



Culture du manioc dans le monde: Analyse socio-scientifique des opportunités environnementales et des risques, pour promouvoir la transition écologique.



Le manioc: une culture essentielle pour lutter contre la faim dans les prochaines décennies !

Auteurs de la ressource

Stéphane MOMBO
stephanemombo01@gmail.com



Doctorant, INPT, SDUEE
Certop, GET, INRA, EcoLab
Environnement-Santé

Camille DUMAT
camille.dumat@ensat.fr



PR INP-ENSAT
Certop
Environnement-Santé
Société-Risques

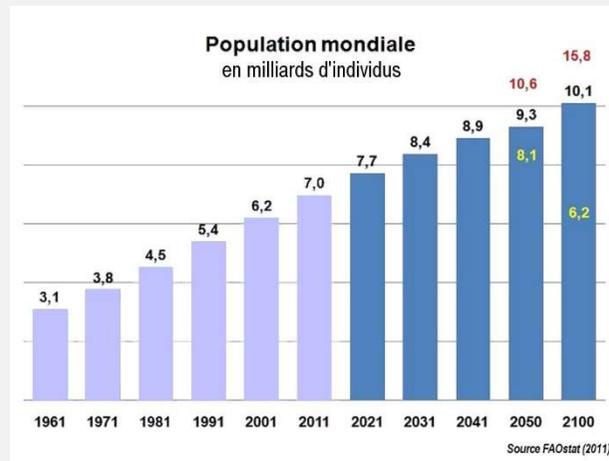
Citez cette ressource pédagogique:

Mombo S. & Dumat C. 2016. Culture du manioc dans le monde: Analyse socio-scientifique des opportunités environnementales et des risques, pour promouvoir la transition écologique.

Réseau Agriville. Copyright, 22 avril 2016.

Contexte socio-scientifique

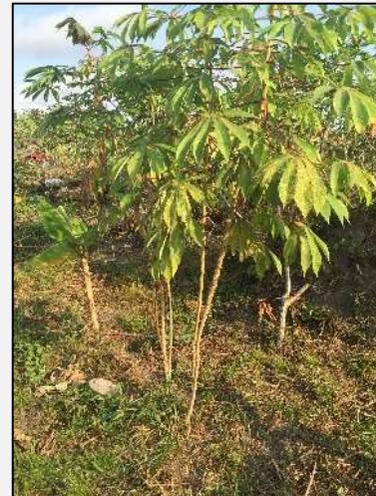
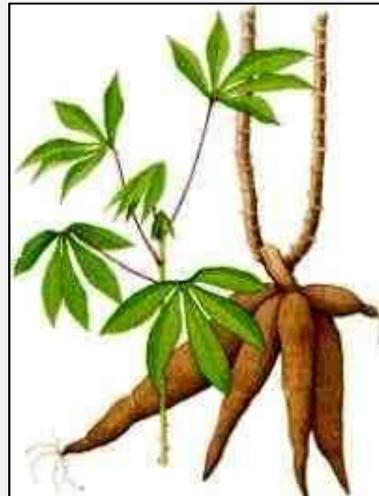
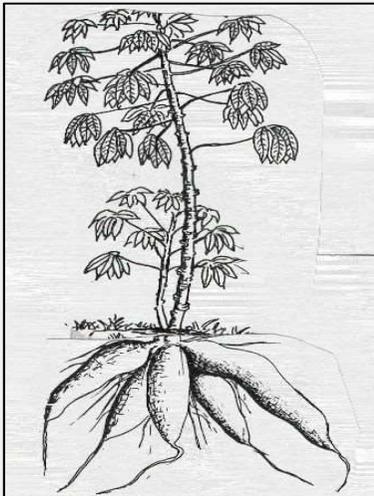
- ❑ Un des défis majeurs des prochaines décennies : **nourrir une population mondiale estimée à 9,3 milliards d'individus d'ici 2050 (FAOSTAT).**
- ❑ Augmentation de la population mondiale → diminution des espaces cultivables et ↑ de la quantité en eau, des intrants pour améliorer la production agricole. La consommation d'insectes riches en protéines est déjà courante dans plusieurs pays et elle s'étend dans le monde...



