

# COMPREHENSION TRANSVERSALE DES FACTEURS DE RISQUE ASSOCIES A LA DISSEMINATION DE LA STRIURE BRUNE DU MANIOC (CBSD) DANS LES SYSTEMES SEMENCIERS PAYSANS EN R.D. CONGO

Yves Kwibuka Bisimwa

Researcher, **Université Catholique de Bukavu**

Project iCARE (Improved Cassava Virus Resistance mitigation strategies and development of a disease-free seed system)

Congrès International de Protection des Végétaux en Afrique  
(01 Décembre 2021)



**ARES**

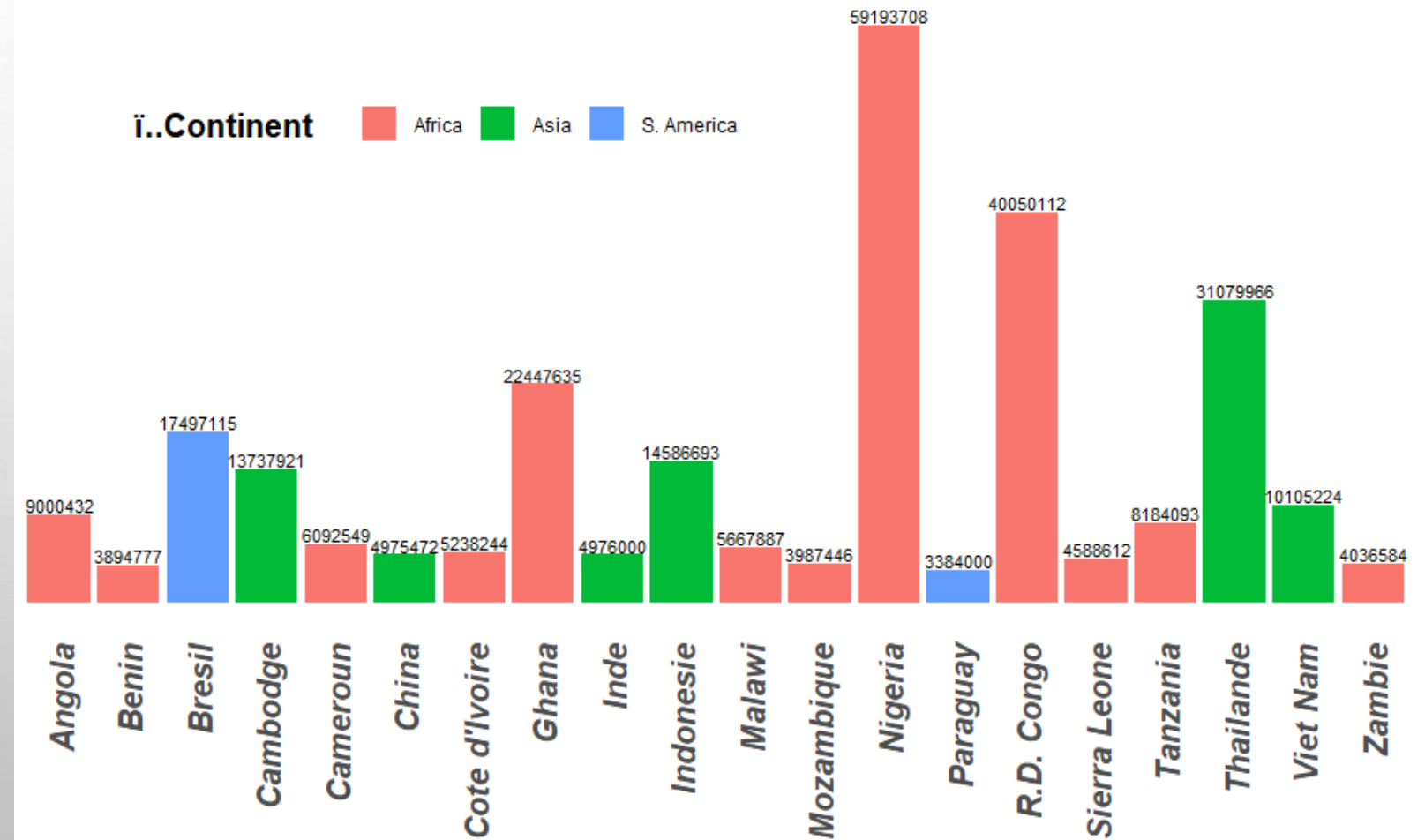
ACADÉMIE  
DE RECHERCHE ET  
D'ENSEIGNEMENT  
SUPÉRIEUR

# 1. INTRODUCTION : Contexte de la recherche

## Le manioc:

- Troisième source importante de calories (après riz et maïs)
- Aliment de base +800M de pers. dont la plupart en Afrique.

Les 20 premiers pays producteurs de manioc dans le monde [Tonnes]





# 1. INTRODUCTION : Contexte de la recherche

## Manioc: « LA RACINE A PROBLEMES ! »

+ 100 insectes et acariens, ~ 30 maladies causées par les virus, phytoplasmes, bactéries ou champignons (Reddy 2015)



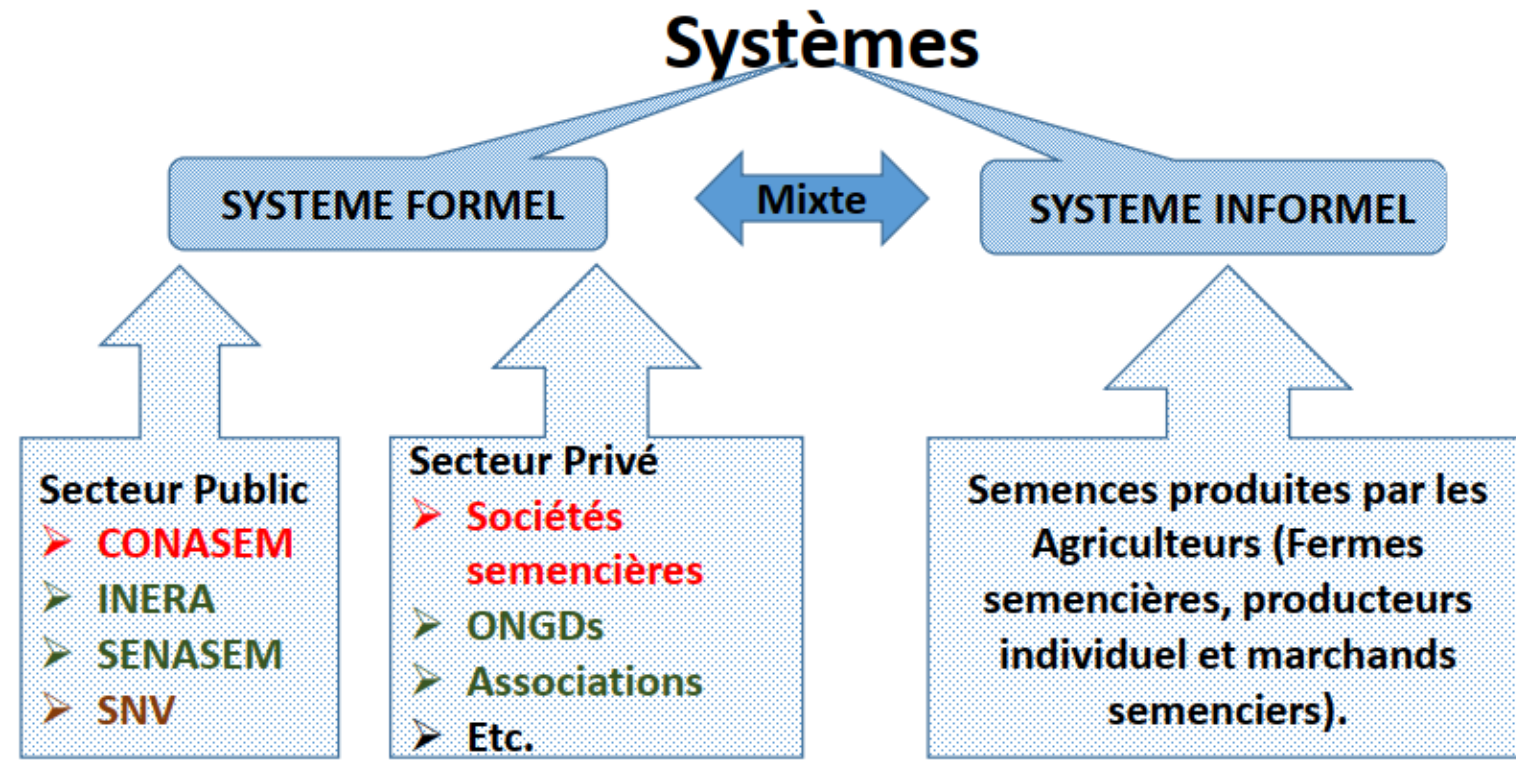
1. Cassava mosaic disease: **\$1.2-2.4** billion annual loss. **11 sp.** of ss-DNA viruses (CMBs).

