

# **DYNAMIQUE DE TRANSMISSION DE LA GRIPPE SAISONNIERE A ABIDJAN EN COTE D'IVOIRE**

***N'gattia Kouabenan Anderson, Doctorant***

Biologie Humaine et tropicale/Environnement Santé et Développement, UFR des Sciences Médicales, Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire

Service de Surveillance Epidémiologique/Institut National d'Hygiène Publique, Abidjan, Côte d'Ivoire

***Coulibaly Daouda, Attaché de Recherche***

Service de Surveillance Epidémiologique/Institut National d'Hygiène Publique, Abidjan, Côte d'Ivoire

***Tiembré Issaka, Maître de conférences***

UFR des Sciences Médicales, Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire

Institut National d'Hygiène Publique, Abidjan, Côte d'Ivoire

***Kadjo Hervé, Attaché de Recherche***

Unité des virus respiratoires/Institut Pasteur, Abidjan, Côte d'Ivoire

***Ekra Kouadio Daniel, Maître de conférences***

UFR des Sciences Médicales, Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire

Institut National d'Hygiène Publique, Abidjan, Côte d'Ivoire

***Dagnan N'cho Simplicie, Professeur titulaire***

UFR des Sciences Médicales, Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire

Institut National d'Hygiène Publique, Abidjan, Côte d'Ivoire

---

## **Abstract**

*Introduction:* In Côte d'Ivoire, the transmission of influenza viruses and climatological factors that influence it are not yet well elucidated to allow the prediction of epidemics. *Objective:* This study aims to determine the transmission dynamic of seasonal influenza in Abidjan and factors that influence it. *Material and Methods:* From a review of surveillance data provided by INHP (National Institute of Public Hygiene) and climatological data provided by SODEXAM (National Weather Service) from 2007 to 2010, the monthly and seasonal proportions of flu cases were compared

using the Chi-square test. The Pearson correlation test and simple linear regression were performed to investigate the association between the number of influenza cases and climatological data. *Results:* The monthly proportions of influenza viruses were the highest observed during May (19.5%), June (14.9%) and October (13.9%). The months of May and June are included in the main rainy season where high 48.4% influenza viruses were isolated. Influenza A viruses predominated during the two rainy seasons. Despite a slight statistically significant association between the number of influenza cases and the weekly rainfall ( $r = 0.18$ ,  $\beta = 0.025$ ). *Discussion/Conclusion:* These findings should guide the prevention of seasonal influenza in the tropics.

---

**Keywords:** Transmission dynamic, seasonal Influenza, Abidjan, Cote d'Ivoire.

---

### Résumé

*Introduction :* En Côte d'Ivoire, la transmission des virus grippaux et les facteurs climatologiques qui l'influencent ne sont pas encore bien élucidés pour permettre la prédiction des épidémies. *Objectif :* Cette étude a pour objet de déterminer la dynamique de transmission de la grippe saisonnière à Abidjan et certains facteurs qui l'influencent. *Matériel et méthodes :* A partir d'une revue des données de surveillance collectées par l'INHP (Institut National d'hygiène Publique) de 2007 à 2010 et des données climatologiques issues de la SODEXAM (Service de météorologie nationale), les proportions mensuelles et saisonnières de cas de grippe ont été comparées à l'aide du test de  $\chi^2$  et le test de corrélation de Pearson et la régression linéaire multiple ont été réalisés pour étudier l'association entre le nombre de cas de grippe et les facteurs climatologiques. *Résultats :* Les proportions mensuelles de virus grippaux les plus élevées ont été observées au cours des mois de mai (19,5%), juin (14,9%) et octobre (13,9%). Les mois de mai et juin correspondent à la grande saison des pluies où 48,4% les virus grippaux ont été isolés. Les virus de type A étaient majoritairement rencontrés pendant ces deux saisons pluvieuses. Une association statistiquement significative a été observée entre le nombre de cas hebdomadaire de grippe et la pluviométrie ( $r=0,187$  ;  $\beta=0,025$ ). *Discussion/Conclusion :* Ce constat doit orienter les mesures de prévention de la grippe saisonnière sous les tropiques.