- ❑ Enjeu / **Plantes cultivées peu exigeantes en intrants et eau; qui peuvent pousser dans des environnements variés; pouvoir nutritif élevé : le MANIOC (*Manihot esculenta* Crantz) a ces caractéristiques !**

1-Caractéristiques du Manioc

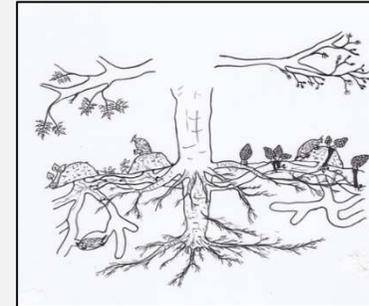
- ❑ Arbuste vivace de la famille des euphorbiacées, plante annuelle, originaire d'Amérique du Sud. Introduit au 16^e siècle en Afrique puis Asie au 18^e siècle.
- ❑ **+ 5000 variétés** connues (98 espèces sauvages) → conséquences sur la composition biochimique du manioc (substances naturelles; transferts des éléments nutritifs et polluants).
- ❑ Multiplication bouturage, cycle de croissance varie de 6 à 24 mois.
- ❑ Racines divisées en faisceaux de tubercules de 30-50 cm de long, sur 5-10 cm.



- Mode de reproduction simple par bouturage des tiges.
- Le matériel végétal est donc abondant et bon marché.



- Association symbiotique avec des champignons du sol qui aident ses racines à absorber le phosphore et les oligoéléments. Ex (*Rhizophagus irregularis*).



- 2 glycosides produits par les feuilles forment du cyanure d'hydrogène, toxique à la digestion.
- La culture opportuniste du manioc (en bord de route, etc.) est un atout mais la plante peut aussi être exposée aux polluants divers (métaux, HAP, pesticides...).

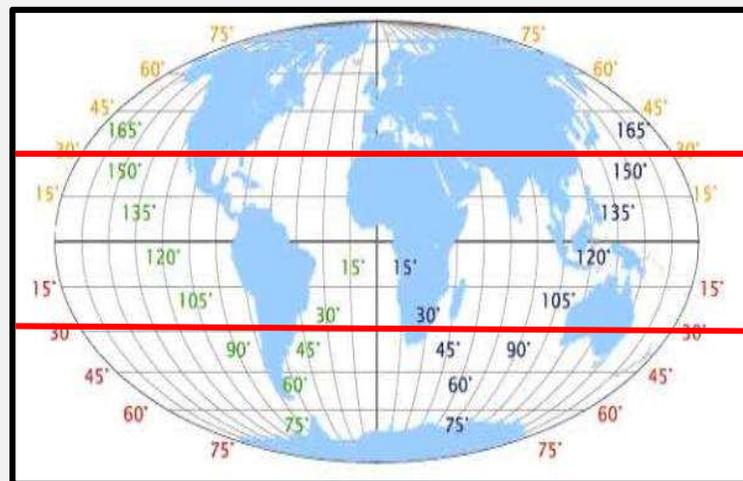


Lors d'un stress provoqué par la sécheresse, la production foliaire se réduit jusqu'à la pluie suivante. La plupart des nutriments du sol absorbés au cours de sa croissance restent dans la partie aérienne du manioc, le recyclage de cette partie aide donc à préserver la fertilité du sol.



Manioc = 4^e source de sucre (hydrates de carbone) dans les tropiques, après le riz, le maïs et la canne à sucre (Blagbrough et al., 2010).

- Le manioc est une plante robuste qui se développe sur des sols pauvres, $4,5 < \text{pH} < 8$ (Lambie, 1979) et supporte des conditions météorologiques extrêmes (Voko et Zézé, 2013).
- $25 < T < 29$ ° C (Conceicao, 1979) $16-38$ ° C (Horloge, 1984) et même en dessous de 20 ° C.
- 30 ° N latitudes 30 ° S, 1800 m au dessus du niveau de la mer (Ceballos et al., 2004) , pluviométrie idéale 700 mm/an.



} 30 ° nord et sud

Production du Manioc

Figure 1 Évolution de la production mondiale des principales cultures, 1980-2011 Indice 1980=100



Source: FAO. 2013. Base de données statistiques FAOSTAT (<http://faostat.fao.org>).

le saviez vous?

Le manioc est la 2^e plante cultivée dans le monde après le maïs.

