des données
- ✓ Statistique : soutien aux analyses, validation des analyses, réalisation d'analyses, développements méthodologiques
- ✓ Statistique spatiale : créer des indicateurs cartographiques, produire des cartes, lissage cartographique
- ✓ Métrologie : Apporter un soutien métrologique aux études, plan d'échantillonnage, choix des polluants, des matrices à investiguer, estimation de l'exposition.
- ✓ Assurer une veille méthodologique et technique pour l'ensemble de ces activités.
- ✓ Alimenter la base de données des indicateurs produits par l'agence en vue de les restituer (portail).

Sujet du stage :

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a déclaré le 30 janvier 2020 l'épidémie de COVID-19 « *urgence de santé publique de portée internationale* » après la propagation rapide des quelques cas initiaux à des milliers de cas dans toute la Chine et l'introduction de la maladie dans plusieurs autres pays. Puis le 11 mars 2020, l'OMS a classé l'épidémie comme pandémie. Les premiers cas en France ont été confirmés le 7 février 2020 suivi d'une augmentation rapide des cas dès le mois de mars sur l'ensemble du territoire. Les conséquences sanitaires de la maladie – décès, charge sur le système hospitalier – ont rapidement conduit les pouvoirs publics à prendre des mesures lourdes pour freiner la transmission du virus dans la population : restrictions de mouvement, confinement généralisé, mesure de distanciation sociale des malades, etc...

Plus de 3 ans après le début de la pandémie, les lourdes conséquences sanitaires – directes ou indirectes en lien avec la désorganisation des soins pendant cette période - et économique ont bien été documentées. Mais il est aussi apparu que, si toutes les catégories sociales ont été touchées par la crise sanitaire, les populations les plus précaires se sont montrées plus vulnérables à la fois sur le plan sanitaire et économique. En raison de leurs professions, de leurs conditions d'emploi ou de leurs conditions de vie (type de logement), l'épidémie et les mesures mises en œuvre pour la freiner ont davantage impactées ces populations.

Une étude française [1] a montré que les zones les plus défavorisées socialement – caractérisées à partir d'un score de défaveur social (European Deprivation Index [2]) - ont connu des taux d'incidence et de positivité pour l'infection plus élevés et des taux de dépistage plus faibles. L'étude a également mis en évidence que ces différences entre les zones les plus défavorisées et les moins défavorisées ont évolué dans le temps, en fonction des changements dans les mesures mises en œuvre par les autorités françaises pour contrôler l'épidémie. Dans l'objectif de documenter plus loin les inégalités engendrées par la crise sanitaire il est proposé de compléter cette étude en se basant sur un indicateur qui permet de mesurer directement la transmissibilité du virus dans la population : le nombre de reproduction effectif [3]–[5]. Le nombre de reproduction effectif (Reff), représente le nombre moyen de personnes qu'une personne infectée contaminera à son tour (cas secondaires) durant sa période infectieuse. Si ce nombre est supérieur à 1, l'épidémie se développe ; chaque personne porteuse du virus le transmet, en moyenne, à plus d'une personne. Si le Reff est inférieur à 1, l'épidémie régresse ; une personne contaminée contamine en moyenne moins d'une personne. Le monitoring en temps réel de la valeur de ce paramètre permet notamment de suivre l'impact des mesures de contrôle mises en œuvre.

L'idée de ce stage est ainsi d'estimer sur une période longue d'observation et rétrospectivement la transmissibilité de la Covid-19 mesurée via le nombre de reproduction effectif dans les différentes populations caractérisées par leur défaveur sociale, estimée au moyen de l'EDI. L'observation des tendances temporelles recoupant les périodes de confinement et post-confinement permettront notamment de quantifier l'efficacité de ces mesures pour contrôler l'épidémie selon la défaveur sociale

Missions du stage : Le stagiaire sera amené à s'approprier la méthode statistique pour l'estimation du nombre de reproduction effectif [3], [4], sur le plan formel (Calcul bayésien) et fonctionnel (Code R, [5]), adapter les données pour les rendre adéquates aux analyses (data-management), mettre en œuvre la méthode, identifier la meilleure restitution des résultats et enfin il devra être en capacité de les interpréter dans le cadre de l'objectif de l'étude

Activités du stage :

- Etude de littératures en statistiques et en épidémiologie (Nombre de reproduction, European Deprivation Index).
- Mise en forme des données (Base de données des résultats des tests biologiques pour le dépistage de la Covid-19).