2. Cassava brown streak disease: **\$726** million annual loss. **2 sp.** of ss-RNA viruses (CBSIs).

# 1. INTRODUCTION : Contexte de la recherche

## Principales causes de propagation des maladies de manioc en Afrique (FAO 2021, Delètre et al. 2021)

1. Transfert d'information et formation des agriculteurs,
  - a. Capacité institutionnelle : services phytosanitaires et vulgarisation
  - b. Développement et application techniques de diagnostic des maladies
2. Multiplication et diffusion des variétés améliorées



Quid des plantes à racines et tubercules (manioc ?): pas commercialement attrayant, longtemps laissé sous la gestion des farmers (Informel)



# 1. INTRODUCTION : Contexte de la recherche

## Plantes à racines et tubercules:

- 80 à 90% proviennent du système semencier local (DANAGRO 1988; Rabobank 1994)
- Système semencier predominant : Informel, géré par les agriculteurs eux-mêmes
- Qualité des semences: confiance et réputation



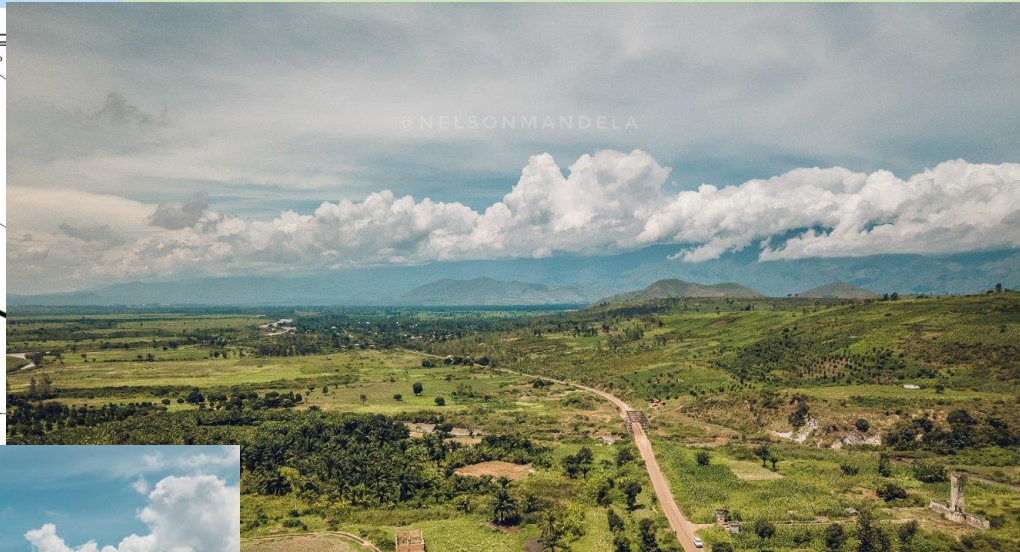
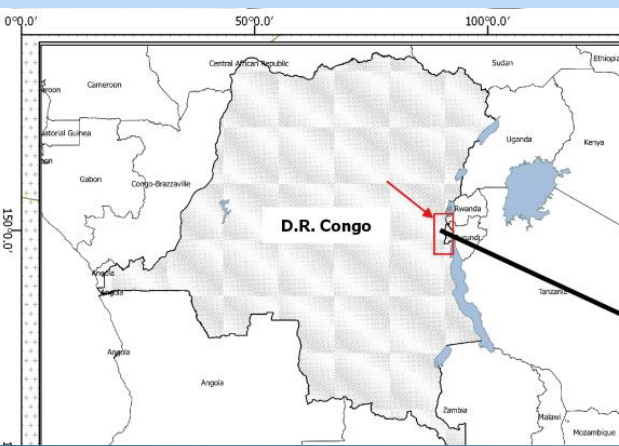
## Propagation végétative:

Augmentation du risque  
d'accumulation des virus au fil des  
générations (Jarvis et al. 2012; Campo, Hyman, and Bellotti 2011;  
Almekinders et al. 2019; McEwan et al. 2021)





# 1. INTRODUCTION : Contexte de la recherche: Territoire d'Uvira



- **Enormes potentialités agricoles:** le manioc pousse Presque partout.
- Etudes antérieures: **Zone à forte pression des maladies virales** (Bisimwa, 2021)

Les génomes des virus (à ARN, particulièrement CBSV et UCBSV) évoluent rapidement dans des environnements à forte pression des maladies. (Alicai et al. 2016; Ndunguru et al. 2015)

- **Q1/** Epidémiologie CBSV et UCBSV dans le territoire d'Uvira: Quid ?
- **Q2/** Les sources de boutures utilisées par les agriculteurs: quel risque dans la dissémination de CBSV et UCBSV ?
- **Q3/** Strategies efficaces de mitigation de CBSD dans le système semencier : sur quels determinants (epidémiologiques, socio-économiques) peut-on construire ?



## 2. Etude 1

## : Méthodologie

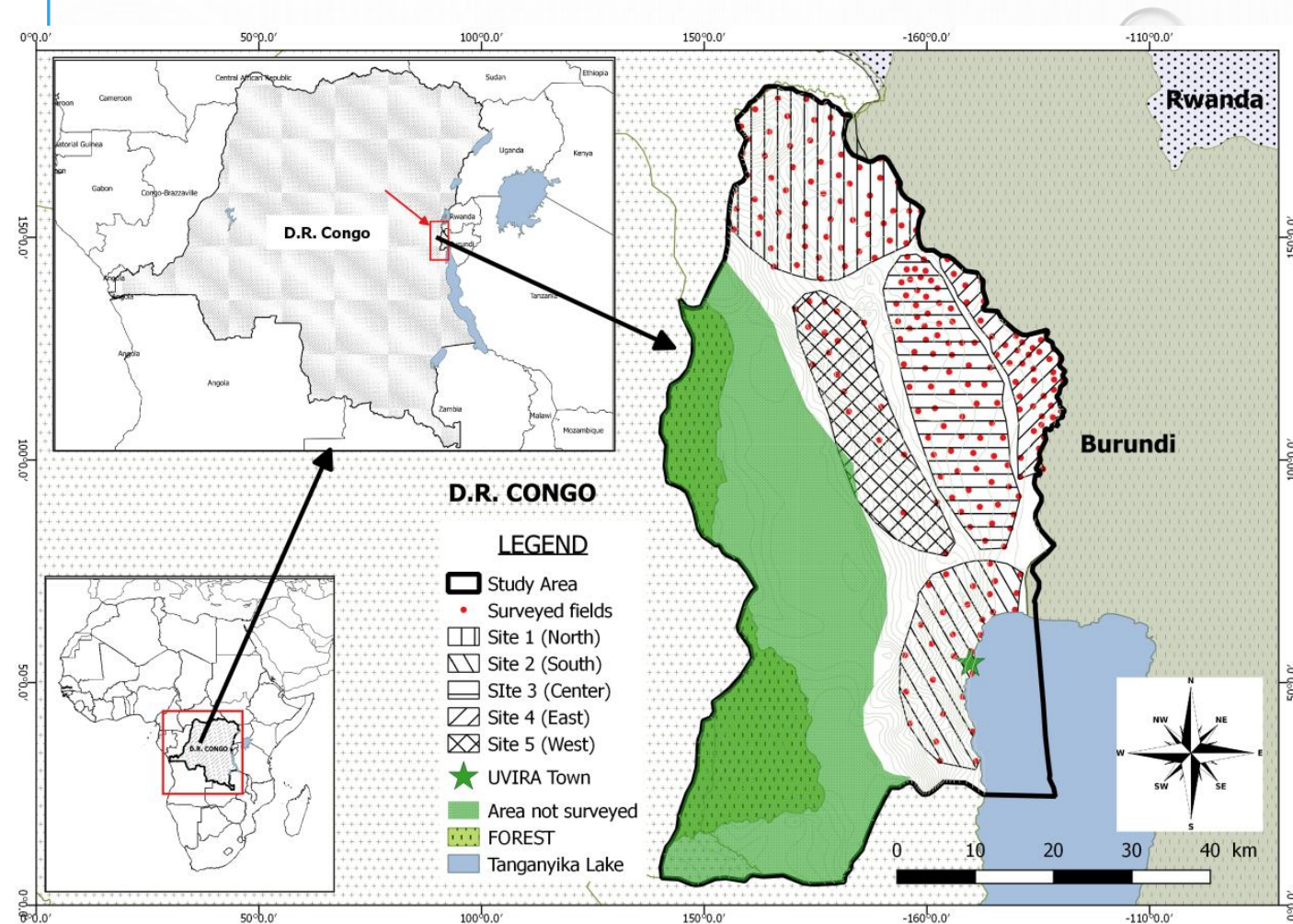
### 1) Survey:

a) **Interviews:** 242 agriculteurs producteurs de manioc

- Système sémiencier
- Connaissances et gestion des maladies de manioc
- Accompagnement institutionnel

b) **Champs:** 242 champs de manioc, distants d'au moins 2Km

- Paramètres épidémiologiques de CBSD et CMD
- Collecte d'échantillons: feuilles et boutures (10 par champs)



## 2. Indéxage moléculaire par RT-PCR:

Pooling/champ.

**Interview=Field=RT-PCR →**







### 1) **Analyses statistiques:**

**a) *Analyses descriptives:*** bivariées et univariées

- Fréquences, moyennes, écart-types etc.