3-Consommation du Manioc

- ❑ **500 millions de personnes** vivant dans les tropiques et en dessous du Sahara (Best et Henry, 1992; Ano et al, 2013). **1 milliard de personnes** dans le monde (Sajid et Joachim 2014).
- ❑ 57% des tubercules de manioc sont utilisés pour la consommation humaine, 32% pour l'alimentation animale et à des fins industrielles, 11% sont des déchets (Bellotti et al., 1999).
- ❑ Manioc : Malawi 22 g/j 1990: passé à plus de 282 g/j en 2005; Maïs: 345g/j à 316g/j



Différentes formes de manioc après transformation: Tubercules cuit a la vapeur (A), Bâton de manioc (B), gari (C), feuille de manioc (D).

- ❑ Aliment de base en Afrique subsaharienne (Nweke et al., 2002; Tsegai et Kormawa, 2002).
- ❑ Dans certaines zones rurales du Ghana, la consommation annuelle de manioc est estimée à 153 kg par an (Adjei-Nsiah et Owuraku 2012).

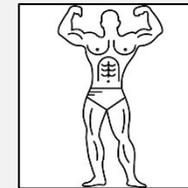
4-Pouvoir nutritif du Manioc

- ❑ Les tubercules de manioc frais se composent principalement de **glucides (85-90%)**, forte teneur calorique et fournissant environ 125 à 140 Kcal pour 100 g de manioc frais. 1,3 % de protéines. **Les feuilles varient de 20% à 30% du poids sec.**

Pays	Daily intake of cassava (g d ⁻¹)	Carbohydrate content in cassava (%)	Maximum daily energetic intake of cassava tubers for an adult of 68 kg (g d ⁻¹)	Daily calorie intake (Kcal d ⁻¹)
Angola	787	33	259.71	1038.84
Tanzania	373	33	123.09	492.36
Brazil	105	33	34.65	138.6

(Mombo et al., 2016)

- ❑ Un homme a généralement besoin de 2100 à 2500Kcal/J



- ❑ Prix inférieurs des aliments à base de manioc / riz, maïs et sorgho (Zhu et al., 2013)
→ **Manioc = excellente source énergétique à bas coup.**

Consommation journalière de manioc par pays

Pays	Consommation (g/j)	Quantité énergétique apportées/ pays ???
Angola	787	
Mozambique	680	
Democratic Republic of Congo	653	
Congo	637	
Ghana	546	
Liberia	390	
Thailand	383	
Tanzania	373	
Guinea	352	
Central African Republic	347	
Uganda	328	
Benin	323	
Nigeria	294	
Malawi	282	
Togo	274	
Madagascar	252	
Cote d'Ivoire	237	
Cameroon	233	
Indonesia	146	
Brazil	105	

Exercice 1

► Replissez svp la colonne de droite en calculant l'apport énergétique quotidien grâce à la consommation du manioc pour les différents pays.

► Qu'en pensez vous?

Rajouter à la fin la correction,
-L'équation générale,
-Un exemple de calcul
-Et le tableau rempli

- Aliment de base en Afrique subsaharienne (Nweke et al., 2002; Tsegai et Kormawa, 2002).

Comparaison entre le manioc et d'autres plantes : Énergie alimentaire et coût de production.

