

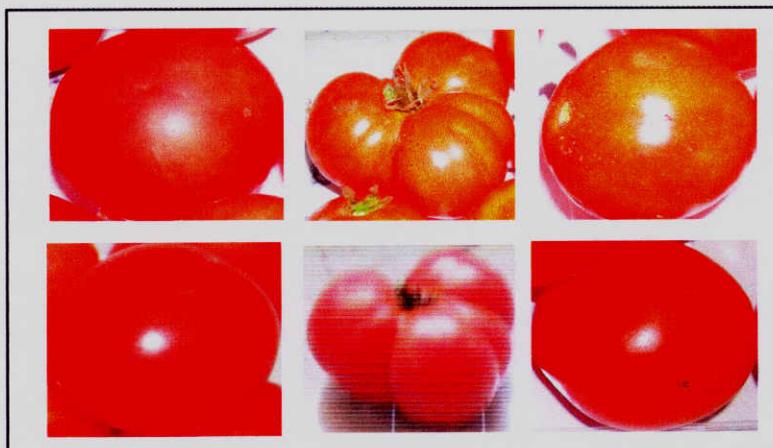
**UNIVERSITE DE KISANGANI**

**Faculté des Sciences**



*Département d'Ecologie et Gestion  
des Ressources Animales et Végétales*

**CARACTERISATION DE LA DIVERSITE GENETIQUE  
ET FERTILITE POLLINIQUE *In vitro* DES TOMATES  
(*Lycopersicon esculentum Mill*) DE LA REGION DE KISANGANI  
(R.D. CONGO).**



**Par**

**Jules LOKONGA OKENGE**

**Chef de Travaux**

**DISSERTATION**

Présentée en vue de l'obtention du Diplôme  
d'Etudes Approfondies (DEA) en Gestion de la  
Biodiversité.

Promoteur : Prof. Benoît DHED'A DJAILO

**Année Académique : 2006 - 2007**

## RESUME

Au cours de ce travail, la caractérisation de la diversité génétique et la fertilité pollinique *in vitro* des tomates (*Lycopersicon esculentum Mill*) de la région de Kisangani ont été effectuées. Dans ce but, 1322 fruits de la tomate vendus au marché central de la ville de Kisangani en R.D. Congo ont été achetés et caractérisés du point de vue morphologique.

L'ensemble des résultats d'analyses a permis d'identifier les 6 formes botaniques (Rouge rond, Rouge aplati, Rouge allongé, Violet rond, Violet aplati, Violet allongé). Le phénotype Rouge rond a été le plus représenté (56,5%), tandis que le phénotype Allongé (Rouge et Violet) ont été les moins fréquents (7,41%).

Pour l'étude de la fertilité pollinique *in vitro*, les meilleures conditions pour la germination et l'élongation du tube pollinique sont réalisées avec un milieu contenant 20gr/l de saccharose, 0,62gr/l d'acide borique et 10 gr/l d'agar. Dans l'ensemble, les résultats de l'indicateur de viabilité obtenu au cours de deux générations montrent que toutes les variétés étrangères (Carotina, Marmande, Makis, Opal, Roma) ont un indicateur de viabilité faible par rapport aux variétés locales.

Quant à la fertilité de différentes fleurs analysées suivant leur position sur la plante, elle est généralement décroissante de bas vers le haut. Ces résultats expliqueraient certains échecs de fertilisation lors de croisement entre différentes variétés de tomates et montrent l'importance de choix de la fleur servant pour le prélèvement des grains de pollen.

## SUMMARY

During this work, the genetic diversity characterization and pollinic fertility *in vitro* of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill) of Kisangani's region was effected. In this goal 1322 fruits of tomatoes sold in central market downtown in Kisangani, D.R.Congo was bought and characterized morphologically.

The results of the analyses on the whole permitted to identify 6 botanics forms (red round, red flat, red elongated, violet round, violet flat, violet elongated).

The phenotype red round was widely distributed (56, 5%) whereas the phenotypes elongated (red and violet) were frequent less (7, 41%).

About the pollinic fertility *in vitro* study, the best conditions of germination and elongation of pollinic tube are realized with medium which contain 20g/l of saccharose, 0,62g/l of boric acid and 10g/l of agar. The results of viability indicator obtain on the whole during two generations appear that all foreign varieties (Carotina, Marmande, Makis, Opal, Roma) have a feeble viability indicator face to local varieties.

According to the fertility of different flowers analyzed followed their position on the plant, it is generally decreased from bottom to high. These results could explain some fertilization checks when crossing between different varieties are done and show the important of choice of the flower serving pollen grains sampling.

## *DEDICACE*

*À l'Éternel, Dieu, Maître de temps et des circonstances ;*

*A mon regretté père, Tahalo Boniface ;*

*A mes regrettés oncles, cousins et tantes ;*

*A mon regrettés ami, Emile Ferdinand Ongendangenda ;*

*A ma mère, Ekomba Henriette ;*

*A mon épouse et à mes enfants ;*

*A mes petits frères, petites sœurs, cousins, cousines, neveux, nièces ;*

*Je dédie ce travail.*

*Jules LOKONGA OKENGE*

## **REMERCIEMENTS**

Ce mémoire qui marque la fin de nos études approfondies en Gestion de la Biodiversité est l'œuvre de plusieurs personnes qui ont concouru d'une manière ou d'une autre pour son aboutissement heureux et auquel nous avons le devoir de remercier.