**b) *Analyses multivariées***

- FAMD: association SS+Epid+RT-PCR
- HCPC: groups and key descriptors

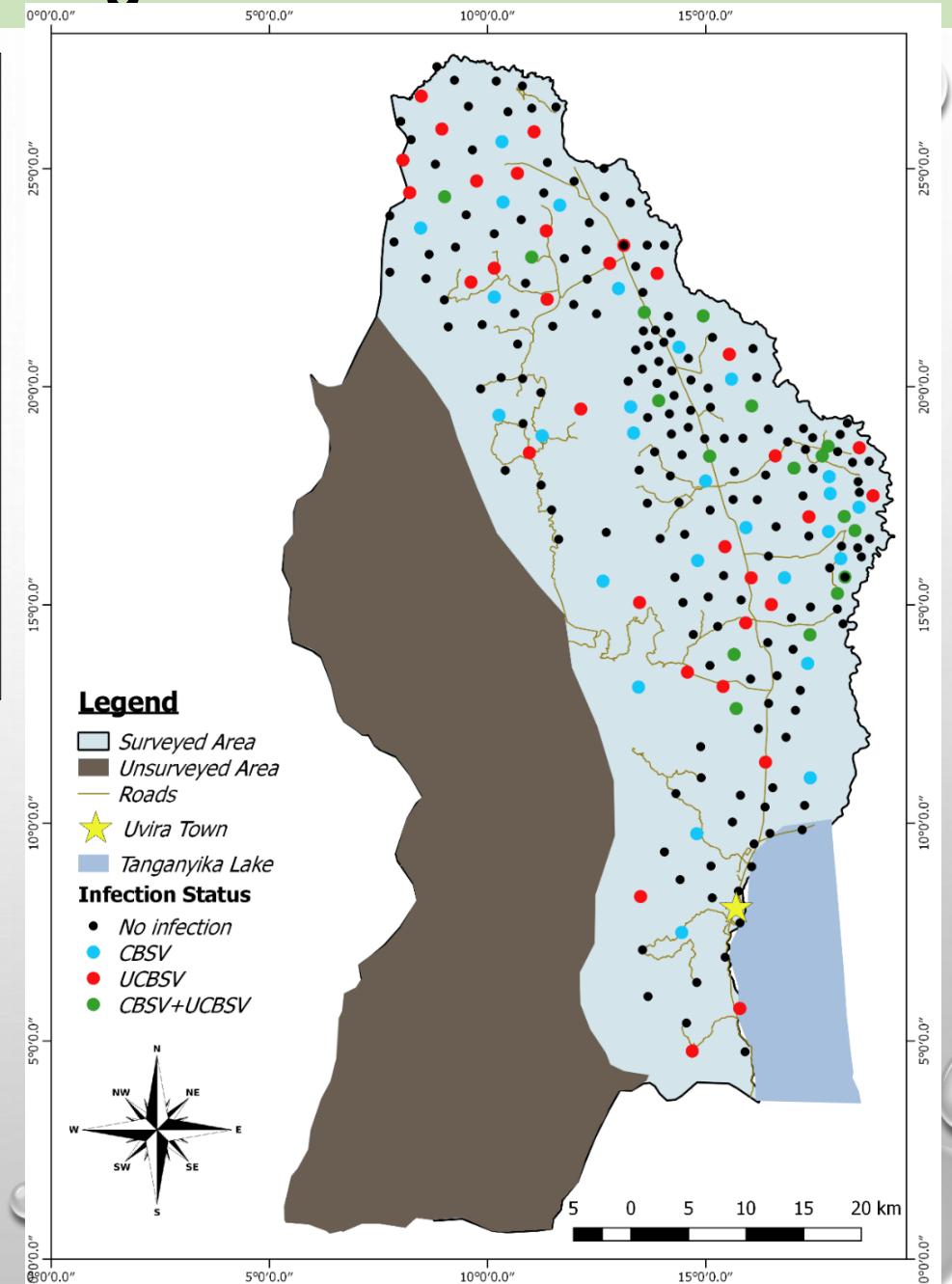
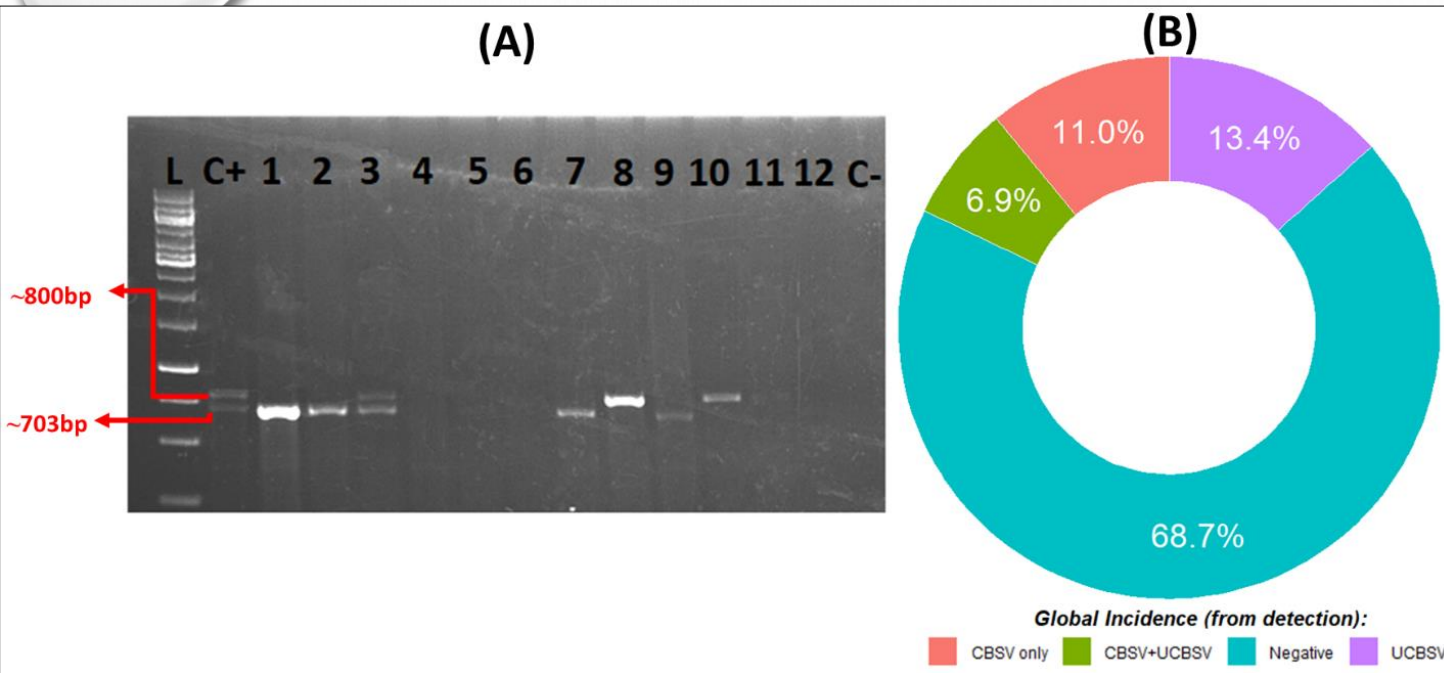
**c) *Régression logistique:*** déterminants de CBSD, risques liés aux cutting channels



**Cassava brown streak disease in the farmer's seed systems of the eastern D.R. Congo: a cross-sectional understanding of risk factors associated with virus dissemination through seed channels at small-scale level.