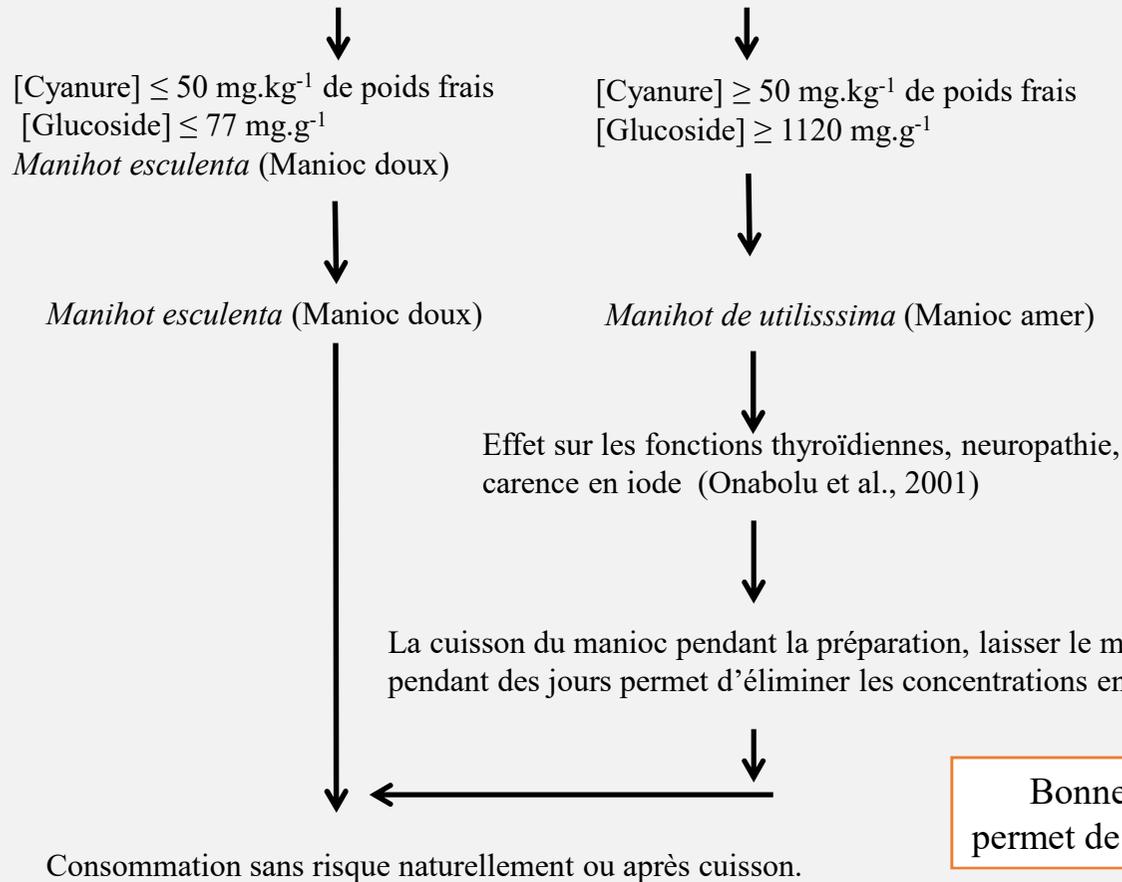
Culture	Energie alimentaire (milliers kcal/ha/jour)	Production (\$ U.S/ha/jour)
Pomme de terre	54	12,60
Igname	47	8,80
Patate	70	6,70
Riz, paddy	49	3,40
Arachide, non décortiquée	36	2,60
Blé	40	2,30
Lentille	23	2,30
Manioc	27	2,20

Source: FAO Annuaire FAO de la production 1983; Département de l'agriculture des Etats-Unis.

Manioc : plus faible valeur à la production
→ peut être produit plus facilement en plus grande quantité !

5-Préparation du Manioc

Acide cyanidrique



Effets toxiques possibles :

- ❑ Neuropathie: paralysie irréversible des jambes en particulier chez les enfants au Mozambique, Tanzanie, République démocratique du Congo, le Cameroun, etc.
- ❑ Fonctions thyroïdienne. Carence en I.

Bonne cuisson + laisser dans l'eau quelques jours, permet de baisser les concentrations en acide cyanidrique.