Nous pensons particulièrement au Professeur Benoît D'HEHA DJAILO, promoteur de ce travail pour les conseils, remarques pertinentes et suggestions qui m'ont guidées pendant la réalisation de ce travail.

Nos sentiments de profonde gratitude s'adressent aussi à la Coopération Technique Belge pour avoir soutenu financièrement ces études.

Nous adressons nos remerciements au Professeur Jean le Joly et Léopold NDJELE, les parrains de ce DEA à Kisangani.

Nous remercions également tous les professeurs qui ont contribué à notre devenir tout au long de cette formation.

Nous exprimons notre gratitude à nos amis, C.T. Jean-Pierre ETOBO, C.T. OKUNGO, Assistants ONAUTSHU et MANYA.

Nous remercions particulièrement notre épouse Pauline MBUKA et nos enfants qui ont enduré en consentant des sacrifices énormes au cours de ces études.

A vous tous enfin, veuillez bien trouver ici notre reconnaissance et notre gratitude.

## LISTE DES FIGURES, TABLEAUX

- Figure 1 : La description schématique de la tomate
- Figure 2 : Fleur de la tomate de ses parties internes
- Figure 3 : Schéma général d'amélioration des plantes
- Figure 4 : Du grain de pollen au tube pollinique
- Figure 5 : Variété Carotina
- Figure 6 : Variété Makis
- Figure 7 : Fructification de la Variété Makis
- Figure 8 : Variété Marmande
- Figure 9 : Variété Opal
- Figure 10 : Variété Roma
- Figure 11 : Variété locale Rouge rond
- Figure 12 : Variété locale Violet rond
- Figure 13 : Variété locale Rouge aplati
- Figure 14 : Variété locale Violet aplati
- Figure 15 : Variété locale Violet allongé
- Figure 16 : Variété locale Rouge allongé
- Figure 17 : Fréquence des formes des fruits
- Figure 18 : Fréquence des couleurs des fruits des tomates étudiées
- Figure 19 : Fréquence des formes et couleurs des fruits de tomates
- Figure 20 : Nombre de loges séminales observées chez les fruits de *L. esculentum* Mill à Kisangani.
- Figure 21 : Nombre moyen des loges séminales chez les formes des variétés de tomates étudiées
- Figure 22 : Poids moyen (en gramme) des fruits de tomates des variétés locales
- Figure 23 : Droite de régression de poids et loges pour la forme locale Rouge rond
- Figure 24 : Droite de régression de poids et loges pour la forme locale Violet rond
- Figure 25 : Droite de régression de poids et loges pour la forme locale Violet aplati

- Figure 26 : Droite de régression de poids et loges pour la forme locale Rouge aplati
- Figure 27 : Droite de régression de poids et loges pour la forme locale Violet allongé
- Figure 28 : Droite de régression de poids et loges pour la forme locale Rouge allongé.
- Figure 29 : Droite de régression entre le nombre de et loges pour la forme locale Rouge rond
- Figure 30 : Droite de régression entre le nombre de et loges pour la forme locale Violet rond
- Figure 31 : Droite de régression entre le nombre de et loges pour la forme locale Violet aplati
- Figure 32 : Droite de régression entre le nombre de et loges pour la forme locale Rouge aplati
- Figure 33 : Droite de régression entre le nombre de et loges pour la forme locale Violet allongé
- Figure 34 : Droite de régression entre le nombre de et loges pour la forme locale Rouge allongé
- Figure 35 : Variation du pourcentage de germination aux différentes concentrations de saccharose (%)
- Figure 36 : Variation de la longueur de tubes polliniques (en  $\mu\text{m}$ ) aux différentes concentrations de saccharose
- Figure 37 : Variation d'indicateur de viabilité aux différentes concentrations de saccharose
- Figure 38 : Indicateur de viabilité de variétés locales
- Figure 39 : Indicateur de viabilité des variétés étrangères
- Figure 40 : Moyenne des indicateurs de viabilité des différentes fleurs produites suivant leur position sur la plante pour les variétés locales au cours de deux cultures
- Figure 41 : Moyenne des indicateurs de viabilité des différentes fleurs produites suivant leur position sur la plante pour les variétés étrangères au cours de deux cultures
- Tableau 1 : Composition chimique pour 100g de tomates
- Tableau 2 : Composition chimique de grains de pollen

Tableau 4 : Composition de milieu de Murashige et Skoog.

Tableau 5 : Nombres moyens des graines par fruit rencontré au marché central de Kisangani

Tableau 6 : Indice de forme des fruits de différentes formes locales de la tomate.

Tableau 7 : Germination de pollen sur les différents milieux étudiés

Tableau 8 : Indicateurs de viabilité des différentes fleurs produites suivant leur position sur la plante à la première culture.

Tableau 9 : Indicateurs de viabilité des différentes fleurs produites suivant leur position sur la plante à la deuxième culture.