**

**Yves KWIBUKA<sup>1,3\*</sup>, Chantal NYIRAKANANI<sup>2</sup> Jean Pierre BIZIMANA<sup>2,4</sup>, Espoir BISIMWA<sup>3\*</sup>, Yves Brostaux<sup>1</sup>, Ludivine LASSOIS<sup>2</sup>, Hervé VANDERSCHUREN<sup>2,5</sup> and Sébastien MASSART<sup>1\*</sup>**



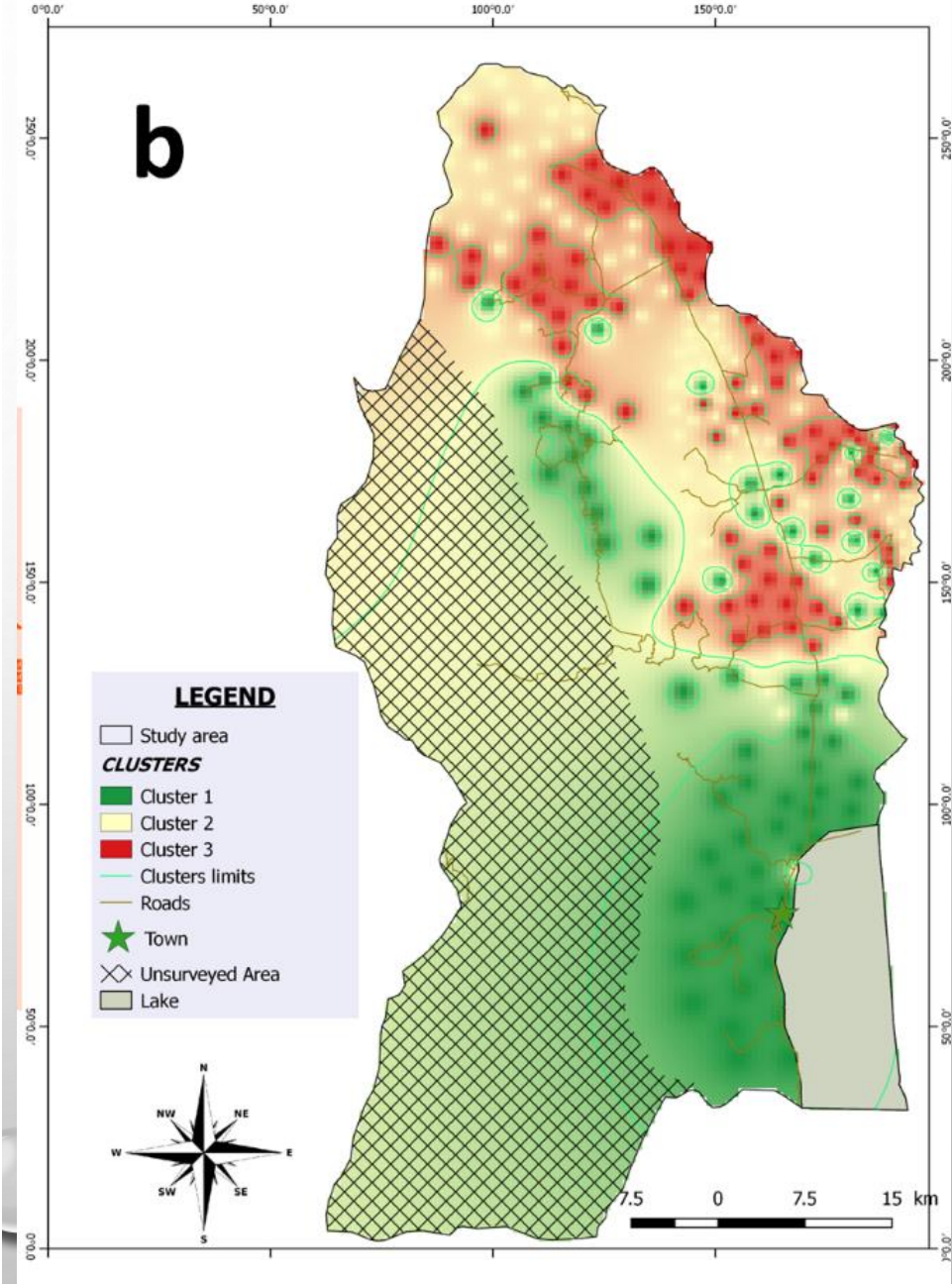
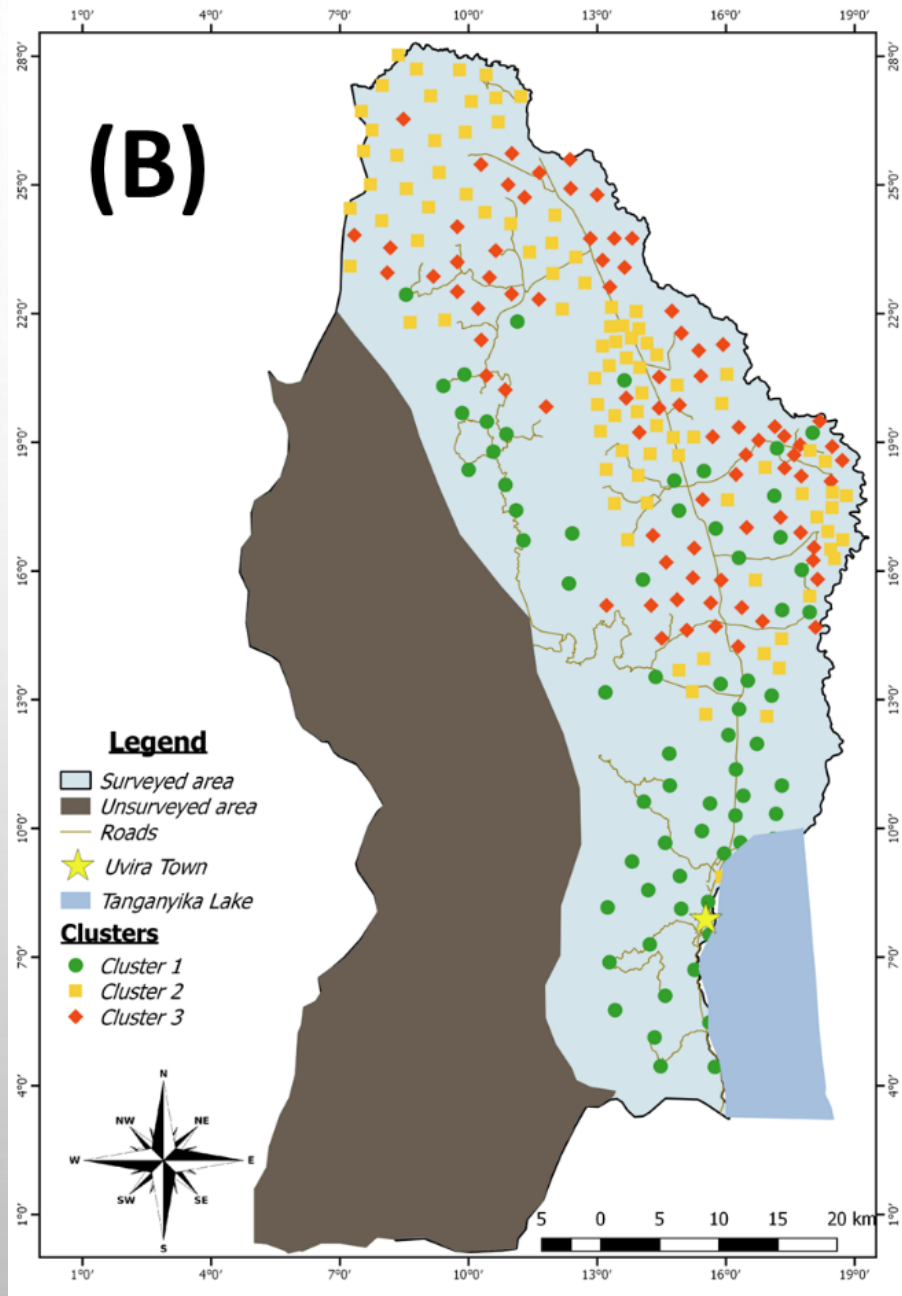
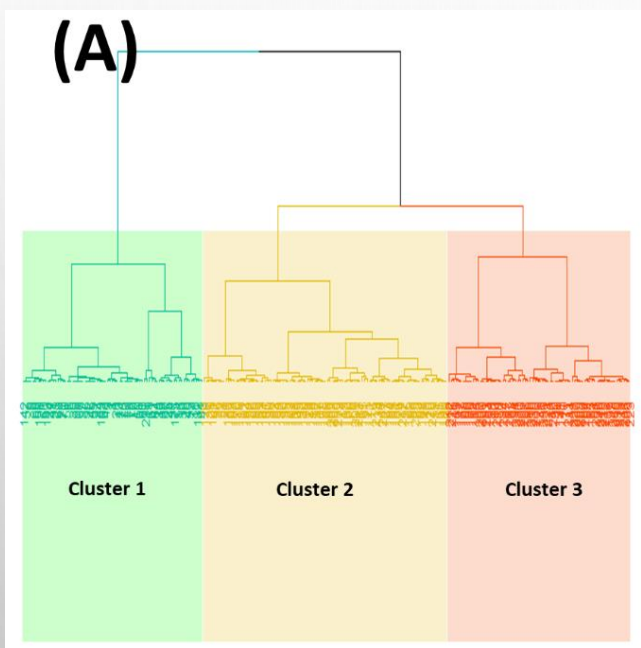