---

**Mots-clés:** Dynamique de transmission, grippe saisonnière, Abidjan, Côte d'Ivoire

---

## Introduction

La grippe est une préoccupation de santé publique au niveau mondial car elle est à l'origine d'une morbidité et d'une mortalité importantes (Hannoun et al., 2004). Les pandémies du 20<sup>è</sup> siècle et celle de 2009 et les épidémies documentées ont fait pour certaines plusieurs milliers et pour d'autres des millions de décès tant en Afrique que dans le reste du monde (Hannoun et al., 2004; Tamerius et al., 2011). En période inter-pandémique, chaque année, la grippe saisonnière affecte environ 5-15% de la population mondiale soit près de 500 millions de personnes avec 3 à 5 millions de cas sévères et un million de décès (Tamerius et al., 2011). L'épidémiologie de la grippe est mieux connue dans les régions tempérées que dans les régions tropicales (Hannoun et al., 2004; Tamerius et al., 2011). En effet, dans les régions tempérées de l'hémisphère sud, les épidémies de grippe ont lieu pendant l'hiver austral (mai-septembre) tandis que dans l'hémisphère nord, elles surviennent de novembre à mars (Barreca & Shimshack, 2012; Tamerius et al., 2013; Tamerius et al., 2011). Les basses températures, la faible humidité relative ou absolue, le chauffage des maisons semblent expliquer cette saisonnalité hivernale de la grippe (Barreca & Shimshack, 2012; Hanley & Borup, 2010; Murray et al., 2012; Shaman & Kohn, 2009). Dans les pays tropicaux et particulièrement en Afrique, la saisonnalité de la grippe n'est pas clairement élucidée (Gessner et al., 2011; Radin et al., 2012; Tamerius et al., 2011). Pourtant, malgré les conditions climatologiques différentes de celles des pays tempérés, les virus grippaux, sont aussi capables de se transmettre sous les tropiques et d'y causer des épidémies (Chan et al., 2009; Soares et al., 2003; Tamerius et al., 2011). Dans ces pays tropicaux, la transmission de la maladie semble continue toute l'année cependant, la période exacte de survenue des épidémies est difficilement prévisible (Hannoun et al., 2004; Lowen et al., 2008; Lutwama et al., 2012; Soares et al., 2003) eu égard à la limitation des données notamment épidémiologiques et virologiques (Gessner et al., 2011). En Côte d'Ivoire, la circulation des virus grippaux est peu documentée (Kadjo et al., 2012). Les données existantes sont incomplètes et ne renseignent pas sur les facteurs qui influencent la survenue de maladie, rendant ainsi difficile la prédiction des épidémies (Akoua-Koffi et al., 2007; Kadjo et al., 2012). La maladie grippale a connu un regain d'intérêt à partir de l'année 2006 avec la détection de foyers de grippe aviaire à Abidjan, la capitale économique du pays et avec la menace de survenue d'une pandémie grippale. Un réseau sentinelle de surveillance de la grippe a ainsi été mis en place dans plusieurs localités du pays et principalement dans la ville d'Abidjan, située au sud du pays et qui comptait une population de 22 millions d'habitants en 2007. A partir des données collectées à travers ce réseau en quatre années, nous avons estimé

l'effet des paramètres climatologiques (pluviométrie, l'humidité relative et la température au sol) sur la morbidité liée à la grippe.

### **Matériel et Méthodes**

Une revue des données de surveillance de la grippe de 2007 à 2010 du service de surveillance épidémiologique de l'Institut National d'Hygiène Publique a été conduite. Elle a permis de recueillir des informations sur la méthode utilisée pour la surveillance de la grippe. Celle-ci repose en effet sur un réseau sentinelle constitué de 24 sites répartis sur le territoire national dont 15 à Abidjan, la capitale économique et 9 à l'intérieur du pays. Dans le cadre de cette étude, nous n'avons considéré que les données des sites sentinelles de la ville d'Abidjan car plus de 90% des échantillons positifs provenaient de ces sites. Les sites dont les données n'ont pas été incluses dans cette étude sont localisés dans les régions de l'Est, l'Ouest, le Centre et le Nord du pays où les conditions climatiques sont différentes de celles d'Abidjan. Les données recueillies dans ces sites n'étaient pas de bonne qualité et donc peu exploitables.