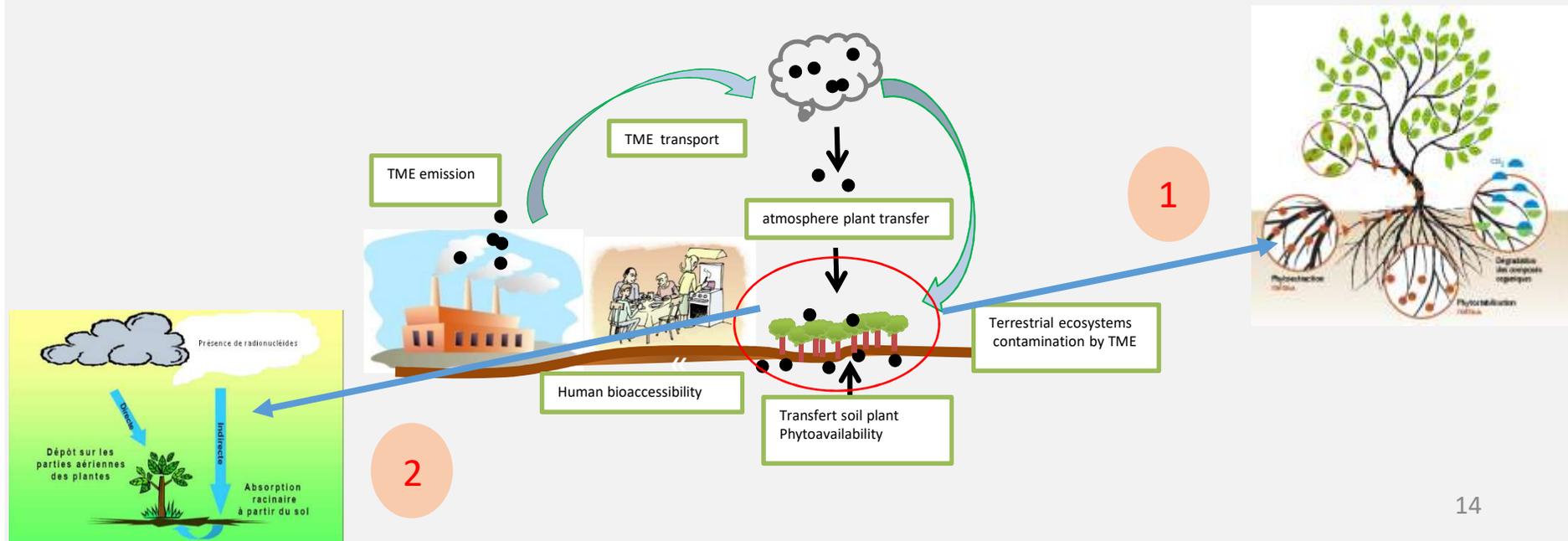
6-Pollution du manioc par les métaux lourds

Culture souvent à proximité des sites industriels et routes → Risque de contaminations métalliques.

SOURCES (Pb, Cd, As, Cu, Hg, Mg, Ni, Zn)



2 types de transfert

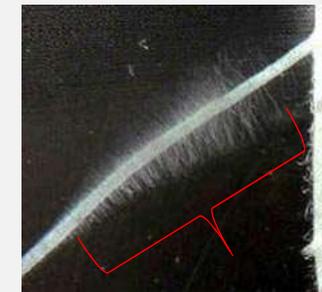
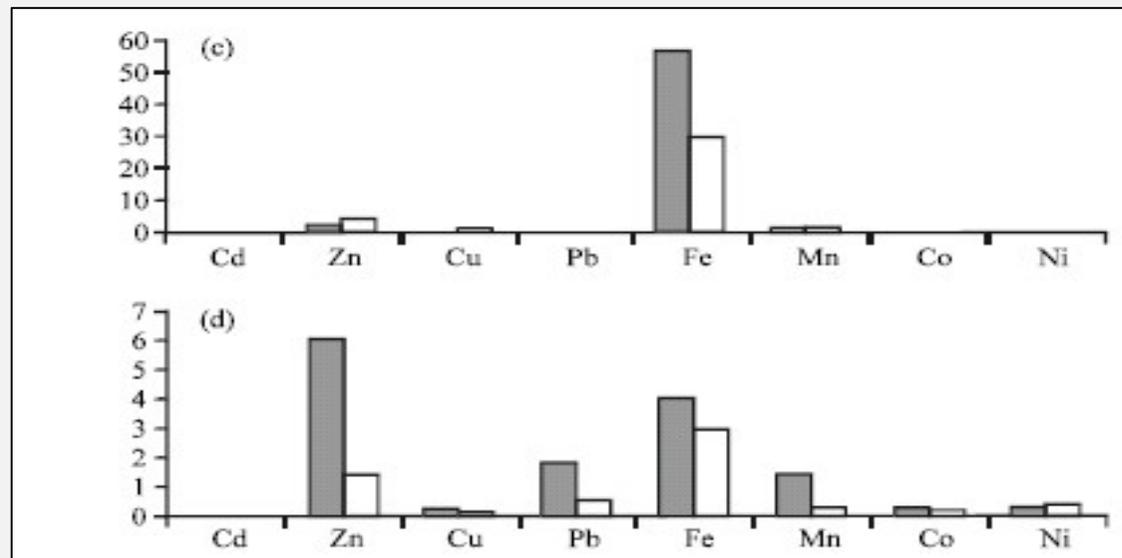


1

Concentrations (Cu, Co, Zn, As et Pb) dans les feuilles de manioc > tiges, tubercules et sol (Křibek et al. 2014). Ces concentration diminuent en saison de pluie.