1. CBSV seul: partout.
2. UCBSV seul: Nord & Centre
3. CBSV+UCBSV: partie Est.

# 2. Etude 1

# Results: Q1/ SS+Epid+RT-PCR → Trends

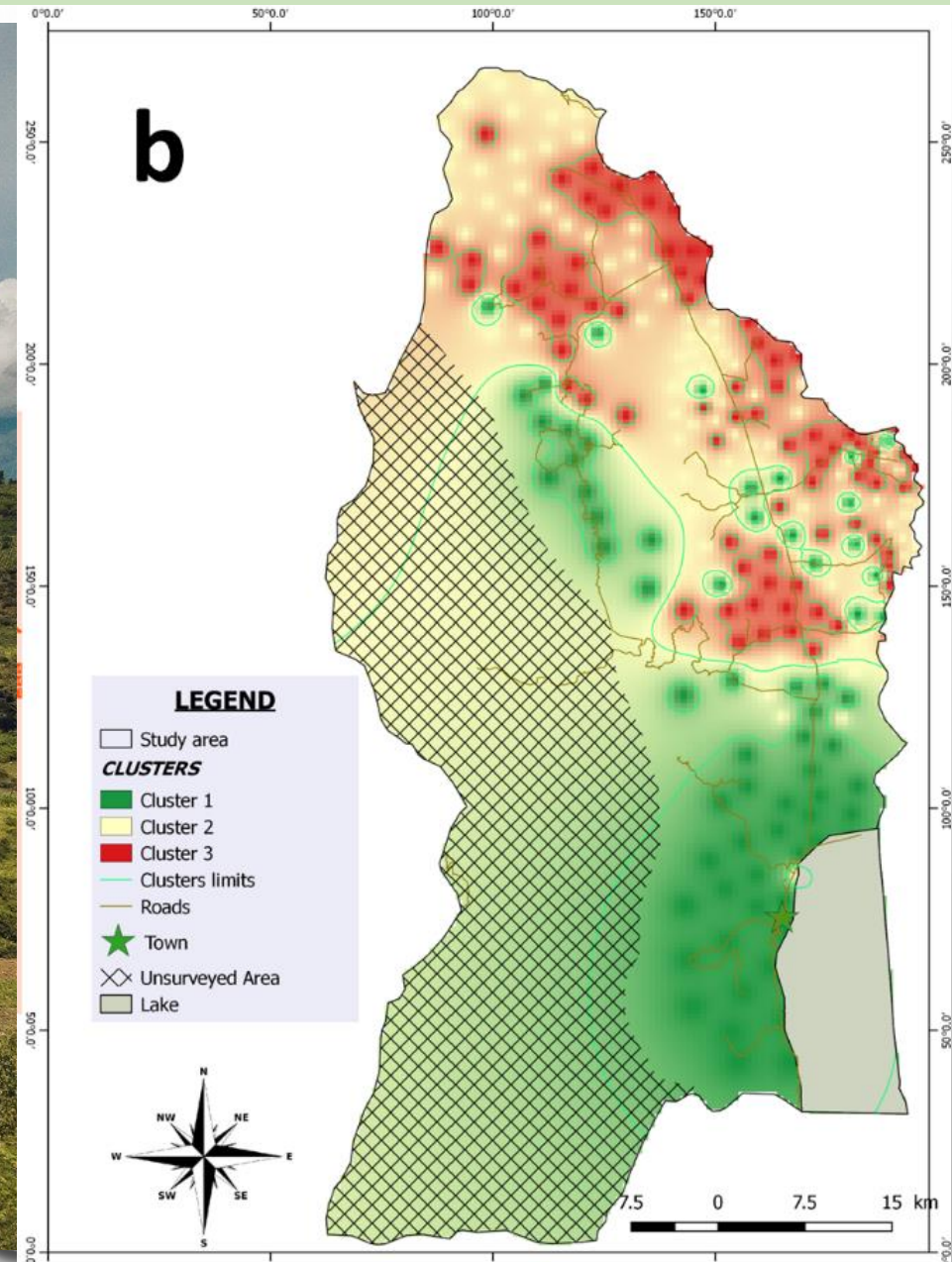
HCPC results: 3 clusters





## 2. Etude 1

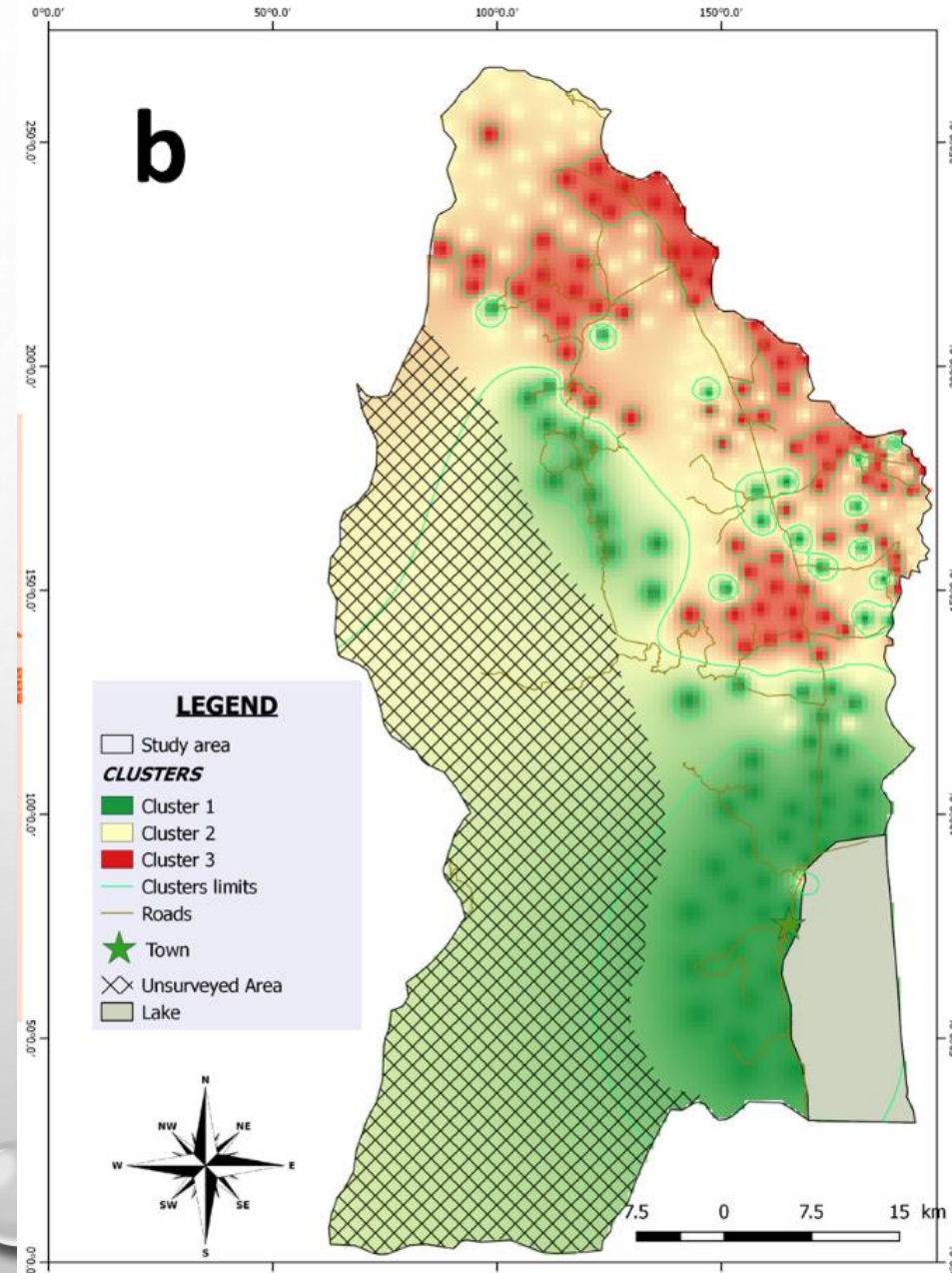
Results: Q1/ SS+Epid+RT-PCR → Trends





## Table: Descripteurs qualitatifs des clusters

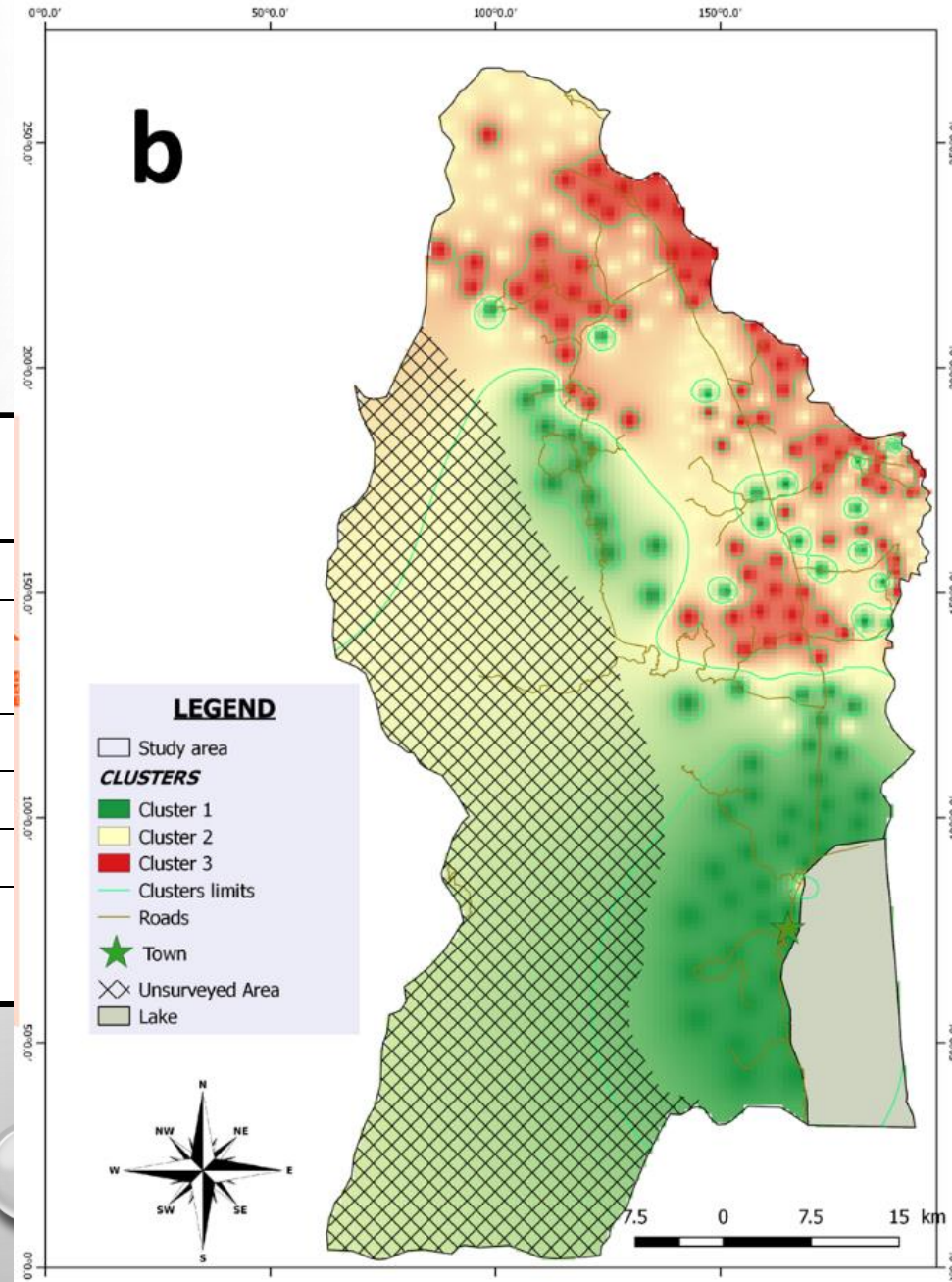
Cluster 1 (n=80; 33%)	Cla.Mod <sup>1</sup>	Mod.Cla <sup>2</sup>	Global <sup>3</sup>	p.value <sup>4</sup>	v.test <sup>5</sup>
Cutting channels=Local fields, Communautary groups	91	39	14	0	7,66
Types of foliar symptoms=No symptoms	69	51	24	0	6,73
Farming system=Monocropping + polycropping	100	15	5	0	4,94
Number of whiteflies="No whiteflies"	53	38	23	0	3,58
Presence of weeds=No	38	70	60	0,02	2,27
Cluster 2 (n=85; 35%)					
Number of whiteflies= "1-10"	62	86	48	0	8,89
Land tenure=rented	65	69	37	0	7,61
Types of foliar symptoms=Systemic and localized	67	66	34	0	7,55
Cutting channels=Neighbour countries	100	29	10	0	7,35
Cluster 3 (n=81, 33%)					
Types of foliar symptoms=Systemic and on the whole plant	96	63	22	0	11,16
Land tenure=Owner	50	96	63	0	8,26
Cutting channels=Local fields	42	86	67	0	4,67
Number of whiteflies="11-20"	56	33	20	0	3,69
Presence of weeds=yes	43	53	40	0	2,84
Infection status=UCBSV	52	21	13	0,02	2,35
Farming system=Monocropping	37	81	72	0,02	2,26





**Table: Descripteurs quantitatifs des clusters**

	In cluster <sup>1</sup>		Overall <sup>2</sup>		p. value	v. test <sup>4</sup>
	Mean	sd <sup>3</sup>	Mean	Sd <sup>3</sup>		
<b>Cluster 1</b>						
Plant age [months]	11.22	9.69	2.56	2.72	2.7e-08	5.6
Symptoms incidence	25.08	47.59	14.38	28.27	2.1e-15	7.9
<b>Cluster 2</b>						
Symptoms incidence	41.85	47.59	22.17	28.27	0.012	2.5
<b>Cluster 3</b>						
Symptoms incidence	73.98	47.59	22.29	28.27	1.3e-24	10.2
Plant age [months]	8.57	9.69	2.95	2.72	6.8e-06	4.49

