



Ecole d'été autour de 2 °C

Les enjeux de l'interdisciplinarité
de la recherche
sur le changement climatique

Autrans (Isère)
12 - 16 juin 2017

Influence des vagues de chaleur sur la demande d'électricité dans les mégapoles d'Afrique de l'Ouest dans un contexte de changement climatique

Thèse Par :

Vicky, G. KONDI AKARA

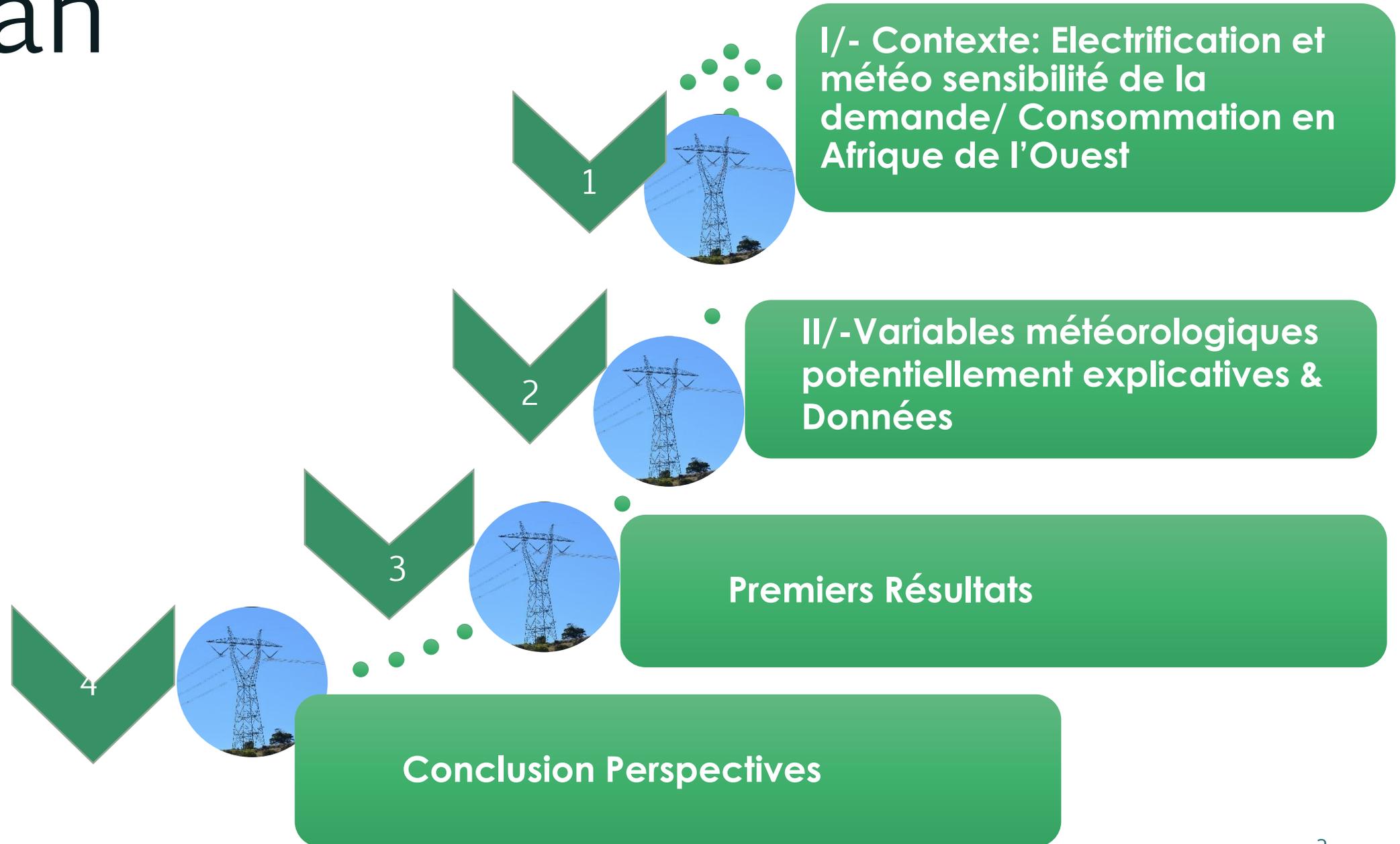
Années : 2016-2019

Direction :

Arona Diedhiou / B.Hingray (HMCIS, CNRS/ LTHE)

Hassane Fofona (Laboratoire de Physiques de
l'Atmosphère et des mécanismes des fluides, UFHB)

Plan



I/- Contexte: Electrification et météo sensibilité de la demande/ Consommation en Afrique de l'Ouest (1/3)

- ❑ Habitants sans accès à l'électricité
 - ❑ 650M pour Afrique
 - ❑ 250M pour Afrique Sub-Saharienne
 - ❑ + 10M chaque année
- ❑ Consommation d'énergie par habitant en Afrique subsaharienne 181 KW contre 6500 KW en Europe et 13 000 KW aux États-Unis"