# TABLE DES MATIERES

**RESUME**

**SUMMARY**

**DEDICACE**

**REMERCIEMENT**

**LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX**

<b>0. INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
0.1. <i>PROBLEMATIQUE.....</i>	1
0.2. <i>HYPOTHESES DE RECHERCHES.....</i>	2
0.3. <i>LES OBJECTIFS.....</i>	2
0.4. <i>INTERET.....</i>	2
0.5. <i>Subdivision du travail.....</i>	3
<b>Chapitre I : LES GENERALITES .....</b>	<b>4</b>
1.1. <i>LES GENERALITES SUR LA TOMATE.....</i>	4
1.1.1. <i>Origine de la tomate.....</i>	4
1.1.2. <i>Description de la tomate.....</i>	5
1.1.3. <i>Ecologie de la tomate.....</i>	8
1.1.4. <i>Composition chimique de la tomate.....</i>	8
1.1.5. <i>Production actuelle de la tomate et perspective .....</i>	9
1.1.6. <i>Amélioration génétique de la tomate.....</i>	9
1.1.7. <i>Travaux antérieurs.....</i>	11
1.2. <i>GENERALITES SUR LE POLLEN .....</i>	14
<b>Chapitre II : MATERIEL ET METHODES.....</b>	<b>20</b>
2.1. <i>ETUDE DE LA VARIABILITE GENETIQUE.....</i>	20
2.1.1. <i>Matériel Végétal.....</i>	20
2.1.2. <i>Méthodes.....</i>	21
2.2. <i>FERTILITE DES GRAINS DE POLLEN.....</i>	23
2.2.1. <i>Matériel végétal .....</i>	23
2.2.2. <i>Méthodes.....</i>	24
2.2.2.1. <i>Préparation de terrain et soins culturaux.....</i>	24
2.2.2.2. <i>Recherche des conditions optimales de germination in vitro des grains de pollen. ....</i>	25
2.2.2.3. <i>Ensemencement de grain de pollen .....</i>	26
2.2.2.4. <i>Dénombrement et mesure des longueurs de tubes polliniques. ....</i>	27
2.2.2.5. <i>Analyse des données.....</i>	27
<b>Chapitre III : RESULTATS ET DISCUSSIONS .....</b>	<b>28</b>
3.1. <i>LA VARIABILITE GENETIQUE DE LA FORME DES FRUITS.....</i>	28
3.1.1. <i>Formes et couleurs des fruits .....</i>	28
3.1.2. <i>Nombre des loges .....</i>	31

3.1.3. Poids moyens des fruits.....	32
3.1.4. Nombre de graines.....	33
3.1.5. Indice de forme des fruits .....	35
3.1.6. Etude de la corrélation entre les caractères .....	36
3.1.6.1. Corrélation entre le poids et le nombre de loges .....	36
3.1.6.2. Nombre de loge et nombre total de graines.....	39
3.2. <i>FERTILITE POLLINIQUE</i> .....	42
3.2.1. Recherche de la concentration optimale de saccharose pour la germination de pollen. ....	43
3.2.2. Viabilité de pollen de différentes variétés .....	45
3.2.3. Fertilité des fleurs en fonction de leur position sur la plante. ....	47
<b>Chapitre IV : CONCLUSION .....</b>	<b>49</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>51</b>
<b>ANNEXE .....</b>	<b>63</b>

## **0. INTRODUCTION**

### **0.1. PROBLEMATIQUE**

La culture des variétés sélectionnées de grosses tomates étrangères importées à Kisangani est caractérisée par des faibles rendements dus à la mauvaise adaptation des variétés au climat, à leur sensibilité aux maladies et aux ravageurs. Aussi l'importante diminution du poids du fruit observée au cours de cultures successives chez ces lignées sélectionnées constitue encore un obstacle à leur exploitation.

Cependant, à Kisangani, les tomates consommées sont issues de la sélection naturelle, caractérisées par de petits fruits (variété locale) rencontrée à l'état sauvage. Cette variété s'adapte mieux à son milieu naturel et présente des bonnes qualités rustiques. Par contre, elle ne présente pas toujours les caractéristiques agronomiques, nutritionnelles et organoleptiques des variétés sélectionnées. La recherche de lignées les plus intéressantes parmi la variété locale et leur hybridation (croisement) avec les variétés de tomates étrangères pourraient aboutir à des nouvelles variétés de tomates, les mieux adaptées et répondant mieux aux exigences des producteurs et consommateurs.

L'un des moyens efficaces de production des nouvelles variétés chez les espèces autogames consiste à croiser des lignées pures et à sélectionner des descendants possédant un ensemble des caractères intéressants. En effet, dans les régions où n'existent pas de bonnes variétés, les lignées étrangères à hauts rendements sont rarement capables de s'adapter, mais les hybrides entre ces lignées et les formes locales rustiques sont souvent le meilleur point de départ pour la sélection des nouvelles variétés (Bouharmont, 1981).

## **0.2. HYPOTHESES DE RECHERCHES**

Le présent travail se base sur les hypothèses suivantes :

1. Il existerait à Kisangani une diversité génétique chez la tomate, qui prendrait en compte les différences génétiques à l'intérieur de cette variété ;
2. L'étude de la viabilité *in vitro* des pollens permettrait de donner une explication sur la faible production des fruits chez les variétés étrangères courantes sur le marché par rapport à la variété locale et d'envisager l'amélioration de ce caractère.

## **0.3. LES OBJECTIFS**

Dans le cadre de ce travail, nous nous sommes assigné les objectifs suivants :

- Etudier la diversité génétique existant chez la tomate à Kisangani
- Etudier la viabilité *in vitro* de pollens chez ces variétés

## **0.4. INTERET**

L'intérêt de ce travail réside dans la détermination de la diversité génétique, qui peut être exploitée pour l'établissement des critères de sélection en vue de la création de nouvelles variétés des tomates adaptées aux conditions de Kisangani et de ses environs.