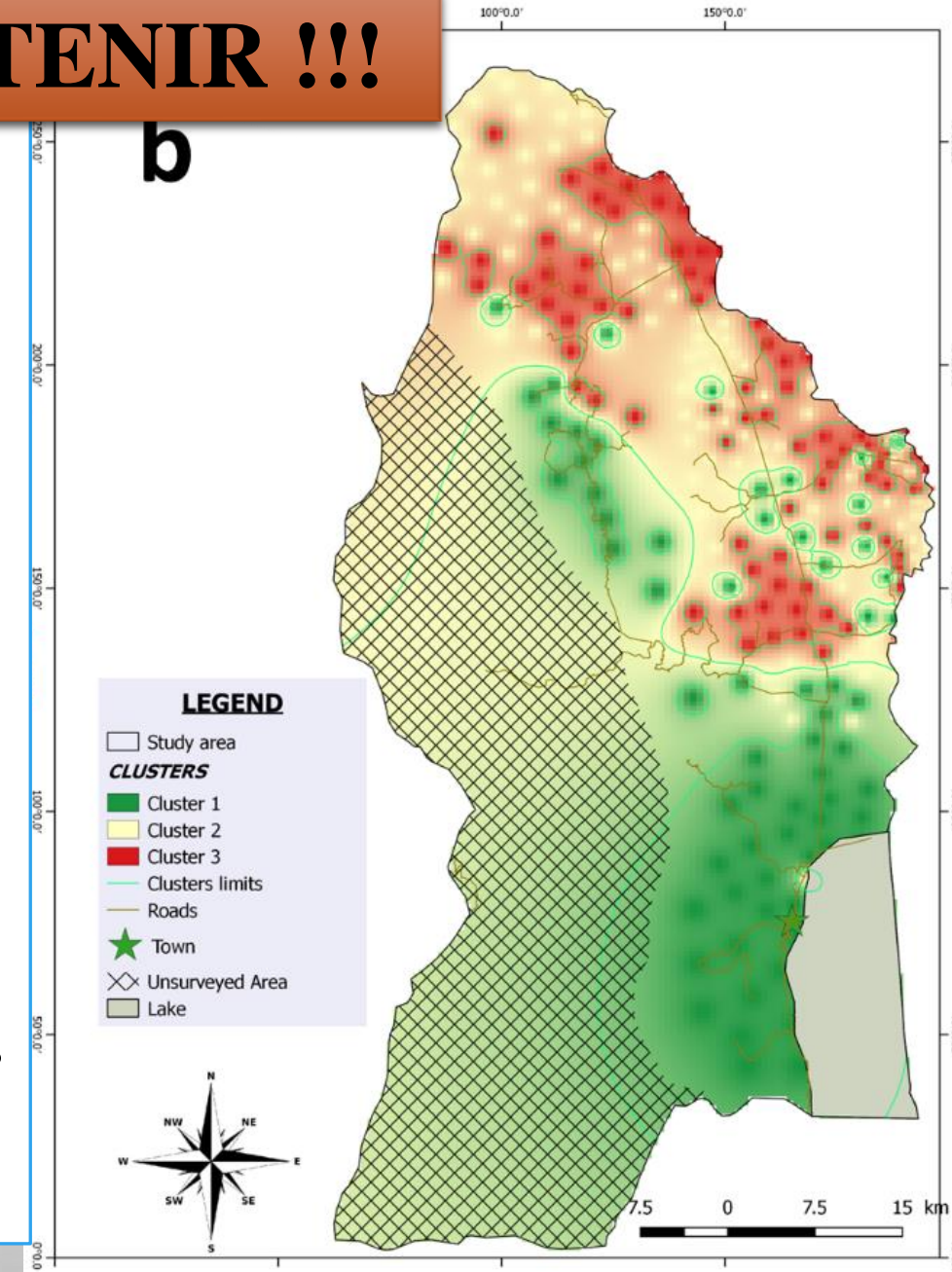


## 2. Etude 1

## Results: Q1/ SS+Epid+RT-PCR → Trends

**A RETENIR !!!**

- ❑ **Cluster 1:** homogène, en haute altitude
  - ❑ La plupart de champs infectés par CBSV,
  - ❑ Type de symptoms localisés sur les feuilles basales,
  - ❑ Incidence des symptômes plus basse
  - ❑ Mouches blanches rares.
- ❑ **Clusters 2 & 3:** hétérogène, basse altitude, Prévalence UCBSV
  - ❑ Incidence symptômes & source des boutures différents:
    - ❑ *Cluster 2:*
      - ❑ Sympt. systémiques localisés (tiges & feuilles)
      - ❑ Incidence des symptômes plus que cluster 1.
      - ❑ La plupart des boutures from seed multipliers
    - ❑ *Cluster 3:*
      - ❑ Plupart des champs en monoculture, présence des mauvaises herbes, plus de mouches blanches
      - ❑ Plus grand taux d'incidence symptômes, Symptômes systémiques sur toute la plante





Characteristic	Local varieties N = 1 <sup>l</sup>	Improved varieties N = 126 <sup>l</sup>	Both N=119 <sup>l</sup>	Overall N = 246 <sup>l</sup>	p-value <sup>2</sup>
<i>Cutting channels</i>					0.4
Farmers (F)	n.a.	23% [27]	23% [27]	23% [54]	
F+Social networks (SN)	100% [1]	44% [53]	41% [49]	43% [103]	
F+SN+Market	n.a.	15% [18]	8% [10]	12% [28]	
F+SN+Multiplier	n.a.	17% [20]	26% [31]	21% [51]	
F+Neighbor countries	n.a.	1.7% [2]	2% [2]	2% [4]	

- Combinaison de plusieurs sources
- Importance des champs personnels (ou ceux des voisins)
- Pas d'utilisation exclusive des variétés locales. Toujours en combinaison avec les variétés améliorées
- Utilisation des boutures issues des pays voisins dans certains clusters (Mais non déclarée officiellement !!!!)

## 2. Etude 1

## Results: Q2/ Sources des boutures → Risk factors

Characteristic	Bivariate statistics				Prediction		
	Absence of infection (N = 98 <sup>1</sup> )	Presence of infection (N = 50 <sup>1</sup> )	Overall (N = 148 <sup>1</sup> )	p-value <sup>2</sup>	OR <sup>3</sup>	95% CI <sup>3</sup>	p-value
<b>Assistance/ support by extension services</b>				n.s. <sup>4</sup>			<b>0.05</b>
No	62% [43]	38% [26]	100% [69]		1.00	<i>Reference</i>	
Yes	70% [55]	30% [24]	100% [79]		0.32	0.08, 1.03	0.041
<b>Knowledge of cassava pests and diseases</b>				n.s. <sup>4</sup>			<b>0.002</b>
No	43% [3]	57% [4]	100% [7]		1.00	<i>Reference</i>	
Yes	67% [95]	33% [46]	100% [141]		29.1	3.23, 355	0.004
<b>Knowledge of management practices</b>				<b>0.064</b>			<b>0.008</b>
Yes	77% [34]	23% [10]	100% [44]		1.00	<i>Reference</i>	
No	62% [64]	39% [40]	100% [104]		0.14	0.02, 0.62	0.016
<b>Which distance to acquire cuttings ?</b>				0.5			<b>0.001</b>
Very close (<1 Km)	71% [49]	29% [20]	100% [69]		1.00	<i>Reference</i>	
Close (1-5 Km)	60% [12]	40% [8]	100% [20]		0.96	0.23, 4.22	n.s. <sup>4</sup>
Far (5-10 Km)	59% [16]	41% [11]	100% [27]		0.3	0.66, 2	n.s. <sup>4</sup>
Very far (>10 Km)	66% [21]	34% [11]	100% [32]		0.08	0.02, 0.33	0.001
<b>Proximity to town (Uyira)</b>				0.5			<b>0.036</b>
Very Close (<1Km)	75% [6]	25% [2]	100% [8]		1.00	<i>Reference</i>	
Close (1-5Km)	78% [18]	22% [5]	100% [23]		0.59	0.03, 7.51	n.s. <sup>4</sup>
Far (5-10Km)	66% [23]	34% [12]	100% [35]		0.12	0.01, 1.26	n.s. <sup>4</sup>
Very Far (>10Km)	62% [51]	38% [31]	100% [82]		0.09	0.00, 0.85	0.061

8 facteurs augmentent significativement la probabilité de non-infection des champs.



## 2. Etude 1

## Results: Q2/ Sources des boutures → Risk factors

Characteristic	Bivariate statistics				Prediction		
	Absence of infection (N = 98 <sup>I</sup> )	Presence of infection (N = 50 <sup>I</sup> )	Overall (N = 148 <sup>I</sup> )	p-value <sup>2</sup>	OR <sup>3</sup>	95% CI <sup>3</sup>	p-value
<b>Proximity to borders</b>				n.s. <sup>4</sup>			<b>0.05</b>
Very Close (<1Km)	68% [39]	32% [18]	100% [57]		1.00	<i>Reference</i>	
Close (1-5Km)	67% [28]	33% [14]	100% [42]		1.16	0.56, 2.41	n.s. <sup>4</sup>
Far (5-10Km)	65% [20]	36% [11]	100% [31]		2.07	0.82, 5.31	n.s. <sup>4</sup>
Very Far (>10Km)	61% [11]	39% [7]	100% [18]		4.45	1.30, 17.4	0.023
<b>Methods used to manage CBSD</b>				<b>0.027</b>			<b>0.001</b>
Use cuttings from symptomless plants	76% [34]	25% [11]	100% [45]		0.43	<i>Reference</i>	
Use local varieties	85% [29]	15% [5]	100% [34]		1.00	0.97, 5.86	n.s. <sup>4</sup>
Use certified varieties	53% [23]	45% [20]	100% [43]		2.25	0.89, 5.89	0.001
<b>Cutting channels</b>				n.s. <sup>4</sup>			<b>0.001</b>
Farmers (F)	57% [20]	43% [15]	100% [35]		1.00	<i>Reference</i>	
F+Social networks(SN)	64% [41]	36% [23]	100% [64]		2.06	0.55, 7.81	n.s. <sup>4</sup>
F+SN+Market	67% [4]	33% [2]	100% [6]		10.7	0.56, 272	n.s. <sup>4</sup>
F+SN+Multiplier	75% [30]	25% [10]	100% [40]		7.96	1.55, 53.1	0.019
F+Neighbor  Country	100% [3]	0% [0]	100% [3]		6.051	0.00, NA	n.s. <sup>4</sup>
(Intercept)					17	0.49, 700	0.12

8 facteurs augmentent significativement la probabilité de non-infection des champs.

## Déterminants clés de l'infection CBSVs

**A RETENIR !!!**

### 1. Factors en rapport avec la connaissance (Farmer's Knowledge) :

- Assistance/accompagnement par les services de vulgarisation,
- Connaissance des maladies et ravageurs du manioc,
- Connaissance et application des méthodes de lutte: variétés certifiées

### 2. Facteurs en rapport avec la source des boutures:

- Boutures provenant des multiplicateurs des boutures

### 3. Facteurs en rapport avec la localization géographique:

- Proximité aux frontières.
- Proximité à la ville d'Uvira
- Distance à parcourir pour obtenir des bonnes boutures