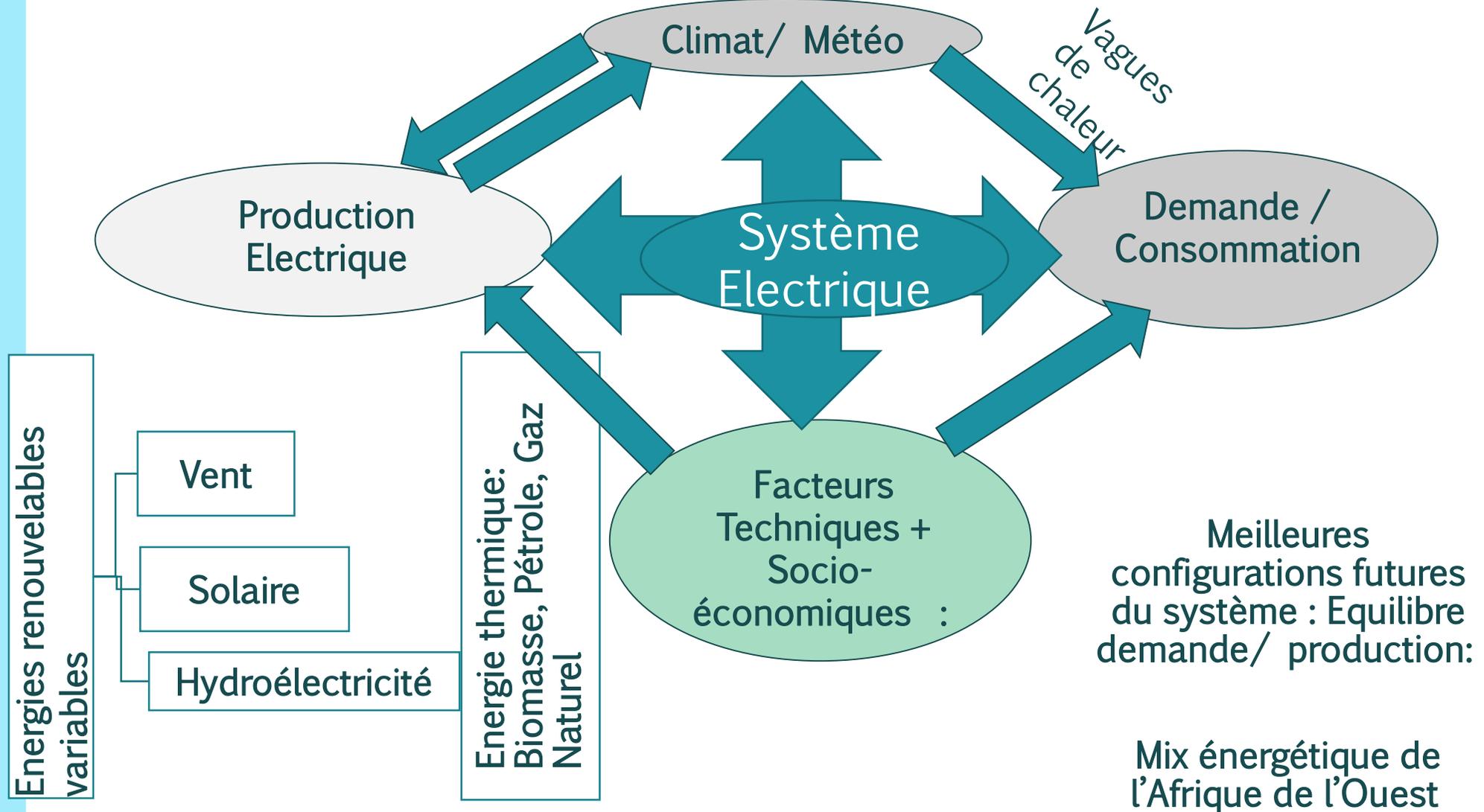
Un objectif de la COP21

600 millions d'africains connectés à l'électricité d'ici 2025

Nouvel agenda de DD :
éradiquer la pauvreté,
protéger la planète et
garantir la prospérité
pour tous

ODD7: : Energie accessible et durable pour tous

I/- Contexte: Electrification et météo sensibilité de la demande/ Consommation en Afrique de l'Ouest (2/3)



I/- Contexte: Electrification et météo sensibilité de la demande/ Consommation en Afrique de l'Ouest (1/3)

- ❑ Equilibre demande/ production:

- ❑ Thèse : part météo sensibilité/variabilité climatique de la demande électrique en + des facteurs socio-économiques

- ❑ Questions de Recherche :
 - ❖ Sensibilité de la demande électrique à la variabilité météorologique?

 - ❖ Quelles variables météo influencent la demande?

 - ❖ Facteurs conditionnant la sensibilité /variabilité spatiale à l'échelle de la région (contexte climatique local) ?
Facteurs socio-économiques locaux ?

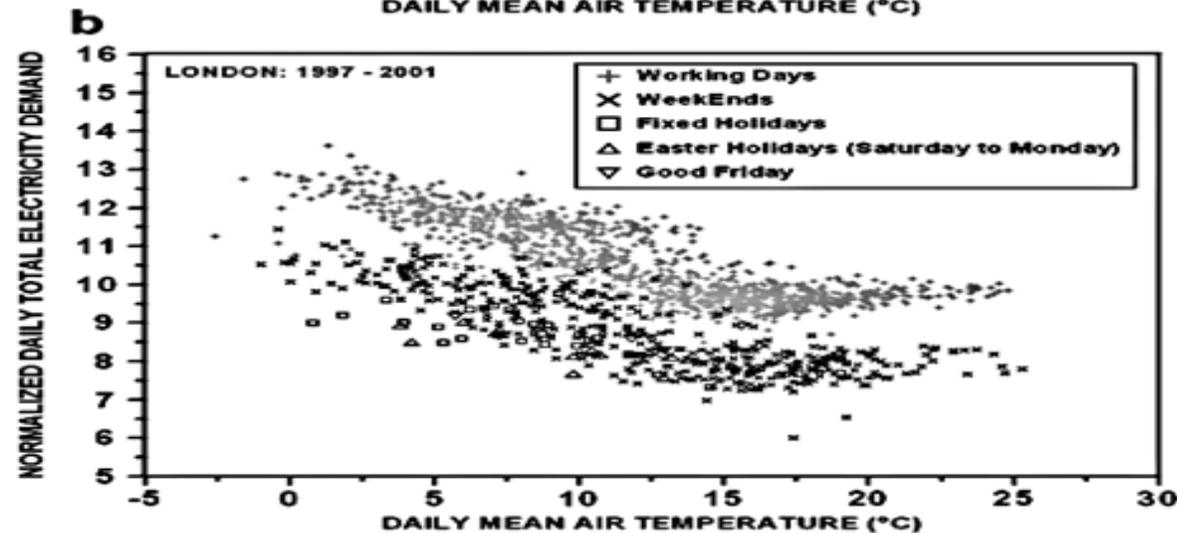
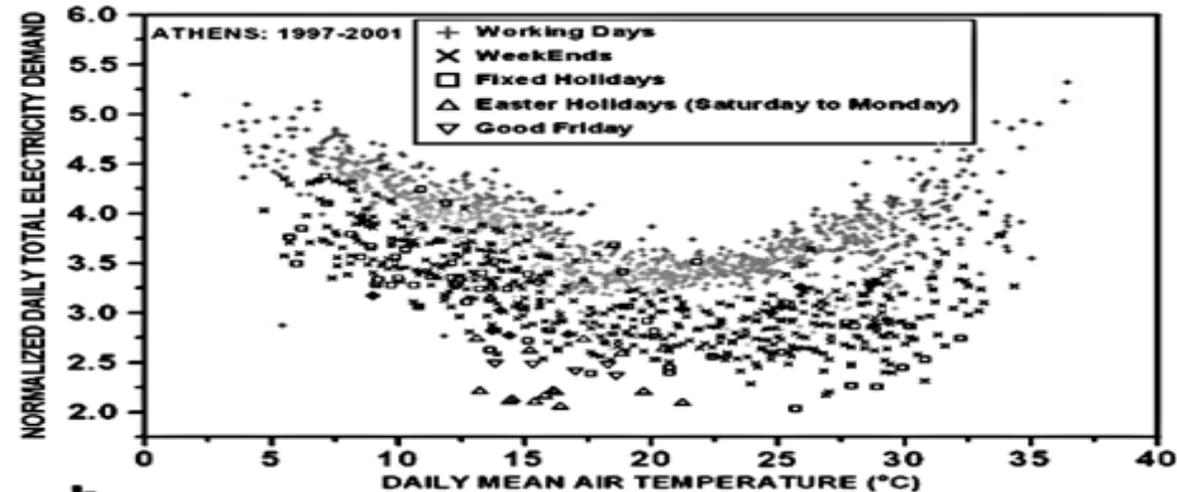
 - ❖ Projections climat futur, influence des épisodes de vagues de chaleur sur la demande électrique?