D'autre part ces résultats pourraient justifier les faibles taux de nouaison obtenus lors des hybridations et indiqueraient le choix de la fleur pour le prélèvement des grains de pollen. Ceci contribuera à l'établissement de schéma de croisements à forte chance de réussite.

## **0.5. Subdivision du travail**

Outre l'introduction, ce travail comprend, les généralités, les matériels et méthodes, les résultats et discussion ainsi que la conclusion.

## **Chapitre I : LES GENERALITES**

### **I.1. LES GENERALITES SUR LA TOMATE**

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) représente de nos jours un des légumes fruits le plus consommé et le plus recherché dans le monde (Pauvrau, 1984 ; Anais, 1997). Elle est cultivée sous presque toutes les latitudes et constitue un excellent aliment réputé pour ses propriétés rafraîchissantes et gustatives (Charrier et al, 1997). La tomate tient une grande importance dans l'alimentation humaine. Elle s'utilise à frais, en salade et en jus, ou transformée sous la forme de purée, de concentré, de condiment et de sauce. Elle constitue une source importante des minéraux (Na, Mg, K, P) et de vitamines A et C. La consommation de la tomate, à cause des lycopènes qu'elle contient, serait une prévention au risque de développement de cancer prostatique chez l'homme (Giovannucci *et al*, 1998 ; Gann et al, 1999 ; Karas et al, 2000 ; Miyake et al, 2000). Ainsi, les plats qui contiennent de la tomate, quelque soit son mode de préparation, augmentent la concentration de lycopène dans le sang, diminuent les marqueurs de stress oxydatif et réduisent les risques de cancer de la prostate (Giovannucci, 1999 ; Kelloff et al, 1999 ; Cybulski et al 2004).

En assurant l'accumulation des sucres, la tomate augmente l'appétit et joue un rôle nutritionnel important dans l'organisme (Purseglove, 1976). Le jus de la tomate est une boisson rafraîchissante recommandée aux enfants et aux personnes qui souffrent d'affection gastrique (Purseglove, 1976 ; Philouse, 1976). La tomate est une source de devises surtout dans certains pays méditerranéens tels que le Maroc, l'Algérie et la Tunisie.

#### **I.1.1. Origine de la tomate**

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) est originaire du Nord - Ouest de l'Amérique du Sud, d'une Zone allant du sud de la Colombie à l'Equateur, au Pérou et au nord du Chili, de la Cordillère des Andes. Elle a été introduite en Europe par les Espagnoles au XVI Siècle (Valuet, 1990).

Elle resta longtemps une curiosité botanique (Messiaen, 1981), plante ornementale et ne connut une véritable extension qu'au cours du XIX<sup>ème</sup> Siècle (Louveau et Pesson, 1984). Par contre c'est au Mexique que la domestication aboutissant au *Lycopersicon esculentum* à gros fruit aurait eut lieu (Messiaen, 1981). Les indigènes du Mexique l'appelaient « tomati » dérivé du mot aztèque « zitomate » (Laumonier, 1969). Après son introduction en Espagne, cette plante a été diffusée en Afrique, où elle s'est rapidement répandue (Delannoy, 2001).