- 1) Méthode de surveillance : les patients présentant un syndrome grippal ou une infection respiratoire aiguë sévère conformément à la définition de cas recommandée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) font l'objet d'un prélèvement naso-pharyngé qui est conservé entre 4 et 8°Celsius et acheminé au laboratoire national de référence de la grippe (NIC) de l'Institut Pasteur de Côte d'Ivoire pour analyse. La méthode de confirmation utilisée au laboratoire associe les techniques de la RT-PCR conventionnel, la RT-PCR en temps réel et l'isolement viral sur culture de cellules MDCK (KADJO et al., 2012). Les données climatologiques ont été recueillies auprès de la Société d'Exploitation et de Développement Aéroportuaire, Aéronautique et Météorologique (SODEXAM)
- 2) Nature des données : les données collectées se rapportent au nombre de cas hebdomadaire de grippe et de types de virus grippaux (A ou B), à la pluviométrie hebdomadaire cumulée, à l'humidité relative hebdomadaire moyenne et à la température hebdomadaire moyenne au sol de 2007 à 2010. Ces données hebdomadaires ont été classées au besoin en mois puis en saisons. En effet, le sud de la Côte d'Ivoire, est caractérisé par le climat Attiéen dont le régime est composé de 4 saisons : Une grande saison sèche (Décembre-Mars), une grande saison pluvieuse (Avril-Juillet), une petite saison sèche (Août-Septembre) et une petite saison pluvieuse (Octobre-Novembre) (MICHEL, 1971).
- 3) Analyse statistique : Les proportions mensuelles et saisonnières de cas de grippe ont été comparées à l'aide du test de  $\chi^2$  de Pearson au seuil de signification de 5%. Le test de corrélation de Pearson et la régression

linéaire multiple ont été réalisés pour étudier la relation entre le nombre de cas de grippe et les facteurs climatologiques. Les données ont été analysées avec le logiciel *Stata 12.0, StataCorp LP, College Station, Texas*.

## Résultats

De 2007 à 2010, 921 cas de grippe ont été confirmés à Abidjan à travers le réseau sentinelle de surveillance. Les nombres de cas cumulés les plus élevés ont été observés au cours des mois de mai (180 cas;19,5%), de juin (137 cas;14,9%) et d'octobre (128 cas;13,9%). Le mois de décembre a enregistré le nombre de cas le plus faible (23 cas; 2,5%). Les proportions mensuelles de virus grippaux diffèrent de façon statistiquement significative ( $p < 0,001$ ). La distribution des virus grippaux est marquée par une forte prédominance respectivement en 2007 pendant les mois d'avril (26 cas ; 28,9%) et de mai (23 cas ; 25,6%) ; en 2008 durant les mois d'avril (14 cas ; 18%) et d'août (14 cas ; 18,0%) ; en 2009 en mai (113 cas ; 23,8%) ; en 2010 au cours des mois d'octobre (61 cas ; 21,9%) et de juin (53 cas ; 19,0%) (*tableau 1*).

**Tableau I** : Distribution mensuelle des virus grippaux à Abidjan, Côte d'Ivoire, 2007-2010

Mois	Année				N(%)	p
	2007 n(%)	2008 n(%)	2009 n(%)	2010 n(%)		
Janvier	0(0,0)	0(0,0)	14(2,9)	25(8,9)	39(4,2)	<b>&lt;0,001</b>
Février	0(0,0)	1(1,3)	27(5,7)	16(5,7)	44(4,8)	
Mars	2(2,2)	0(0,0)	16(3,4)	26(9,3)	44(4,8)	
Avril	26(28,9)	14(18,0)	16(3,4)	8(2,9)	64(6,9)	
Mai	23(25,6)	9(11,5)	113(23,8)	35(12,5)	180(19,5)	
Juin	22(24,4)	3(3,8)	59(12,4)	53(19,0)	137(14,9)	
Juillet	7(7,8)	6(7,7)	48(10,1)	3(1,1)	64(6,9)	
Août	2(2,2)	14(18,0)	46(9,7)	12(4,3)	74(8,0)	
Septembre	7(7,8)	5(6,4)	54(11,4)	0(0,0)	66(7,2)	
Octobre	0(0,0)	4(5,1)	63(13,4)	61(21,9)	128(13,9)	
Novembre	1(1,1)	10(12,8)	8(1,7)	39(14,0)	58(6,3)	
Décembre	0(0,0)	12(15,4)	10(2,1)	1(0,4)	23(2,5)	
<b>Total</b>	<b>90(100)</b>	<b>78(100)</b>	<b>474(100)</b>	<b>279(100)</b>	<b>921(100)</b>	

La répartition saisonnière montre une prépondérance des virus grippaux au cours de la grande saison (445 cas ; 48,4%) et de la petite saison des pluies (186 cas ; 20,2%) ainsi qu'une variation saisonnière statistiquement significative ( $p < 0,001$ ) (*tableau 2*).