I/- Contexte: Electrification et météo sensibilité de la demande/ Consommation en Afrique de l'Ouest (1/3)

➤ Variables météorologiques potentiellement explicatives

□ Température (T), Humidité Relative (Rh), Durée ensoleillement (Insolation : Inso)
Précipitation (Pr) etc.

- Psiloglou et al., 2009
Athènes / Londres, (T)
- Scapin et al., 2016
Italie (T, Inso, Rh)
- Adjamagbo et al., 2012,
Togo/ Saisonnalité de la demande

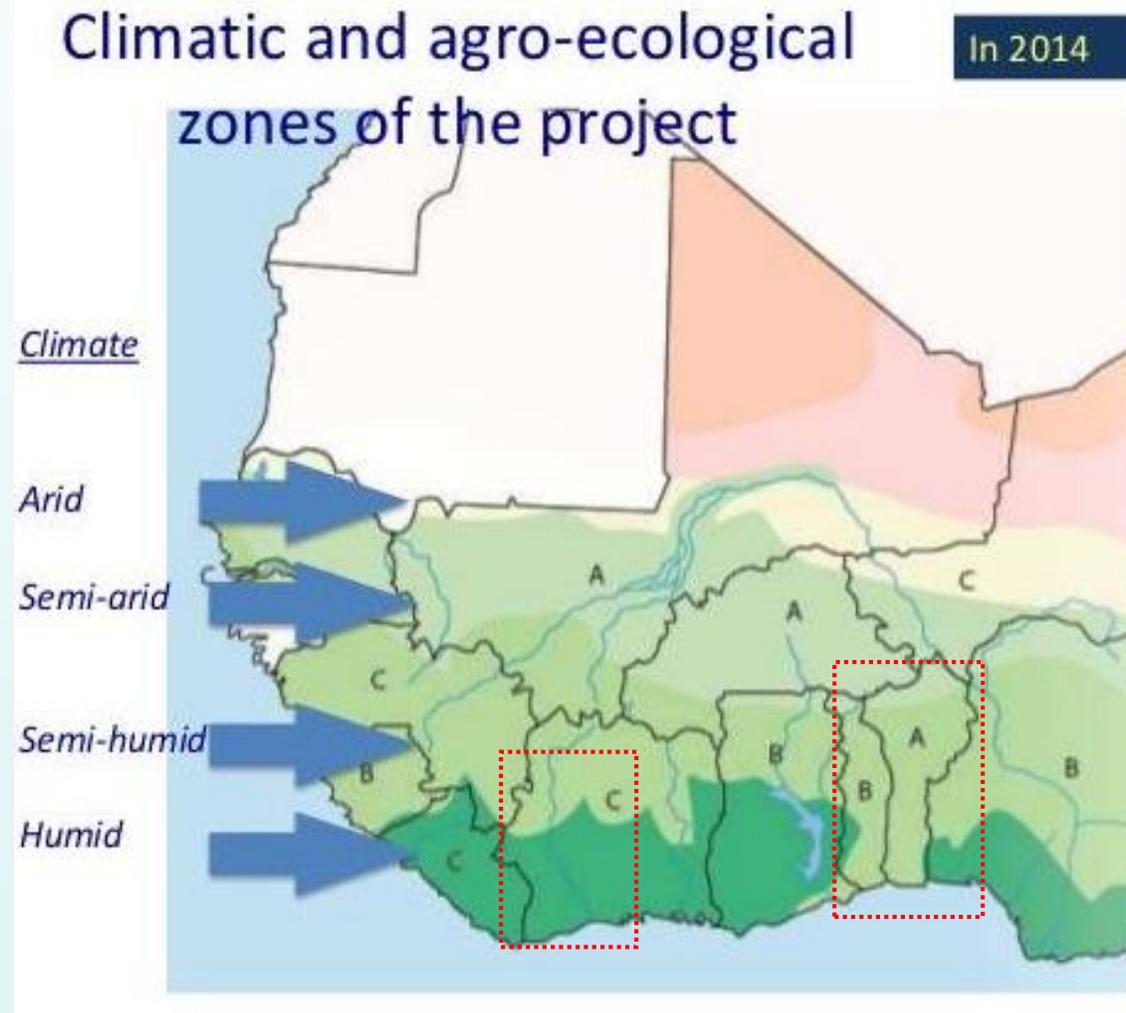


II/- Variables météorologiques potentiellement explicatives & Données

➤ Données

- Côte d'Ivoire : Abidjan
- Bénin : Cotonou,
- Togo : Lomé, Akaptamé, ...
- Niger : Niamey