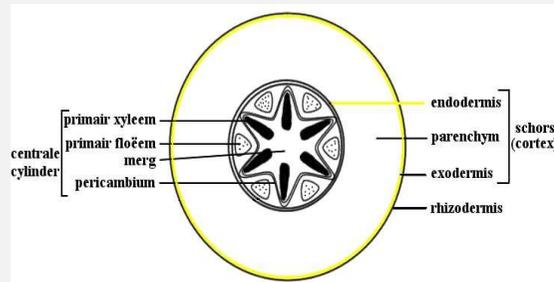
2

Idodo-Umech et Ogbeibu (2010) ont conclu que le manioc peut bioaccumuler Zn, Pb, Fe et Mn.



Zone pilifère

Accumulation des métaux (mg.kg⁻¹) dans le manioc: (c) zone pilifère et (d) cortex (Idodo-Umech and Ogbeibu 2010)



L'accumulation dépend :
des métaux et des différentes parties et tissus de la plante.

Niveau d'exposition des humains aux métaux lourds au Nigéria

Exercice 2

Metal	Daily intake of cassava (g d ⁻¹)	Daily intake of <u>metals</u> (DI, µg kg ⁻¹ d ⁻¹)	Tolerable daily intake of metals (TDI, µg kg ⁻¹ d ⁻¹)	Maximum daily quantity of cassava tubers exposed to metal for an adult of 68 kg (g d ⁻¹)	Conclusions: Risks for human health?
Pb	294	?	100	?	?
Zn	294	?	15000	?	?
Cd	294	?	0.5	?	?

Complétez le tableau ci-dessous en calculant la quantité journalière de métal absorbé (Pb, Zn et Cd).

❑ Concentrations moyennes en métaux contenues dans le manioc au Nigéria (Onyedika et Nwosu 2008)
Pb= 0,08, Zn = 1,89 et Cd= 1,07 µg g⁻¹. Le manioc est composé de 75% d'eau.

Calculez la quantité de manioc maximale que peut manger un Nigerian sans risque de toxicité.

Quelles conclusions pouvez tirer de ces calculs ??

Niveau d'exposition des métaux lourds au Nigéria

Correction

le manioc est composé approximativement de 75% d'eau == 25 % de matière sèche.

On retrouve en moyenne au Nigéria : Pb= 0,08, Zn = 1,89 et Cd= 1,07 $\mu\text{g g}^{-1}$.

Absorption journalière de cassava pour une personne de 68 kg: 294g/jour

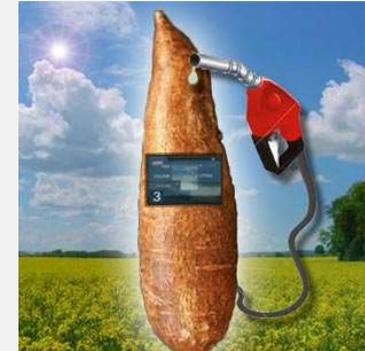
Metal	Daily intake of cassava (g d ⁻¹)	Daily intake of metals (DI, $\mu\text{g kg}^{-1} \text{d}^{-1}$)	Tolerable daily intake (TDI, $\mu\text{g kg}^{-1} \text{d}^{-1}$)	Maximum daily quantity of cassava tubers exposed to metal for an adult of 68 kg (g d ⁻¹)	Conclusions: Risks for human health?
Pb	294	$(0.08 \cdot 0.25 \cdot 294) / 68$ = 0.09	100	$100 / 0.00002 = \mathbf{5\ 000\ 000}$	Pas de risque d'exposition au Pb
Zn	294	$(1.890 \cdot 0.25 \cdot 294) / 68$ = 2.04	15000	$15000 / 0.0004725 = \mathbf{31746031.75}$	Pas de risque d'exposition à Zn
Cd	294	$(1.070 \cdot 0.25 \cdot 294) / 68$ = 1.16	100		Risque d'exposition au Cd

Stéphane je ne comprends pas ce calcul?
- Rajouter l'équation globale

- ❑ Les population du Nigéria qui consomment régulièrement le manioc ont des forts risques d'exposition au Cd. En effet il suffit de consommer pour une personne de 68 kg 1.9 pour attendre la limite tolérable d'exposition.
- ❑ Pour le Pb et le Zn par contre le risque est quasi inexistant vu que le consommation moyenne est de 294 g/j dans ce pays.