**Tableau II** : Distribution saisonnière des virus grippaux à Abidjan, Côte d’Ivoire, 2007-2010

Saisons*	Année				N(%)	p
	2 007	2 008	2 009	2 010		
	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)		
GSS	2(2,2)	1(1,5)	69(14,5)	77(26,7)	149(16,2)	<0,001
GSP	78(86,7)	32(48,5)	236(49,6)	99(34,4)	445(48,4)	
PSS	9(10,0)	19(28,8)	100(21,0)	12(4,2)	140(15,2)	
PSP	1(1,1)	14(21,2)	71(14,9)	100(34,7)	186(20,2)	
Total	90(100)	66(100)	476(100)	288(100)	920(100)	

\*Le climat de la ville d’Abidjan est subdivisé en 4 saisons, dont : 2 saisons des pluies et 2 saisons sèches. *GSS* : Grande saison sèche (décembre à mars), *GSP* : Grande saison des pluies (avril à juillet), *PSS* : Petite saison sèche (août à septembre), *PSP* : Petite saison des pluies (octobre à novembre) (MICHEL, 1971).

La distribution mensuelle selon le type de virus grippal fait ressortir une fréquence élevée pour le type A dans les mois de mai (103 cas ; 15,5%) et juin (163 cas ; 24,6%) tandis que pour le type B, la prédominance est observée dans les mois d’août (39 cas ; 15,1%) et d’octobre (49 cas ; 19,0%). Les proportions mensuelles des différents types de virus grippaux A et B diffèrent de façon statistiquement significative ( $p < 0,001$ ) (tableau 3).

**Tableau III** : Distribution mensuelle des virus grippaux de type A et B, Abidjan, 2007-2010.

Mois	Virus grippaux		N(%)	p
	A	B		
	n(%)	n(%)		
Janvier	38(5,7)	1(0,4)	39(4,2)	<b>&lt;0,001</b>
Février	32(4,8)	12(4,6)	44(4,8)	
Mars	30(4,5)	14(5,4)	44(4,8)	
Avril	43(6,5)	21(8,1)	64(6,9)	
Mai	163(24,6)	17(6,6)	180(19,5)	
Juin	103(15,5)	34(13,2)	137(14,9)	
Juillet	45(6,8)	19(7,4)	64(6,9)	
Août	35(5,3)	39(15,1)	74(8,0)	
Septembre	33(5,0)	33(12,8)	66(7,2)	
Octobre	79(12,0)	49(19,0)	128(13,9)	
Novembre	42(6,3)	16(6,2)	58(6,3)	
Décembre	20(3,0)	3(1,2)	23(2,5)	
<b>Total</b>	<b>663(100)</b>	<b>258(100)</b>	<b>921(100)</b>	

Les virus grippaux de type A (354 cas ; 55,0%) et B (91 cas ; 35,7%) sont majoritairement rencontrés au cours de la grande saison des pluies, par contre le type B (72 cas ; 28,2%) prédomine au cours de la petite saison sèche (tableau 4).

**Tableau IV :** Distribution saisonnière des virus grippaux de type A et B à Abidjan, 2007-2010

Saisons	Virus grippaux		N(%)	p
	A	B		
	n(%)	n(%)		
GSS	100 (15,6)	27 (10,6)	127 (14,1)	<0,001
GSP	354 (55,0)	91 (35,7)	445 (49,6)	
PSS	68 (10,6)	72 (28,2)	140 (15,6)	
PSP	121 (18,8)	65 (25,5)	186 (20,7)	
<b>Total</b>	<b>643 (100)</b>	<b>255 (100)</b>	<b>898 (100)</b>	