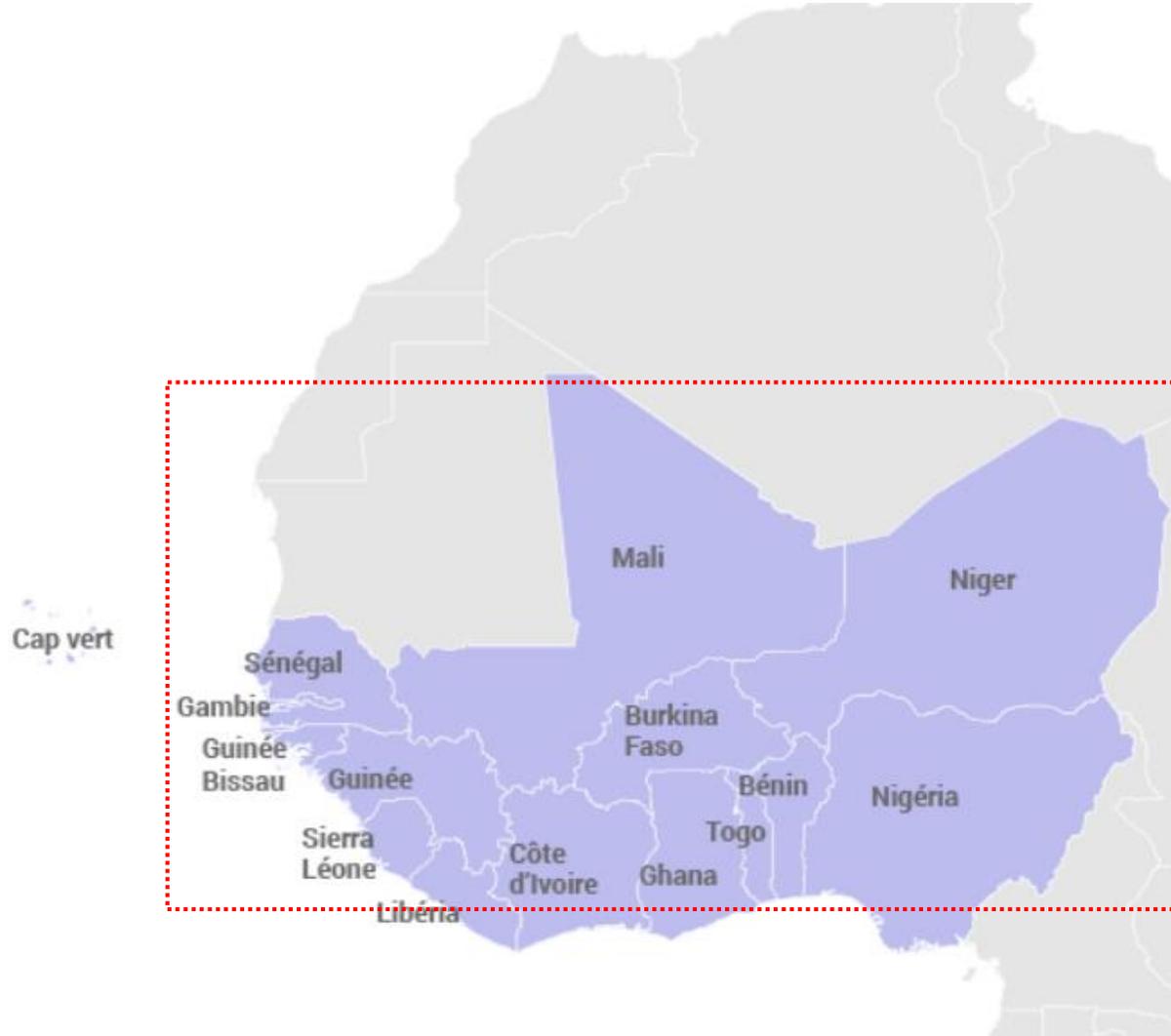
- Données météo
 - Stations météo nationale
 - Temp, Rhum, Inso, Précip.
 - Journalières
 - 25 ans 30 ans



II/- Variables météorologiques potentiellement explicatives & Données

➤ Données

- ❑ Données consommation
 - Compagnies distribution électricité
 - Accès difficile
 - missions collecte de données
 - Résolution mensuelle
- Exploitation difficile