### **I.1.2. Description de la tomate**

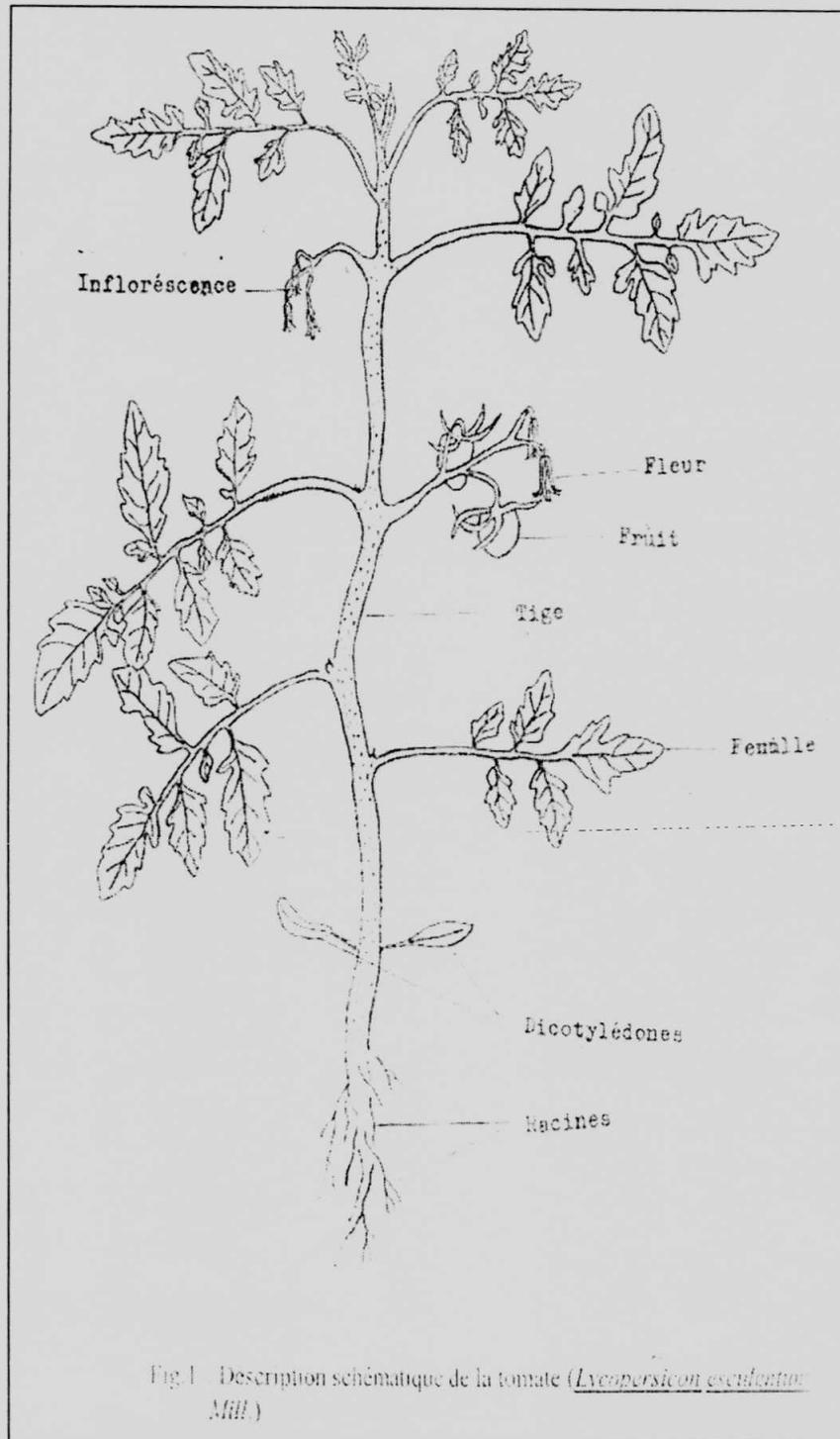
La tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill  $2n = 2X = 24$ , est une plante herbacée, annuelle, appartenant à l'ordre de Scrophulariales et à la classe de Dicotylédones. Ses tiges sont naturellement rampantes et recouvertes de poils simples et glanduleux. Tendres à l'état jeune, elles ont tendance à devenir ligneuses avec l'âge. Les feuilles sont composées, alternes, à bord plus au moins dentelées et découpées de façon variable. A leur aisselle se développent des bourgeons axillaires (Delannoy, 2001). Du point de vue du système reproductif, elle est autogame.

La multiplication se fait par graines. Ses graines sont petites, et légèrement courbées et velues, présentant un teint brun - clair (Dupriez et al, 1987). Le système racinaire est pivotant. Les racines peuvent atteindre 1,50m et un développement latéral de 50 à 80 cm (Ernest et Ervin, 1999). Les fruits sont des baies d'environ 3 à 5 Cm de diamètre, de forme variable ronde et lisse, aplatie et côtelée, cordiforme, allongée (Delannoy, 2001). Il s'écoule 90 à 120 jours du semi à la première récolte (Messiaen, 1989).

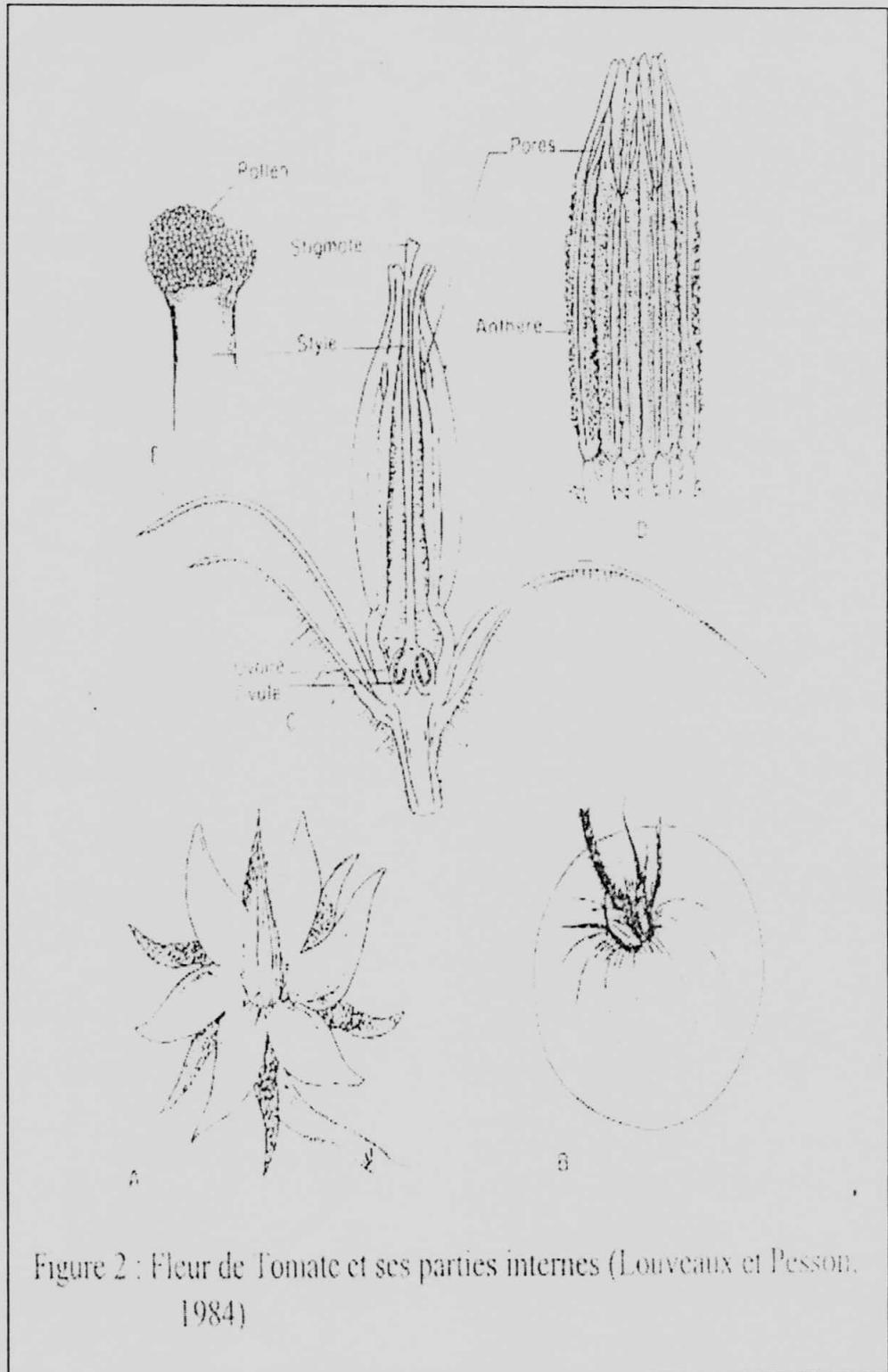
L'espèce cultivée de la tomate est le *lycopersicon esculentum* Mill. Celle-ci possède deux sous-espèces : *vulgare*, qui comprend les variétés hautes avec croissance indéterminée et *validum*, dans la quelle sont comprises les variétés à tige courte et à croissance déterminée. Les espèces sauvages apparentées sont : *Lycopersicon pimpinellifolium*, *Lycopersicon parviflorum*, *Lycopersicon chmielewskii*, *Lycopersicon hirsutum*, *Lycopersicon*