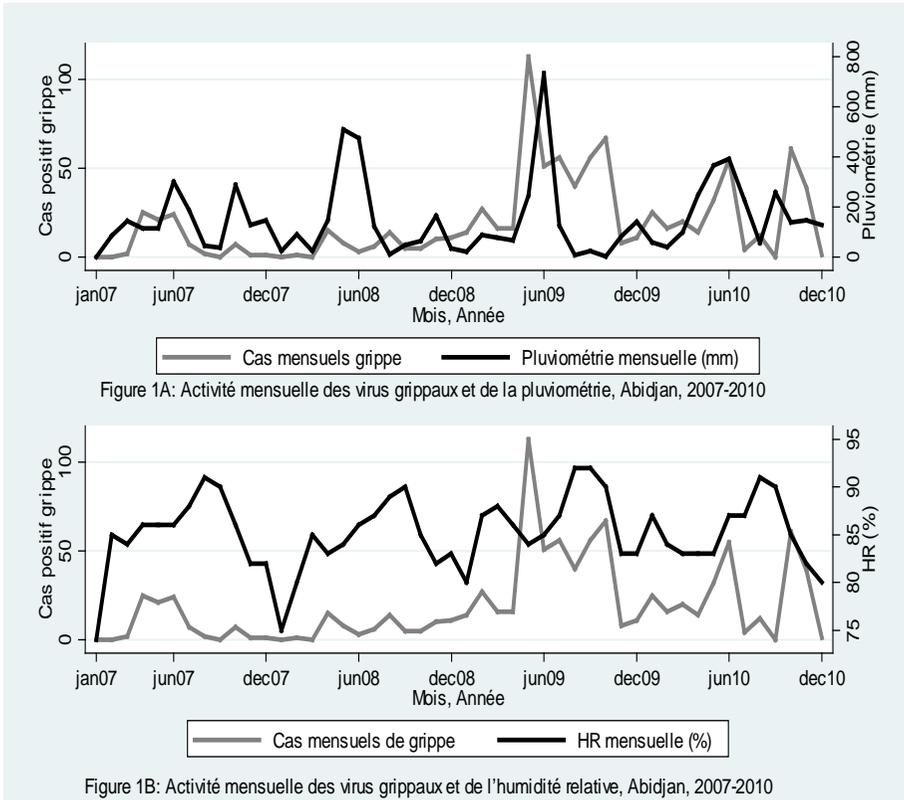
La relation entre la circulation des virus grippaux et les facteurs climatologiques a montré une corrélation statistiquement significative avec la pluviométrie ( $r=0,187$  ;  $p<0,05$ ) et l’humidité relative ( $r=0,141$  ;  $p<0,05$ ) dans le sens positif. En revanche, la température au sol n’est pas significativement corrélée à la circulation des virus grippaux ( $r= -0,068$  ;  $p>0,05$ ) (Tableau 5).

**Tableau V:** Corrélation et régression linéaire simple entre le nombre de cas hebdomadaire de virus grippaux et les facteurs climatologiques, Abidjan, 2007-2010

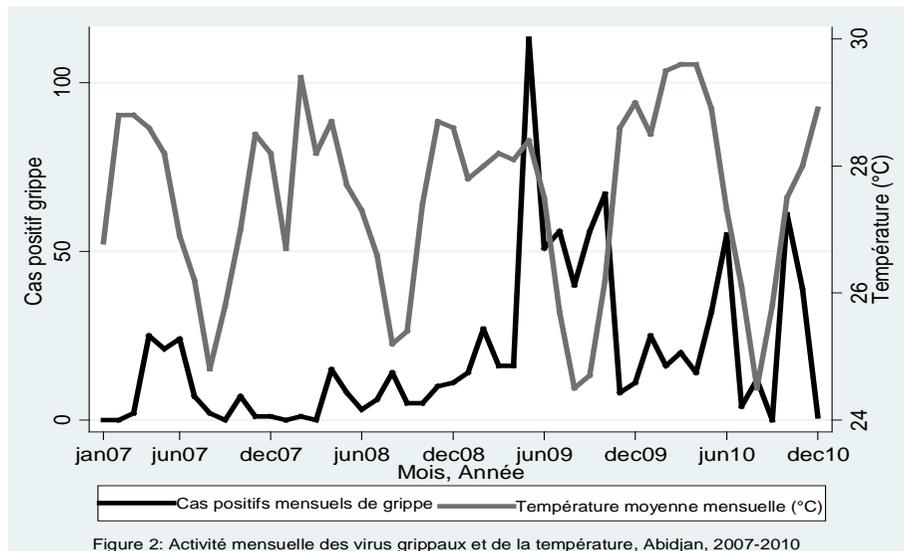
Paramètres environnementaux	r	R2 <sup>±</sup>	β <sup>‡</sup>	p-value	IC
Pluie (mm)	0,187*	0,038	0,025	0,008	0,006 – 0,043
Humidité relative (%)	0,141*		0,173	0,108	-0,038 – 0,385
Température au sol (°C)	-0,068		-0,092	0,786	-0,766 – 0,580
Constante de régression			-8,633	0,584	-39,642 – 22,375
<b>Equation de régression</b>	$y = 0,025x_1 + 0,173x_2 - 0,092x_3 - 8,633$ ( $p=0,011$ )				

\* Coefficient de corrélation de Pearson statistiquement significatif ; <sup>±</sup> R carré ajusté de la régression linéaire multiple ; <sup>‡</sup>Coefficients de régression linéaire multiple.