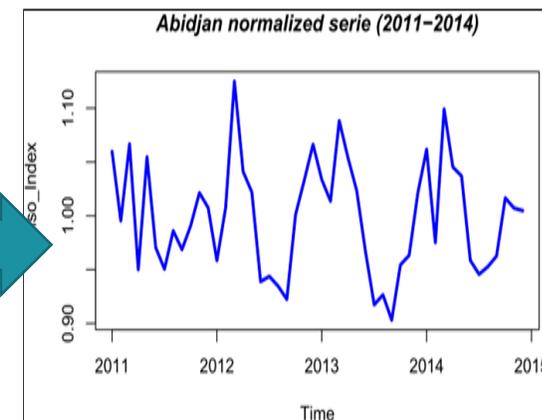
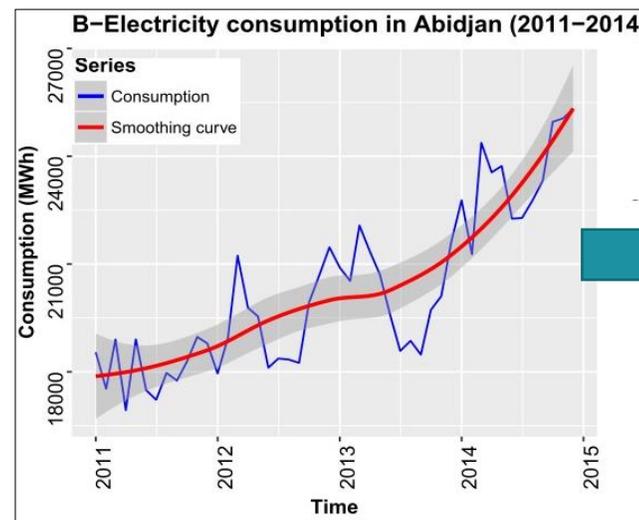
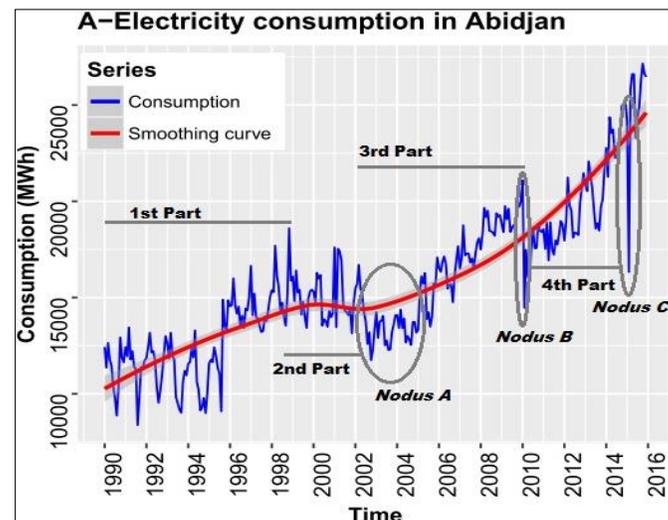
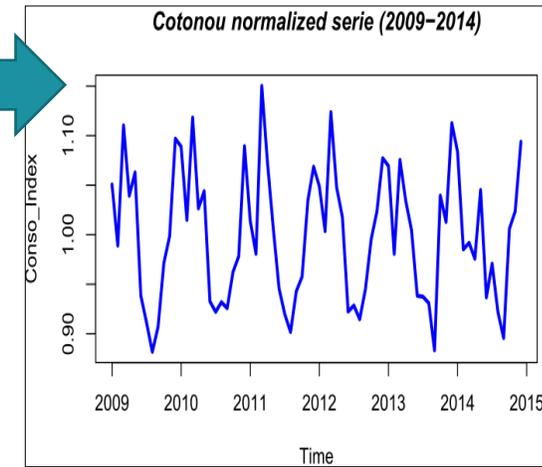
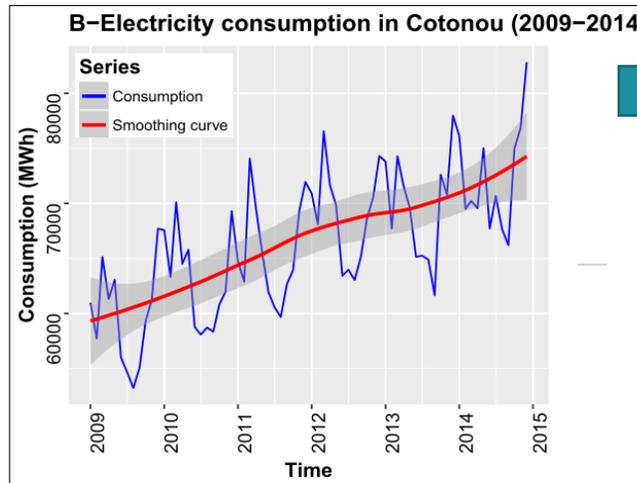
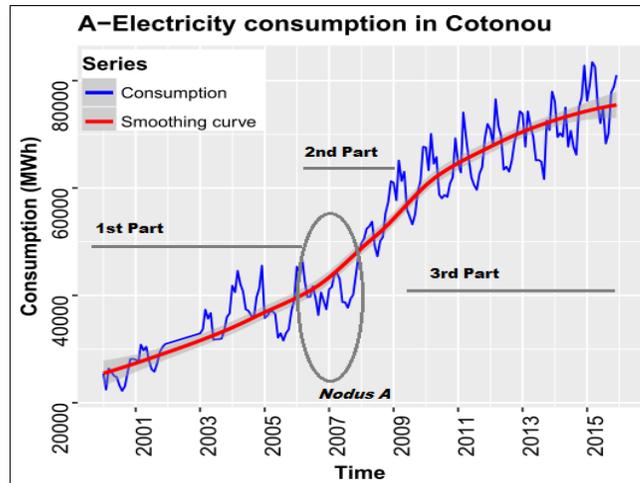


Région Afrique Sub-Saharienne

II/- Variables météorologiques potentiellement explicatives & Données

A/ Sélection période homogène

B/ Normalisation (suppression tendance)



Analyse et Premiers Résultats

➤ Analyse

Données météo Journalières >> Degrés-jour

Indices de « température » orientés consommation électricité
DD = écart de température entre temps Jour et température seuil de confort

HDD > $T_s = 15^\circ\text{C}$

CDD > $T_s = 20\text{-}22^\circ\text{C}$

Pour chauffage

$$\begin{array}{ll} \text{HDD}_j & = 0 & \text{si } T_j > T_s \\ & = a \cdot (T_s - T_j) & \text{si } T_j < T_s \end{array}$$

Pour climatisation

$$\begin{array}{ll} \text{CDD}_j & = a \cdot (T_j - T_s) & \text{si } T_j > T_s \\ & = 0 & \text{si } T_j < T_s \end{array}$$