- Maitriser formellement la méthode d'estimation du nombre de reproduction effectif (Méthode de Cori, [3]).
- Mise en œuvre de la méthode pour estimer le nombre de reproduction effectif dans chaque population caractérisée par leur niveau de défaveur social : le stagiaire devra utiliser le logiciel R exclusivement et pourra s'appuyer sur du code déjà développé et utilisé à Santé publique France qu'il devra adapter.
- Restitution du travail réalisé et synthèse de celui-ci dans son mémoire de stage mais aussi, selon les capacités et l'appétence de l'étudiant, valorisation ou participation à a valorisation sous forme d'un article scientifique et/ou institutionnel.

#### Références

- [1] S. Vandentorren *et al.*, "The effect of social deprivation on the dynamic of SARS-CoV-2 infection in France: a population-based analysis.," *Lancet. Public Heal.*, vol. 7, no. 3, pp. e240–e249, Mar. 2022, doi: 10.1016/S2468-2667(22)00007-X.
- [2] C. Pernet *et al.*, "Construction of an adaptable European transnational ecological deprivation index: The French version," *J. Epidemiol. Community Health*, vol. 66, no. 11, pp. 982–989, Nov. 2012, doi: 10.1136/jech-2011-200311.
- [3] A. Cori, N. M. Ferguson, C. Fraser, and S. Cauchemez, "A new framework and software to estimate time-varying reproduction numbers during epidemics.," *Am. J. Epidemiol.*, vol. 178, no. 9, pp. 1505–12, Nov. 2013, doi: 10.1093/aje/kwt133.
- [4] R. N. N. Thompson *et al.*, "Improved inference of time-varying reproduction numbers during infectious disease outbreaks," *Epidemics*, vol. 29, p. 100356, Dec. 2019, doi: 10.1016/j.epidem.2019.100356.
- [5] C. Bonaldi, A. Fouillet, C. Sommen, D. Lévy-Bruhl, and J. Paireau, "Monitoring the reproductive number of COVID-19 in France: Comparative estimates from three datasets," *PLoS One*, vol. 18, no. 10, p. e0293585, Oct. 2023, doi: 10.1371/journal.pone.0293585.

#### Description :

Pour tout renseignement complémentaire, consulter le portail sur le site <http://www.santepubliquefrance.fr>

#### ▪ Type de stage proposé

---

- Licence  
 Master 1                       Master 1 + sujet tutoré\*                       Master 1 « observation »\*\*  
 Master 2 Professionnel                       Master 2 Recherche

\* stage M1 + sujet tutoré (proposé par l'ISPED) : le stage complète un travail préalable de sujet tutoré de 2 mois et demi (revue de la littérature, analyse d'une base de données, etc.)

\*\* stage M1 « observation » (proposé par l'ISPED) : le stagiaire contribue aux activités courantes de l'équipe sans être en charge d'un dossier particulier

**Gratification du stage** : selon la réglementation en vigueur dans les établissements publics

#### ▪ Date proposée pour le stage et durée :

---

- Sans contrainte de date  
 A partir de : (indiquer une date)  
 Durée minimum : 4 mois  
 Extension possible au-delà de la période obligatoire                       Oui                       Non

#### ▪ Prérequis

---

- Aucun  
 Compétences spécifiques (préciser) : Cours en statistique ou biostatistique  
 Maîtrise d'un logiciel spécifique (préciser) : Logiciel R indispensable  
 Autre (préciser) :  
     Qualités relationnelles, aptitude à la discussion et au travail d'équipe  
     Rigueur scientifique

Curiosité intellectuelle, esprit d'initiative et autonomie  
Qualités rédactionnelles  
Capacités d'analyse et de synthèse

▪ **Stage proposé par**

---

Direction : Direction d'Appui pour les Traitements et les Analyses des données (DATA)

Unité : Appui et méthodes pour les études et investigations dans le domaine de la surveillance (AMETIS)

Maître(s) de stage / personne contact :

Nom : Bonaldi

Prénom : Christophe

Fonction : Biostatisticien, responsable d'unité

Téléphone :0141796808

Adresse email : [ChristopheBONALDI@santepubliquefrance.fr](mailto:ChristopheBONALDI@santepubliquefrance.fr)

▪ **Pour postuler**

---

Adresser les candidatures (lettre de motivation + cv) en indiquant la référence de l'annonce par courriel : [recrut@santepubliquefrance.fr](mailto:recrut@santepubliquefrance.fr)