*pennelli*, *lycopersicon peruvianum*, *Lycopersicon chilense*, *Lycopersicon cheesmanii*, *Lycopersicon esculentum* (Sheh et al. ;2006) .

La description schématique de la tomate est présentée à la figure 1.



La fleur de la tomate et ses parties internes sont données à la figure 2.



### **I.1.3. Ecologie de la tomate**

Pour sa croissance et son développement la tomate exige des températures optimales se situant entre 10 et 30°C, avec une croissance maximale vers 25°C. La tomate est peu sensible au photopériodisme, mais est exigeante en énergie lumineuse. Un faible rayonnement lumineux réduit le nombre de fleurs par bouquet et affecte la fécondation. Combiné à de fortes températures diurnes et à des nuits tièdes (écart jour/nuit < 10°C), il conduit à l'avortement des fleurs et des fruits (CIRAD - GRIT, 2006).

Les périodes sèches et fraîches sont plus favorables à la production que les saisons pluvieuses et chaudes. La tomate montre une grande plasticité, elle peut être cultivée à tout moment de l'année et dans toutes les régions agricoles. Ce pendant, la tomate aime les sols humides et riches en matières organiques. Les cendres, les engrais minéraux, et surtout les fumures organiques stimulent la croissance et la production fruitière (Giordano, Sd ; Dupriez et *al.* 1987 ; Deleener, 1987 ; Delannoy, 2001).

### **I.1.4. Composition chimique de la tomate**

Cent grammes de tomates peuvent fournir 13% de la vitamine A, 5% de l'acide folique, 8% la vitamine B1, 33% de la vitamine C, nécessaire chaque jour à un adulte (Valuet, 1990). Les principaux constituants de la tomate pour 100g sont repris dans le tableau 1.

Tableau 1 : Composition chimique pour 100g de tomates

<b>Constituants</b>	<b>Quantité en gramme</b>
Eau	93,8
Protéine	1,2
Glucides totaux	4,8
Calcium	0,007
Fer	0,0006
Carotène	0,0005
Thiamine	0,00006
Riboflavine	0,00004
Niacine	0,0006
Vitamine C	0,023

Source : Delannoy, 2001.

### **I.1.5. Production actuelle de la tomate et perspective**

La production mondiale a augmenté de 35% au cours de dix dernières années.

L'Asie assure 45% de cette production suivie de l'Europe (22%), l'Afrique (12%), l'Amérique du Nord (11%) et l'Amérique du Sud et centrale (8%).

Le développement rapide des villes dans le sud et les changements d'habitudes alimentaires induisent une demande en forte augmentation pour la tomate. En Asie, la production a doublé au cours de dix dernières années (CIRAD-GRET, 2006).

### **I.1.6. Amélioration génétique de la tomate**

L'amélioration de la tomate qui a commencé avec la domestication de l'espèce par des civilisations précolombiennes a donné lieu à des nombreux travaux, tant en zone tempérée qu'en zone tropicale. C'est le cas de la résistance aux maladies, réalisée par INRA en France et de l'amélioration à l'adaptation à la chaleur conduite par les Universités de Texas, de Louisiane et de Californie. En région tropicale, les recherches

portent principalement sur l'adaptation au climat et la résistance au flétrissement bactérien et aux nématodes (Rick, 1990).