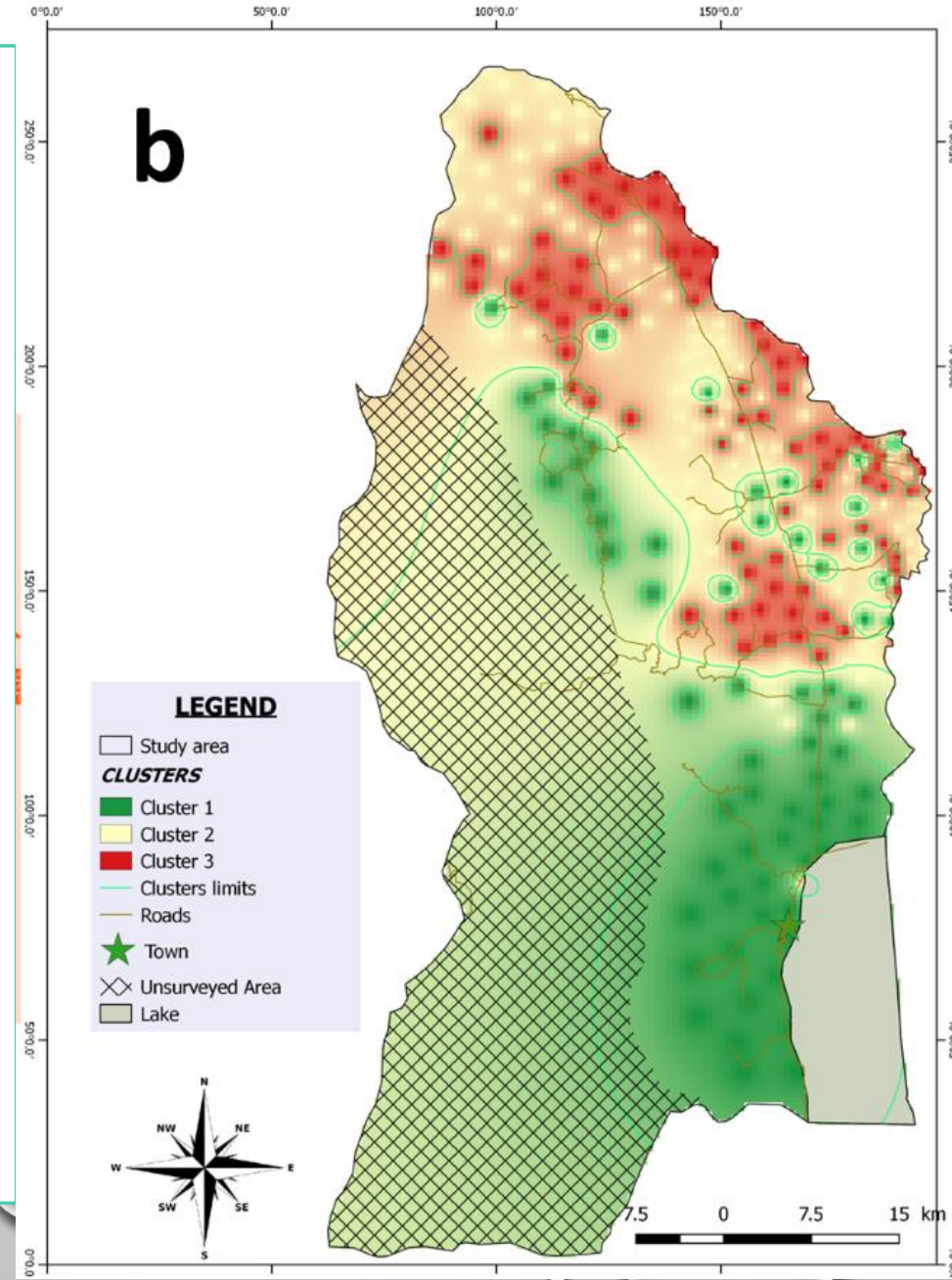
- **Cluster 1** : use as multiplication site (low disease pressure and low vector population).
- **Intensive extension work**: raise farmer awareness → raise effectiveness of control strategies.
  - Target farmer's social networks, more attention on areas covered by clusters 2 and 3.
  - Target farmers living along borders between D.R. Congo, Burundi and Rwanda: avoid cross-border movement of planting material
- **Phytosanitation program**: cleaning process → lower virus load → include local (traditional) varieties → reduce disease pressure in clusters 2 and 3.
- **Empower local cassava seed-multipliers**: more reliable in delivering disease-free materials. However, farmers travel more than 10 Km → low number of actors → opportunity business
- **Reinforce control mechanisms in seed-multiplication fields**: rigorous inspections, well-trained inspectors,
  - Test elite cassava materials using sensitive molecular techniques: preferably on-site (sustainability ? high costs) → sensitive, on-field kits, easy-to-use (LFDs or RT-LAMP)
  - Expertise from universities and research institutions: crucial for a strong seed system.

**Key observation:** Clusters 2 and 3, level of symptom incidence higher *vs* level of molecular incidence.

→ Consistent number of plants with symptoms but tested negative to RT-PCR.

Possible reasons:

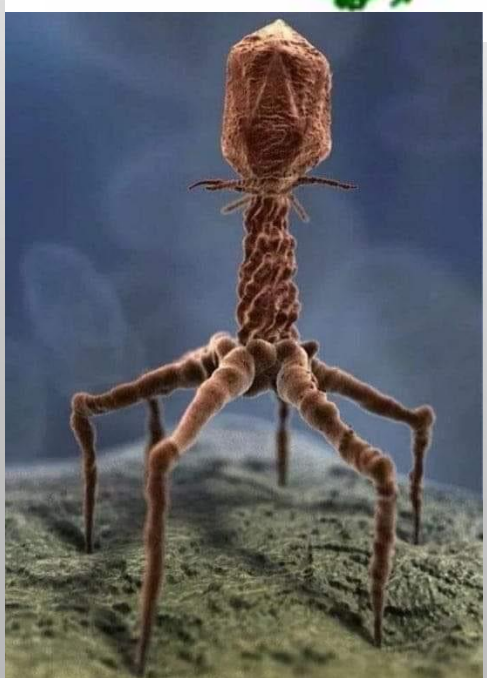
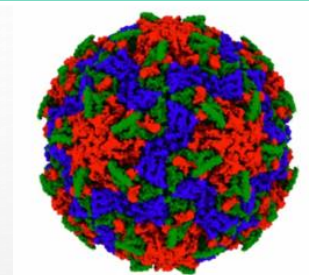
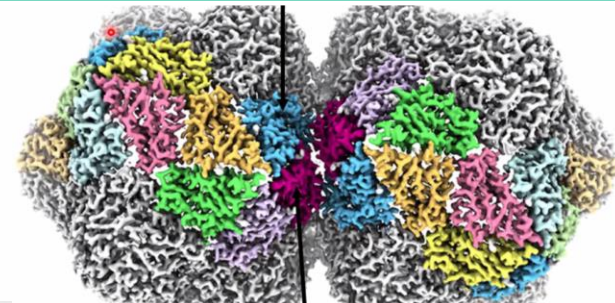
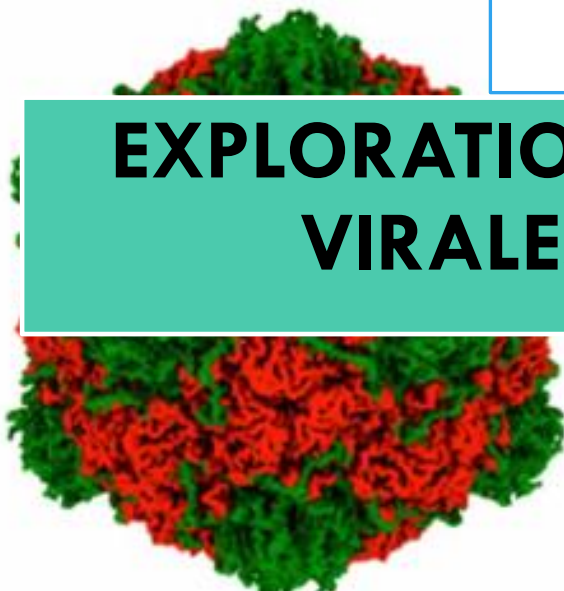
- **Non-specificity of CBSD symptoms:** inconsistent way of identifying CBSVs (Rwegasira and Rey 2012)
- **Inclusiveness of primers used for indexing:** in clusters 2 and 3 disease pressure was higher. CBSV and UCBSV genomes evolve rapidly under high disease pressure (Alicai et al. 2016; Ndunguru et al. 2015):
  - Different CBSVs strains ?
  - Other viruses involved ?





# Other viruses involved ?

## EXPLORATION PROFONDE SUR L'ÉTIOLOGIE DES MALADIES VIRALES DU MANIOC À L'EST DE LA R.D. CONGO



## HIGH THROUGHPUT SEQUENCING

2000'ies evolution

2019

100.000.000.000.000



Other viruses involved ?

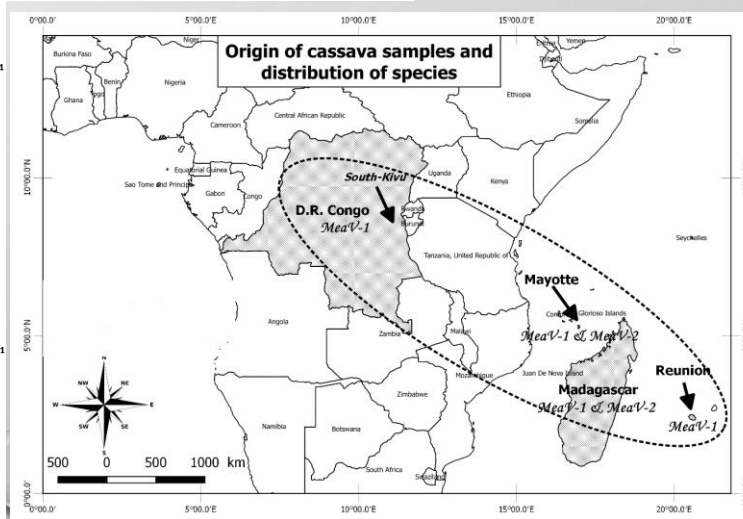
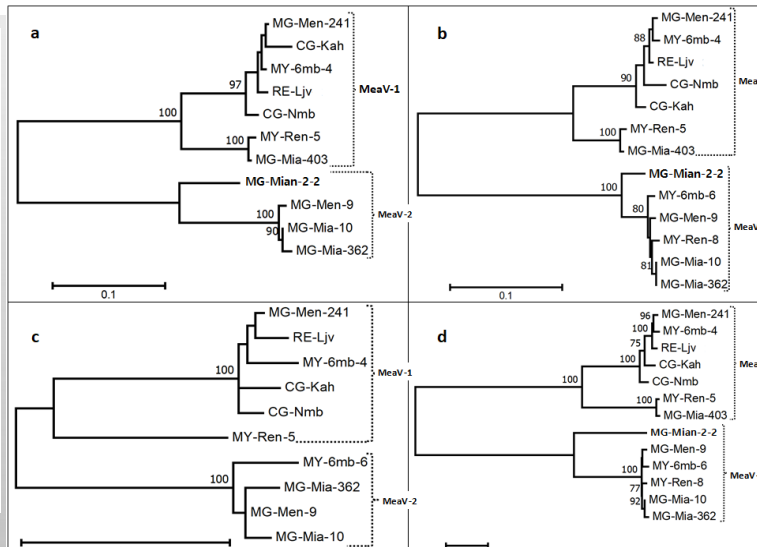
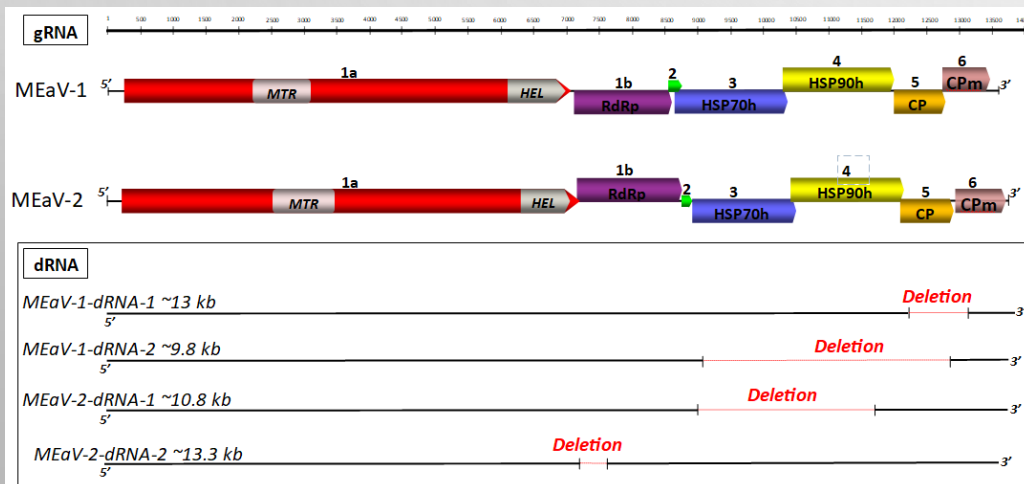
## EXPLORATION PROFONDE SUR L'ÉTIOLOGIE DES MALADIES VIRALES DU MANIOC À L'EST DE LA R.D. CONGO