Le modèle de régression linéaire multiple avec l’introduction des trois variables indépendantes (la pluviométrie, l’humidité relative et la température au sol) explique 3,8 % ( $p=0,011$ ) de la variation du nombre de cas hebdomadaire de grippe. L’effet de la pluie sur la survenue hebdomadaire des cas de grippe est statistiquement significatif ( $\beta=0,025$  ;  $p=0,008$ ) ajusté sur l’humidité relative et la température au sol. Quant à ces deux dernières variables indépendantes (humidité relative et température au sol), leurs effets respectifs ajustés sur le nombre de cas hebdomadaire de grippe ne sont pas statistiquement significatifs (tableau 5). Les courbes des évolutions mensuelles des cas de grippe et de la pluviométrie ont la même allure et sont quasiment superposables excepté le mois de juin 2008 où un disfonctionnement a été constaté dans la collecte des données au niveau des sites sentinelles (figure 1A).



En revanche les courbes des évolutions mensuelles des cas de grippe et de l'humidité relative (*figure 1B*) et de la température (*figure 2*) sont dissociables.



## Discussion

En Côte d’Ivoire, les résultats de la surveillance sentinelle de 2007 à 2010 à Abidjan, ont révélé que, les virus grippaux prédominaient essentiellement dans la période d’avril à juillet. Cette période correspond à la grande saison pluvieuse qui arrose la ville d’Abidjan située au sud de la Côte d’Ivoire (Michel, 1971). Ce résultat est corroboré par les études menées en Côte d’Ivoire de 2003 à 2004 et de 2003 à 2010 et qui ont révélées une activité grippale importante dans les mois de mai-juin, en grande saison pluvieuse(Akoua-Koffi et al., 2007; Kadjo et al., 2012). Des travaux réalisés dans la zone tropicale notamment à Dakar (Niang et al., 2012), au Nicaragua (Gordon et al., 2009) et en Myanmar (Dapat et al., 2009) rapportent que les plus fortes proportions de virus grippaux circulant sont corrélées aux mois à fortes précipitations de juillet à septembre. Cependant, nos résultats indiquent que, les virus grippaux prédominent également au cours de la petite saison des pluies. Toutefois, la transmission grippale dans cette dernière saison est moins importante que celle de la grande saison pluvieuse. Dans des études précédentes en Côte d’Ivoire, ces deux pics épidémiques ont été mis en évidence aux mêmes périodes(Akoua-Koffi et al., 2007; Kadjo et al., 2012). De même, à Hong-Kong situé sous les tropiques, deux pics épidémiques sont également observés chaque année, dont un en hiver-printemps et un autre en été (Chan et al., 2009). Cette tendance probablement saisonnière de la grippe à Abidjan, devrait conduire les autorités sanitaires à promouvoir des mesures de protection de la population et de lutte contre cette maladie à l’approche des saisons des pluies à travers notamment la vaccination des sujets à risque, les campagnes de sensibilisation et d’éducation sur l’hygiène respiratoire et de la toux et sur le lavage des mains. Aussi devrait-il avoir un renforcement de la surveillance épidémiologique de la grippe au cours de ces saisons pluvieuses en vue de la détection des foyers épidémiques.

Les deux types de virus grippaux A et B ont circulé concomitamment, mais il y a une prédominance du virus A sur le virus B pendant toutes les quatre saisons sauf au cours de la petite saison sèche. En plus, il a été observé une activité grippale saisonnière du virus A particulièrement prépondérante dans la grande saison des pluies et à un degré moindre dans la petite saison des pluies. Cette dynamique de transmission des virus grippaux A et B observée dans cette étude est similaire à celle discutée dans plusieurs travaux. En effet, que ce soit en Afrique(Radin et al., 2012), ou au niveau mondial (Finkelman et al., 2007) le virus A et le virus B co-circulent, mais l’activité du premier surpasse celle du second (Chan et al., 2009; Finkelman et al., 2007; Kadjo et al., 2012; Niang et al., 2012; Radin et al., 2012). Par exemple à Hong-Kong, le pic épidémique de l’hiver-

printemps est dû aux virus grippaux A et le pic, en été, est rarement lié au type B (Chan et al., 2009).