Analyse et Premiers Résultats

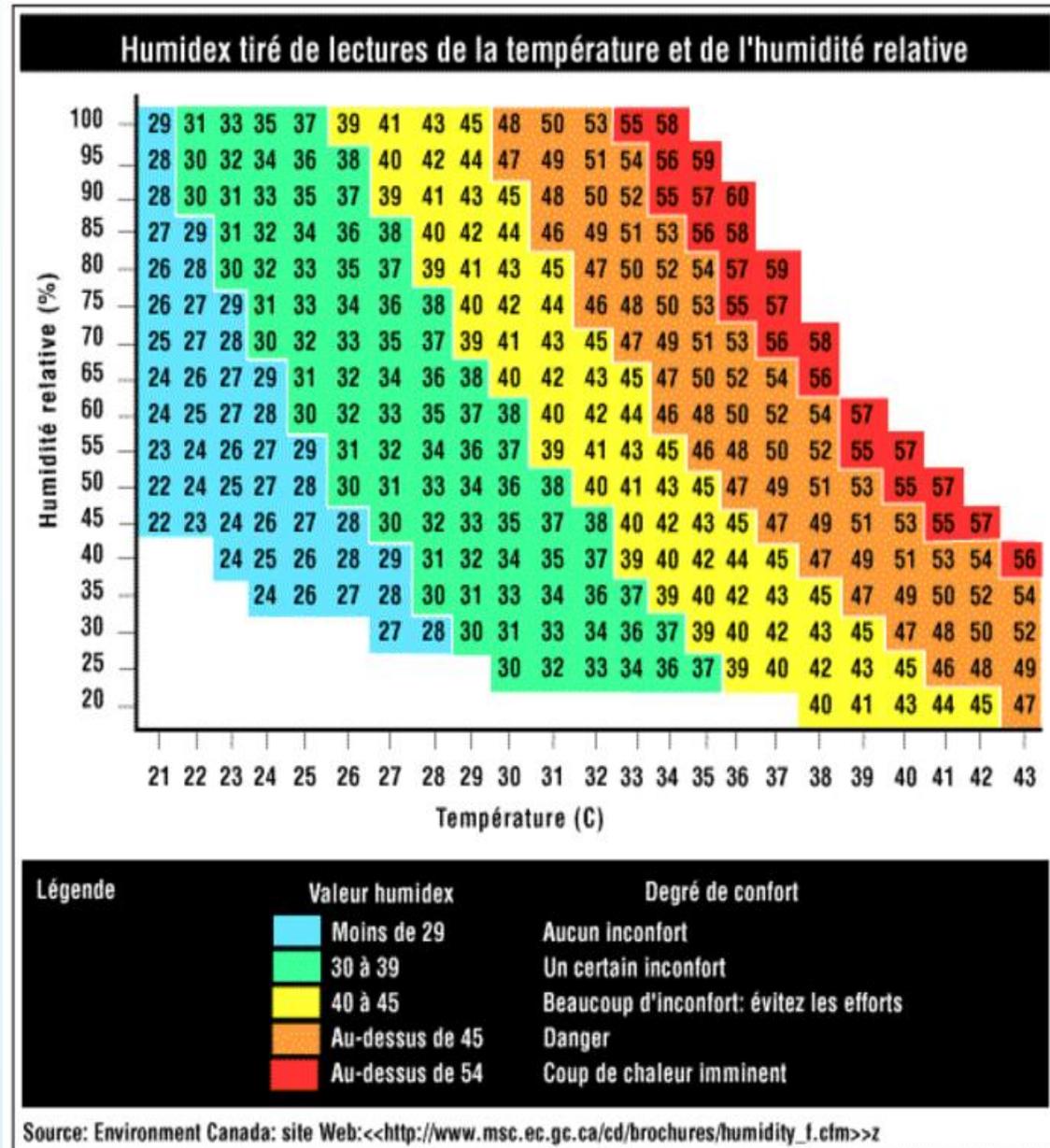
➤ Analyse

➤ CDD calculés avec 3 types de « températures » :

- ❖ Température journalière
- ❖ Humidex = f1(T, Rhum)
- ❖ HeatIndex = f2(Tn,rhum)

[1] Humidex = T + R
(Meteorological Service of Canada 1979)

- where T is the temperature under normalized shelter (° C);
- R is the relative humidity such that $R = 0.55 * (e - 10)$, e the saturating vapor pressure $e = 6.11 * e^{((5417.75 * ((1/273.16) - (1/Td))))}$
- Td is dew point temperature (° K)