Dans les conditions de Kisangani, la variété locale est la mieux adaptée et constitue la seule base privilégiée de toute création variétale. Il est alors intéressant d'exploiter sa rusticité d'une part et la grosseur des fruits des variétés étrangères d'autre part, par la technique d'hybridation. Mais, des différences dans la morphologie florale des variétés peuvent avoir d'effets plus ou moins néfastes sur la pollinisation (Pesson et Louveaux, 1984). En effet, l'hybridation permet, de cumuler certains caractères que l'on trouve dispersés dans des variétés ou des espèces différentes. Les hybrides possèdent un certain nombre d'avantages par rapport aux variétés fixées. Cet avantage est dit « hétérosis » ou « vigueur hybride » (Rick, 1978).

L'exploitation de la diversité génétique des espèces sauvages dans les espèces cultivées contribue au développement de l'agriculture mondiale. C'est ainsi que les gènes transférés d'une espèce sauvage de tomate trouvée sur les rivages des Iles Galapagos ont conféré aux variétés cultivées une tolérance au sel, grâce à quoi celles-ci peuvent être irriguées en utilisant un tiers d'eau de la mer (FAO, Sd ; Bouharmont, 1981).

La sélection de nouvelles variétés plus résistantes aux maladies ou plus aptes à utiliser les engrais, ou présentant de nouveaux caractères n'est possible qu'en puisant dans les ressources génétiques des plantes sauvages ou des variétés sélectionnées par l'agriculture traditionnelle.

Dans un schéma général d'amélioration des plantes, à partir des ressources génétiques, une alternance de phases de recombinaison, de sélection et de tri, va permettre d'aboutir à la création d'une nouvelle variété (Michel et Mathilde, 2001). Le schéma général d'amélioration des plantes est donné à la figure 3.

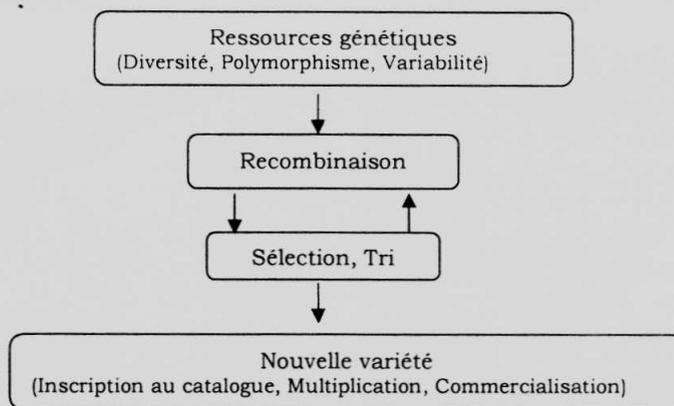


Figure 3 : Schéma général d'amélioration des plantes

La variabilité génétique constitue la base de la sélection. Pour cette raison, avant tout travail de sélection et de création variétale, sa connaissance et sa conservation y constituent une étape importante. Il est donc nécessaire de disposer d'une variabilité génétique large, qu'il faut collecter, caractériser, conserver et gérer. La caractérisation de la variabilité ou l'étude de comportement passe par la description et l'inventaire de l'ensemble des caractères qualitatifs et quantitatifs des plantes.

### 1.1.7. Travaux antérieurs

L'étude de caractères agronomiques et de la qualité des fruits de quelques variétés de tomates ont été réalisés par Lapushner et Frankel, Nuez et Tarrega, Krusteva et *al*, Conti et *al*, Sims, Palomares et *al*, Cuartero et *al*, Kanno et Kamimura, Daskaloff et Konstantinova, Lukyanenko et Lukyanenko, Ferrari et *al*, Lapushner et *al*, Vewwelinov et *al*, Aubert, (1981), Philouze et Ferline (1986), Young et Tanksley (1986), Salimba et Devienne(2000), Nesbitt et Tanksley (2002), Causse et *al*,2003.

L'adaptation de certaines variétés de tomates au milieu a été étudiée par Hogenboom, Ignatova et Kvasnikov, Maisonneuve, Philouze, (1981). Par ailleurs, l'étude des quelques hybrides F1 et stérilité mâle a été entreprise par Tarrega et Nuez, Gueorguiev et Atanassova, Durand, (1981). D'autres parts, les espèces sauvages et leur hybridation ont été abordées par Rick (1976), Grimbly (1981), Saccardo et *al* (1981), Beckman et Soller (1986)

Waugh et al (1997), Tam et al, (2005), Tam et al (sd), Sheh et al (2006). Par contre la résistance aux maladies fut entreprise par Marchoux et al, Jacquemond et Laterrot, Hassan, Laterrot et Rat, Cirulli et Ciccarese, Farley, Vovzdova, Steekelenburg, Stamova et Yordanov, Boukema, Laterrot (1981), Laterrot (1996), Pan et al. (2000).