Notre étude a montré que l'effet de la pluviométrie et de l'humidité relative sur la survenue de la grippe à Abidjan est réel. L'accroissement du nombre de cas de grippe dans la population suite à l'augmentation de ces deux facteurs climatologiques a été démontré au Sénégal (Dosseh et al., 2000), en Honduras (Schlaudecker et al., 2012) et dans plusieurs pays sous les tropiques (Murray et al., 2012; Tamerius et al., 2013). Pour l'humidité relative, nos résultats indiquent que son accroissement avec celui des cas de grippe n'est pas linéaire. En outre, il est évident que l'humidité relative n'est pas un facteur important pour prédire la survenue des cas de grippe en tenant compte de la pluviométrie et de la température au sol. Toutefois, elle reste fortement associée à l'incidence de la grippe tant en zone tempérée (Du Prel et al., 2009; Shaman & Kohn, 2009; Tang et al., 2010) que tropicale (Chan et al., 2009; Dosseh et al., 2000). Mais dans notre étude, seule la pluviométrie permet-elle de prédire la dynamique de transmission de la grippe afin de détecter précocement les épidémies. Ces aspects devraient aider à instituer une collaboration entre les épidémiologistes, les experts de la santé publique, les environnementalistes et les météorologistes en vue d'anticiper la survenue des épidémies de grippe saisonnière. Le troisième facteur climatologique étudié, la température, n'a aucun effet sur la transmission de la grippe dans notre étude. Cependant plusieurs travaux ont montré son impact sur l'incidence de la grippe (Chan et al., 2009; Lowen et al., 2008; Tamerius et al., 2013) surtout en région tempérée où l'amplitude thermique annuelle est très élevée (Barreca & Shimshack, 2012; Du Prel et al., 2009).

Au-delà des résultats pertinents de notre étude, plusieurs limites subsistent. En effet, à cause des difficultés inhérentes au système de surveillance, le nombre de prélèvements recommandé par le protocole, par semaine et par site, a varié souvent d'une année à une autre. En plus, tous les cas suspects de grippe de la semaine n'étaient pas prélevés. Aussi est-il que, notre système de surveillance est de type sentinelle, avec des sites choisis sur la base de critères logistiques, économiques et surtout sur la disponibilité des praticiens et sur la faisabilité des consultations générales et pédiatriques.

## **Conclusion**

Il ressort de ce travail que la transmission de la grippe saisonnière à Abidjan est influencée par l'effet des saisons et de la pluviométrie. Ce constat doit orienter les stratégies de prévention et de lutte que les autorités sanitaires doivent mettre en place afin de protéger les populations contre la grippe saisonnière.

## References:

- Akoua-Koffi, C., Kouakou, B., Kadjo, H., Elia, G., Koffi, S. P., Adjogoua, E Ehouman, A. (2007). [Results of two-year surveillance of flu in Abidjan, Côte d'Ivoire]. *Médecine tropicale: revue du Corps de santé colonial*, 67(3), 259-262.
- Barreca, A. I., & Shimshack, J. P. (2012). Absolute humidity, temperature, and influenza mortality: 30 years of county-level evidence from the United States. *American Journal of Epidemiology*, 176 Suppl 7, S114-122. doi:10.1093/aje/kws259
- Chan, P. K. S., Mok, H. Y., Lee, T. C., Chu, I. M. T., Lam, W.-Y., & Sung, J. J. Y. (2009). Seasonal influenza activity in Hong Kong and its association with meteorological variations. *Journal of Medical Virology*, 81(10), 1797-1806. doi:10.1002/jmv.21551
- Dapat, C., Saito, R., Kyaw, Y., Naito, M., Hasegawa, G., Suzuki, Y., ... Suzuki, H. (2009). Epidemiology of human influenza A and B viruses in Myanmar from 2005 to 2007. *Intervirology*, 52(6), 310-320. doi:10.1159/000237738
- Dosseh, A., Ndiaye, K., Spiegel, A., Sagna, M., & Mathiot, C. (2000). Epidemiological and virological influenza survey in Dakar, Senegal: 1996-1998. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 62(5), 639-643.
- Du Prel, J.-B., Puppe, W., Gröndahl, B., Knuf, M., Weigl, J. A. I., Schaaff, F., & Schmitt, H.-J. (2009). Are meteorological parameters associated with acute respiratory tract infections? *Clinical Infectious Diseases: An Official Publication of the Infectious Diseases Society of America*, 49(6), 861-868. doi:10.1086/605435
- Finkelmann, B. S., Viboud, C., Koelle, K., Ferrari, M. J., Bharti, N., & Grenfell, B. T. (2007). Global patterns in seasonal activity of influenza A/H3N2, A/H1N1, and B from 1997 to 2005: viral coexistence and latitudinal gradients. *PloS One*, 2(12), e1296. doi:10.1371/journal.pone.0001296
- Gessner, B. D., Shindo, N., & Briand, S. (2011). Seasonal influenza epidemiology in sub-Saharan Africa: a systematic review. *The Lancet Infectious Diseases*, 11(3), 223-235. doi:10.1016/S1473-3099(11)70008-1
- Gordon, A., Ortega, O., Kuan, G., Reingold, A., Saborio, S., Balmaseda, A., & Harris, E. (2009). Prevalence and seasonality of influenza-like illness in children, Nicaragua, 2005-2007. *Emerging Infectious Diseases*, 15(3), 408-414. doi:10.3201/eid1503.080238
- Hanley, B. P., & Borup, B. (2010). Aerosol influenza transmission risk contours: a study of humid tropics versus winter temperate zone. *Virology Journal*, 7, 98. doi:10.1186/1743-422X-7-98