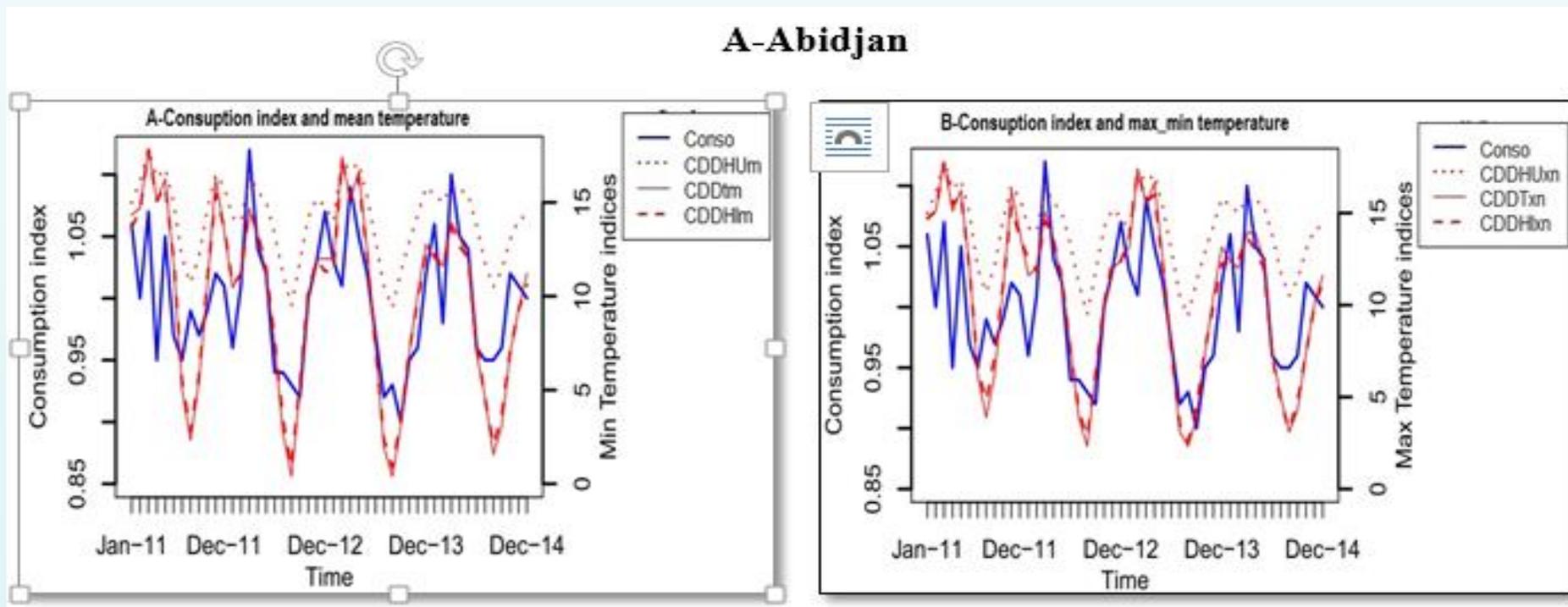


Analyse et Premiers Résultats

➤ Analyse : quel pouvoir explicative des CDD(T), CCD(Humidex), CDD(HI)

Hypothèse : consommation du jour proportionnelle à CDD + erreur

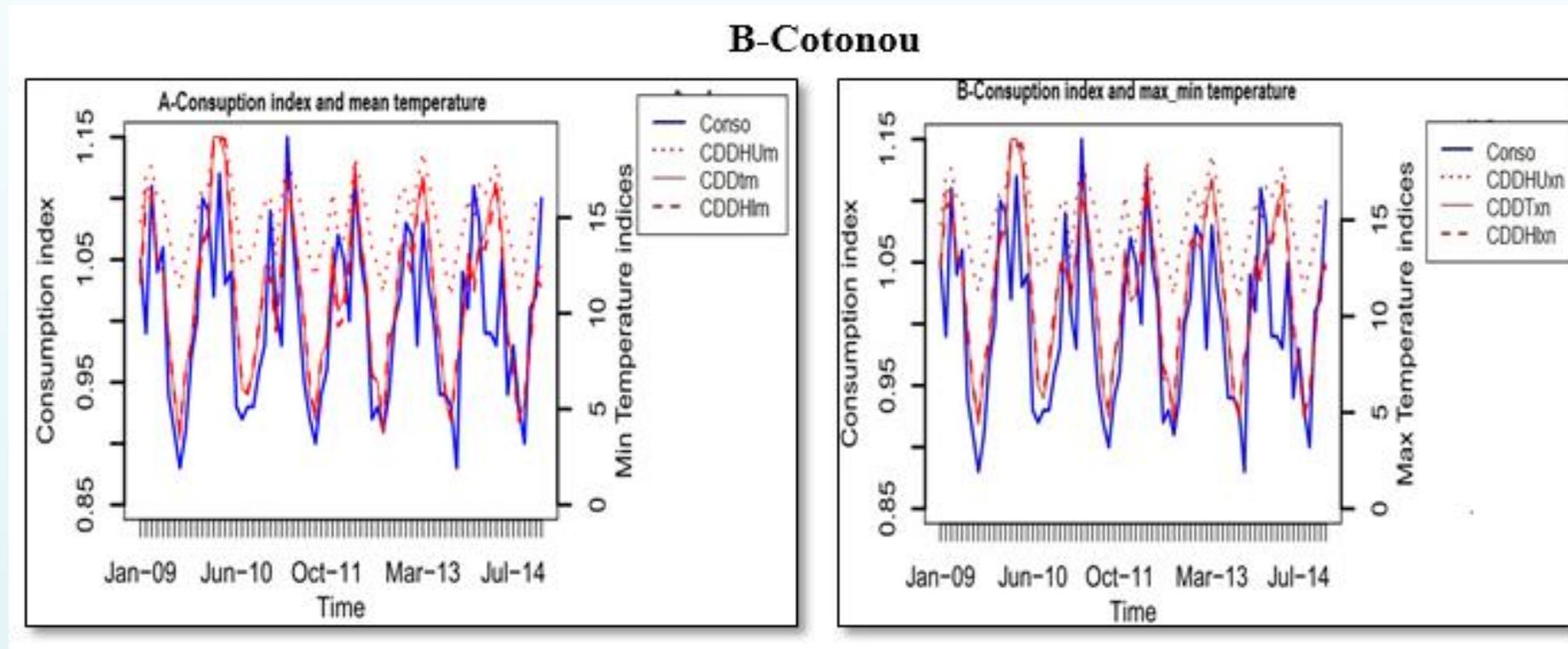
- Seuil de température = 25°C
- Calcul de séries journalières > CDDj
- Agrégation au pas de temps mensuel > CDDm
- Comparaison séries CDDm avec séries Consommation Normalisées Cm



Evolution interannuelle de la consommation et des indices températures

Analyse et Premiers Résultats

- Analyse : quel pouvoir explicative des CDD(T), CCD(Humidex), CDD(HI)



Evolution interannuelle de la consommation et des indices températures

Conclusion/ Perspectives

Conclusion

- ❑ Température variable explicatif de la consommation (Heat Index)
- ❑ Humidité pas plus d'informations (Humidex)
- ❑ Confirmation relation météo (température)_demande
- ❑ Première étude à établir la relation météo sensibilité et demande (consommation)

Perspectives

- ❑ Analyse de sensibilité au Seuil degré – jour
- ❑ Données Journalières (identification plus robuste de la relation météo/conso)
- ❑ Analyse pour différents pays : contextes climatiques
 - ❖ Homogénéité spatiale de la relation / ou spécificité régionale forte