Article

### Novel Ampeloviruses Infecting Cassava in Central Africa and the South-West Indian Ocean Islands

Yves Kwibuka <sup>1,2,\*</sup> , Espoir Bisimwa <sup>2</sup>, Arnaud G. Blouin <sup>1</sup>, Claude Bragard <sup>3</sup> , Thierry Candresse <sup>4</sup> , Chantal Faure <sup>4</sup>, Denis Filloux <sup>5,6</sup>, Jean-Michel Lett <sup>7</sup> , François Maclot <sup>1</sup>, Armelle Marais <sup>4</sup>, Santatra Ravelomanantsoa <sup>8</sup> , Sara Shakir <sup>9</sup> , Hervé Vanderschuren <sup>9,10</sup> and Sébastien Massart <sup>1,\*</sup>

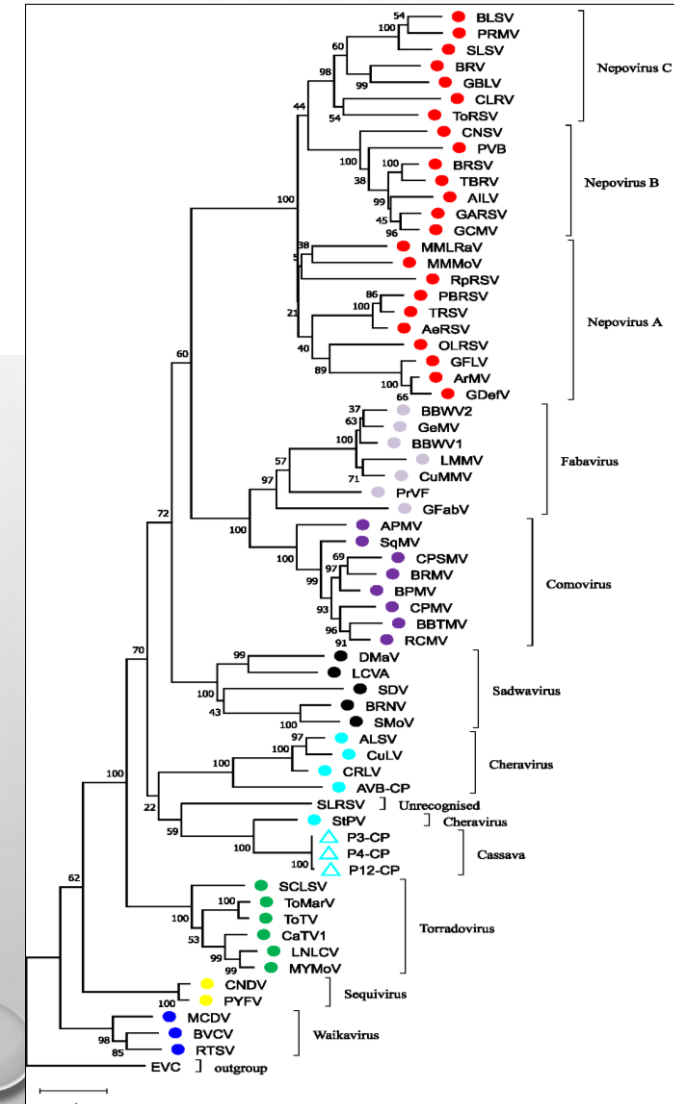
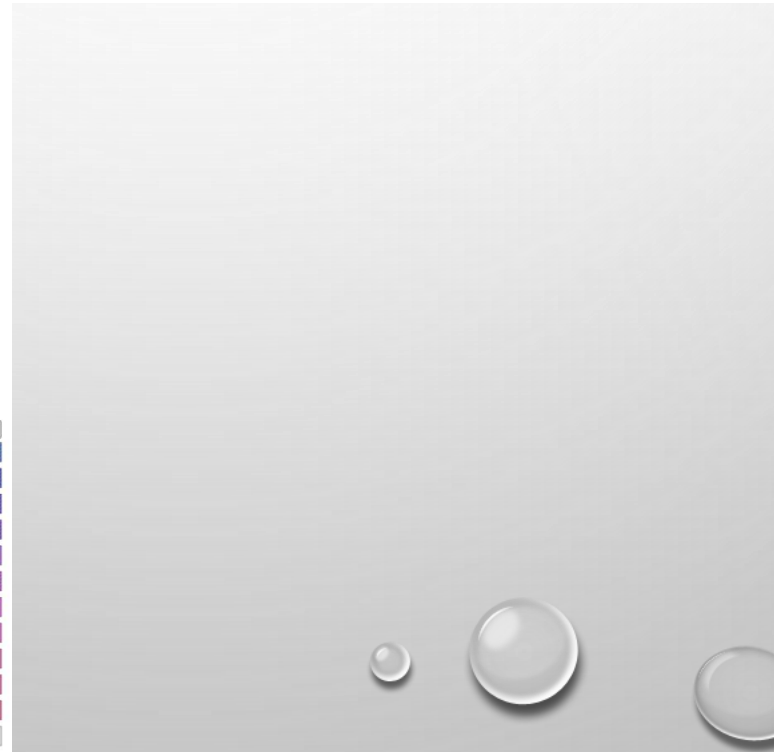
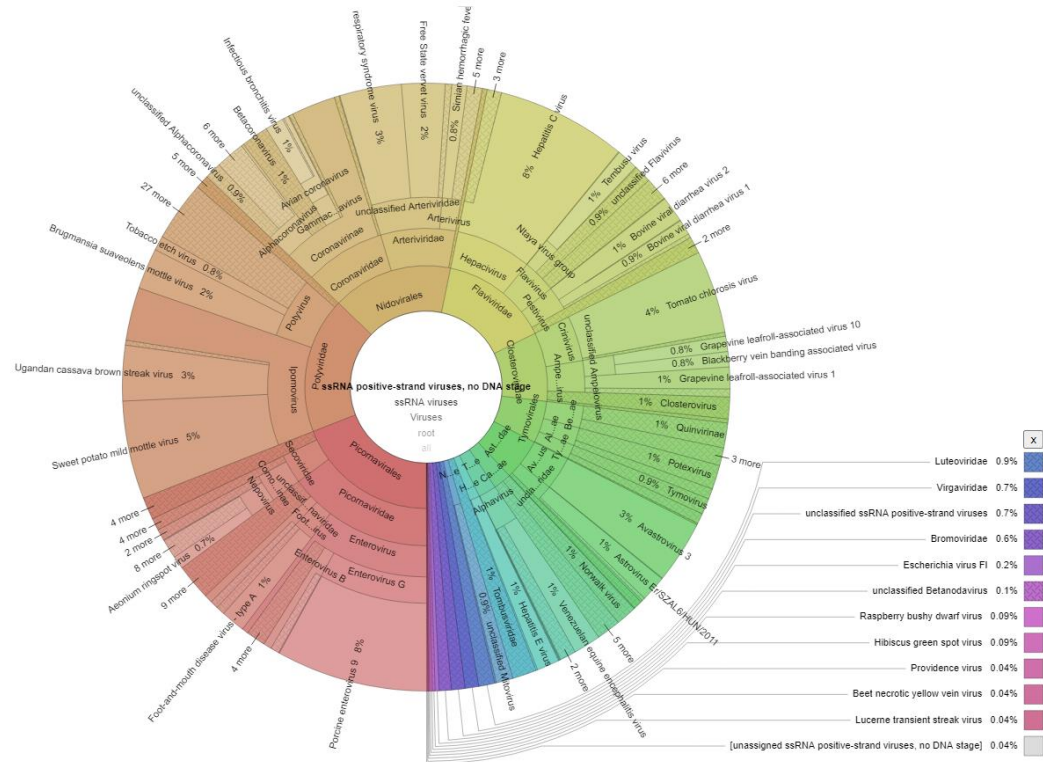




Other viruses involved ?

EXPLORATION PROFONDE SUR L'ÉTIOLOGIE DES MALADIES VIRALES DU MANIOC À L'EST DE LA R.D. CONGO

## A Novel Secoviridae member encoding HAM1-like motif infect cassava and weeds in Eastern D.R. Congo.



**END**

**FIN**

**Merci, Asante, Thanks**