7-Autres utilisations du Manioc

- ❑ Production d'éthanol , 1 T manioc, avec une teneur en amidon de 30%, permet la production de 280 litres d'éthanol à 96%.
- ❑ La production d'éthanol par hectare de manioc est d'environ 6313 L ha⁻¹ contre 3107 L ha⁻¹ pour le maïs.



Autres produits dérivés du manioc : Confiserie, Edulcorants, Colles pour contreplaqués, textiles, papier.....



Bière du Mozambique



Pain sans gluten



Contreplaqué au Ghana



Conclusions & Perspectives



- ❑ Le manioc est considéré comme une plante orpheline, car très peu d'études lui sont consacrées !
- ❑ Développer la culture biologique du manioc, une plante peu exigeante, peu gourmande en eau, robuste; en respectant certaines consignes de préparation participe à la transition écologique!
- ❑ Il apparaît crucial de développer des études détaillées / divers cultivars, transferts des éléments nutritifs et polluants.

Références bibliographiques



- Ano, O. A, Eke-Okoro, et al (2013) Heavy metals (Cd, Ni and Pb) pollution effects on cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Int. J. Biodivers. Conserv.* 5:640–646.
- Blagbrough IS, Bayoumi SAL, Rowan MG, Beeching JR (2010) Cassava: An appraisal of its phytochemistry and its biotechnological prospects. *Phytochemistry* 71:1940–1951. doi: 10.1016/j.phytochem.2010.09.001
- Bellotti AC, Arias B (2001) Host plant resistance to whiteflies with emphasis on cassava as a case study.pdf. *Crop Prot* 20:813–823. doi: 10.1016/S0261-2194(01)00113-2
- Best R, Henry G (1992) Cassava: towards the year 2000. In: International network for cassava genetic resources. In: Report of the First Meeting of the International Network for Cassava Genetics Resources, CIAT, Cali, Colombia. IPGRI, Rome, International Crop Network Series, pp 3–11
- Ceballos H, Iglesias C a., Pérez JC, Dixon a. GO (2004) Cassava breeding: Opportunities and challenges. *Plant Mol Biol* 56:503–516. doi: 10.1007/s11103-004-5010-5
- Conceicao AJ da. (1979) *A mandioca.*, 3rd edn. EMBRAPA/BNB/BRASCAN NORDESTE, Texas
- Idodo-Umech G, Ogbeibu A. (2010) Bioaccumulation of the Heavy Metals in Cassava Tubers and Plantain Fruits Grown in Soils Impacted with Petroleum and Non-Petroleum Activities. *Res J Environ Sci* 4:33. doi: 10.3923/rjes.2010.33.41
- Křibek B, Majer V, Knésl I, et al (2014) Concentrations of arsenic, copper, cobalt, lead and zinc in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) growing on uncontaminated and contaminated soils of the Zambian Copperbelt. *J African Earth Sci.* doi: 10.1016/j.jafrearsci.2014.02.009
- Lambie CG (1979) The physiological basis of temperament. *Proc R Australas Coll Physicians* 3:92–94.
- Onyedika GO, Nwosu GU (2008) Lead, zinc and cadmium in root crops from mineralized galena-sphalerite mining areas and environment. *Pakistan J Nutr* 7:418–420. doi: 10.3923/pjn.2008.418.420
- Voko DRBI, Zeze a (2013) Impact Des Proprietes Physicochimiques Des Sols De Culture Du Manioc Sur L ' Abondance Et La Diversite Des Communautés De Champignons Mycorhiziens À Arbuscules Dans La Zone Agroécologique D ' Azaguie , Sud-Est De La Côte D ' Ivoire. 25:251–264.