Conclusion/ Perspective

Perspectives

- ❑ Analyses pour différents quartiers
 - ❖ Exploration des Facteurs socio-économiques

- ❑ Evolution possible / Changement climatique
 - ❖ Influence du réchauffement toutes choses égales par ailleurs

Les enjeux de l'interdisciplinarité
de la recherche
sur le changement climatique

Autrans (Isère)
12 - 16 juin 2017

Kondi Akara Ghafi

PhD Student

Climate system and renewable energy
AEC_CCBAD, University of Félix Houphouet-
Boigny (UFHB)

Abidjan, Cote d'Ivoire. //

vickykondi@gmail.com



Merci pour



votre attention

Analyse et Premiers Résultats

➤ Analyse

➤ heat index = f2(T, Rhum)

[2] Heat Index (HI) = $-42.37 + 2.05 T + 10.14 R - 0.22 T R - 6.83 \left[\frac{T}{10} \right]^{-3} T^2 - 5.48 \left[\frac{R}{10} \right]^{-2} R^2 + 1.23 \left[\frac{T}{10} \right]^{-3} T^2 R + 8.53 \left[\frac{R}{10} \right]^{-2} T R^2 - 1.99 \left[\frac{T}{10} \right]^{-6} T^2 R^2$
(Robinson, 2001).

➤ With T the air temperature (°F)

➤ R the relative humidity (%)

NOAA national weather service: heat index

		Temperature															
		80 °F (27 °C)	82 °F (28 °C)	84 °F (29 °C)	86 °F (30 °C)	88 °F (31 °C)	90 °F (32 °C)	92 °F (33 °C)	94 °F (34 °C)	96 °F (36 °C)	98 °F (37 °C)	100 °F (38 °C)	102 °F (39 °C)	104 °F (40 °C)	106 °F (41 °C)	108 °F (42 °C)	110 °F (43 °C)
Relative humidity (%)	40	80 °F (27 °C)	81 °F (27 °C)	83 °F (28 °C)	85 °F (29 °C)	88 °F (31 °C)	91 °F (33 °C)	94 °F (34 °C)	97 °F (36 °C)	101 °F (38 °C)	105 °F (41 °C)	109 °F (43 °C)	114 °F (46 °C)	119 °F (48 °C)	124 °F (51 °C)	130 °F (54 °C)	136 °F (58 °C)
	45	80 °F (27 °C)	82 °F (28 °C)	84 °F (29 °C)	87 °F (31 °C)	89 °F (32 °C)	93 °F (34 °C)	96 °F (36 °C)	100 °F (38 °C)	104 °F (40 °C)	109 °F (43 °C)	114 °F (46 °C)	119 °F (48 °C)	124 °F (51 °C)	130 °F (54 °C)	137 °F (58 °C)	
	50	81 °F (27 °C)	83 °F (28 °C)	85 °F (29 °C)	88 °F (31 °C)	91 °F (33 °C)	95 °F (35 °C)	99 °F (37 °C)	103 °F (39 °C)	108 °F (42 °C)	113 °F (45 °C)	118 °F (48 °C)	124 °F (51 °C)	131 °F (55 °C)	137 °F (58 °C)		
	55	81 °F (27 °C)	84 °F (29 °C)	86 °F (30 °C)	89 °F (32 °C)	93 °F (34 °C)	97 °F (36 °C)	101 °F (38 °C)	106 °F (41 °C)	112 °F (44 °C)	117 °F (47 °C)	124 °F (51 °C)	130 °F (54 °C)	137 °F (58 °C)			
	60	82 °F (28 °C)	84 °F (29 °C)	88 °F (31 °C)	91 °F (33 °C)	95 °F (35 °C)	100 °F (38 °C)	105 °F (41 °C)	110 °F (43 °C)	116 °F (47 °C)	123 °F (51 °C)	129 °F (54 °C)	137 °F (58 °C)				
	65	82 °F (28 °C)	85 °F (29 °C)	89 °F (32 °C)	93 °F (34 °C)	98 °F (37 °C)	103 °F (39 °C)	108 °F (42 °C)	114 °F (46 °C)	121 °F (49 °C)	128 °F (53 °C)	136 °F (58 °C)					
	70	83 °F (28 °C)	86 °F (30 °C)	90 °F (32 °C)	95 °F (35 °C)	100 °F (38 °C)	105 °F (41 °C)	112 °F (44 °C)	119 °F (48 °C)	126 °F (52 °C)	134 °F (57 °C)						
	75	84 °F (29 °C)	88 °F (31 °C)	92 °F (33 °C)	97 °F (36 °C)	103 °F (39 °C)	109 °F (43 °C)	116 °F (47 °C)	124 °F (51 °C)	132 °F (56 °C)							
	80	84 °F (29 °C)	89 °F (32 °C)	94 °F (34 °C)	100 °F (38 °C)	106 °F (41 °C)	113 °F (45 °C)	121 °F (49 °C)	129 °F (54 °C)								
	85	85 °F (29 °C)	90 °F (32 °C)	96 °F (36 °C)	102 °F (39 °C)	110 °F (43 °C)	117 °F (47 °C)	126 °F (52 °C)	135 °F (57 °C)								
90	86 °F (30 °C)	91 °F (33 °C)	98 °F (37 °C)	105 °F (41 °C)	113 °F (45 °C)	122 °F (50 °C)	131 °F (55 °C)										
95	86 °F (30 °C)	93 °F (34 °C)	100 °F (38 °C)	108 °F (42 °C)	117 °F (47 °C)	127 °F (53 °C)											
100	87 °F (31 °C)	95 °F (35 °C)	103 °F (39 °C)	112 °F (44 °C)	121 °F (49 °C)	132 °F (56 °C)											

Yellow	Caution
Orange	Extreme caution
Red	Danger
Dark Red	Extreme danger

For example, if the air temperature is 96 °F / 36 °C and the relative humidity is 65%, the heat index is 121 °F / 49 °C.