- Hannoun, C., Léophonte, P., & Peyramond, D. (2004). La grippe: conceptions actuelles. John Libbey Eurotext.
- Kadjo, H. A., Ekaza, E., Coulibaly, D., Kouassi, D. P., Nzussouo, N. T., Kouakou, B., ... Mott, J. A. (2012). Sentinel surveillance for influenza and other respiratory viruses in Côte d'Ivoire, 2003-2010. *Influenza and Other Respiratory Viruses*. doi:10.1111/j.1750-2659.2012.00389.x
- Lowen, A. C., Steel, J., Mubareka, S., & Palese, P. (2008). High temperature (30 degrees C) blocks aerosol but not contact transmission of influenza virus. *Journal of Virology*, 82(11), 5650-5652. doi:10.1128/JVI.00325-08
- Lutwama, J. J., Bakamutumaho, B., Kayiwa, J. T., Chiiza, R., Namagambo, B., Katz, M. A., & Geissler, A. L. (2012). Clinic- and hospital-based sentinel influenza surveillance, Uganda 2007-2010. *The Journal of Infectious Diseases*, 206 Suppl 1, S87-93. doi:10.1093/infdis/jis578
- MICHEL, E. (1971). Le climat, Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire (ORSTOM.).
- Murray, E. L., Klein, M., Brondi, L., McGOWAN, J. E., Van Mels, C., Brooks, W. A., ... Bridges, C. B. (2012). Rainfall, household crowding, and acute respiratory infections in the tropics. *Epidemiology & Infection*, 140(01), 78-86. doi:10.1017/S0950268811000252
- Niang, M. N., Dosseh, A., Ndiaye, K., Sagna, M., Gregory, V., Goudiaby, D., ... Diop, O. M. (2012). Sentinel surveillance for influenza in Senegal, 1996-2009. *The Journal of Infectious Diseases*, 206 Suppl 1, S129-135. doi:10.1093/infdis/jis576
- Radin, J. M., Katz, M. A., Tempia, S., Talla Nzussouo, N., Davis, R., Duque, J., ... Widdowson, M.-A. (2012). Influenza surveillance in 15 countries in Africa, 2006-2010. *The Journal of Infectious Diseases*, 206 Suppl 1, S14-21. doi:10.1093/infdis/jis606
- Schlaudecker, E. P., Heck, J. P., Macintyre, E. T., Martinez, R., Dodd, C. N., McNeal, M. M., ... Steinhoff, M. C. (2012). Etiology and seasonality of viral respiratory infections in rural Honduran children. *The Pediatric Infectious Disease Journal*, 31(11), 1113-1118. doi:10.1097/INF.0b013e31826052eb
- Shaman, J., & Kohn, M. (2009). Absolute humidity modulates influenza survival, transmission, and seasonality. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(9), 3243-3248. doi:10.1073/pnas.0806852106
- Soares, J. L., Ratsitorahina, M., Rakoto Andrianarivelo, M., Robinson, R., Rousset, D., Rasoazanamiarana, L. N., ... Migliani, R. (2003). [Epidemics of acute respiratory infections in Madagascar in 2002: from alert to confirmation]. *Archives de l'Institut Pasteur de Madagascar*, 69(1-2), 12-19.
- Tamerius, J. D., Shaman, J., Alonso, W. J., Bloom-Feshbach, K., Uejio, C. K., Comrie, A., & Viboud, C. (2013). Environmental Predictors of Seasonal

Influenza Epidemics across Temperate and Tropical Climates. PLoS Pathogens, 9(3), e1003194. doi:10.1371/journal.ppat.1003194

Tamerius, J., Nelson, M. I., Zhou, S. Z., Viboud, C., Miller, M. A., & Alonso, W. J. (2011). Global influenza seasonality: reconciling patterns across temperate and tropical regions. *Environmental Health Perspectives*, 119(4), 439-445. doi:10.1289/ehp.1002383

Tang, J. W., Lai, F. Y. L., Nymadawa, P., Deng, Y.-M., Ratnamohan, M., Petric, M., ... Wong, F. Y. W. (2010). Comparison of the incidence of influenza in relation to climate factors during 2000-2007 in five countries. *Journal of Medical Virology*, 82(11), 1958-1965. doi:10.1002/jmv.21892