Les recherches conduites depuis des décennies sur la génétique de la tomate permettent de disposer des informations indispensables au développement des études de biologie moléculaire. La carte chromosomique est maintenant suffisamment dense pour permettre d'aborder les recherches sur les flux de gènes et le matériel génétique est disponible pour la plupart des applications. L'expression phénotypique de nombreux gènes est à présent bien définie et leur localisation est connue (Anais, 1997)

Le genre *Lycopersicon* a servi de modèle pour étudier divers aspects de la cartographie génétique des plantes (Tanksley et al, 1992). Une carte moléculaire comprenant plus de 1000 marqueurs a été dressée. De nombreux gènes à effet quantitatif (QTL) ont été identifiés (Tanksley, 1993). La cartographie des QTL impliqués dans la résistance de la tomate au flétrissement bactérien a été réalisée (Thoquet et al 1996). Six d'entre eux sont présents dans la variété Hawaii 7996 : le chromosome 6 porte, à proximité du marqueur CT184 (Danesh et al, 1994), le QTL dont l'effet est le plus important entraînant plus de 50% de la variation totale pour la résistance, les chromosomes 7 et 10 portent deux autres QTL. Dans la variété Hawaii 7998, la réaction d'hypersensibilité à *Xanthosomas campestris* pv. *vesicatoria* est contrôlée par plusieurs gènes non dominants (Yu et al, 1995). Trois facteurs affectant la résistance ont été mis en évidence, deux sur le chromosome 1 et un sur le chromosome 5. Ces facteurs paraissent indépendants et ont un effet additif. Un produit amplifié par PCR, rex-1, marqueur dominant lié au gène Mi, qui contrôle la résistance aux nématodes à galle, permet de distinguer les homozygotes des hétérozygotes et peut être utilisé dans la sélection pour la résistance à *Meloidogyne* (Williamson et al, 1994).

Les résultats les plus connus de la transformation génétique de la tomate se rapportent à la qualité du fruit. Le clonage et le séquençage du gène de la polygalacturonase, puis le transfert d'un gène antisens polygalacturonase, se sont traduits par une réduction de 5 à 50% de l'activité de la polygalacturonase dans le fruit par rapport aux témoins. On obtient ainsi un net ralentissement de la maturation, donc une meilleure conservation du fruit (Sheehy et al, 1988). D'autres caractères d'intérêt économique ont été obtenus par transformation génétique, comme la stérilité mâle (Pekarkova-Tronickova et al, 1988) ou la résistance aux chenilles par transfert de gènes de *Bacillus thuringiensis* (Delannay et al, 1989).

La valorisation des ressources génétiques de la tomate par l'utilisation de marqueurs moléculaires fut entreprise par Causse et al, (2000) ; Sheh (2006).

Rick, de l'Université de Davis en Californie, pionnier en matière de génétique de la tomate a fait depuis 1948 de nombreuses expéditions de prospection dans la zone d'origine de *Lycopersicon* et a créé une collection unique au monde, géré par le Tomato Genetics Resource Center (TGRC), riche actuellement de 1008 lots d'espèces sauvages, 877 mutants monogéniques (827 loci concernés) et de 935 lots divers.

L'INRA Avignon et l'INRA Bordeaux travaillent sur la qualité des fruits de trois espèces (tomate, l'abricotier et le pêcher) en caractérisant des gènes et des QTL (Quantitative Trait Locus) ayant un rôle déterminant pour certaines composantes de la qualité. L'unité de génétique et Amélioration des fruits et des légumes de l'INRA conserve depuis 1950 une collection de variétés traditionnelles des tomates provenant du monde entier.

L'activité de hexokinase dans le fruit de tomate a été étudiée par Menu et al, (2003). Par ailleurs les études sur l'activité protectrice des lycopenes contre le cancer de prostate furent entreprises par Giovannu et Clinton, (1998), Gann et al, (1999), Giovannucci, 1999, Kellof et al, (1999),

Omer et *al*, (2001). D'autre part les études sur le pollen ont été réalisées par Maisonneuve (1981), Maisonneuve et Den nijs (1984), Mackiewicz et Dhed'a, (1985), Ntahobavuka (1997).

## **I.2. GENERALITES SUR LE POLLEN**

Les grains de pollen sont des cellules germinales élaborées dans les anthères des végétaux phanérogames et qui renferment les gamètes mâles (Ntahobavuka, 1997). La science du pollen, dite palynologie a été créée par deux botanistes anglais Hyde et Williams en 1844, pour désigner la science du pollen et de spore (Mullenders, 1957) ; toute une science nouvelle, avec ses techniques particulières, s'est développée pour en faire l'étude approfondie.

En génétique, la palynologie contribue considérablement dans les domaines des hybridations dans plusieurs groupes taxonomiques (Mullenders, 1957). En génétique toujours, l'étude morphologique de pollen est importante étant donné que sa dispersion réalise une meilleure pollinisation de certaines espèces cultivées. La production annuelle de grains de pollen par une espèce et leur production en fruits et graines sont toujours étroitement en relation (Mullenders, 1957).

La culture *in vitro* de grains de pollen permet l'obtention d'haploïdes, un moyen de mieux connaître le fonctionnement de la plante sur le plan génétique ainsi que la recherche des mutants intéressants (Brom et Boucherien, 1989). En plus de ces intérêts, cette culture permet la création des plantes n'existant pas à l'état naturel (Zryd, 1989).

L'autostérilité ou auto incompatibilité qui est l'inaptitude pour une plante de donner des semences lorsqu'elle est autofécondée est due à l'incompatibilité pollinique (Herve, 1979). L'inhibition pollinique se situe à trois niveau : au niveau Stigmentaire, au niveau Stylaire et au niveau Ovarien. Elle est le résultat d'un processus biochimique de reconnaissance du type antigène - anticorps entre les protéines du pollen et de pistil.

On distingue ainsi l'incompatibilité gamétophytique : 70% d'espèces et l'incompatibilité sporophytique : 30%. La première est déterminée par le génotype haploïde du pollen : si l'un des allèles de tissus diploïde du stigmate est identique à l'allèle unique du pollen, il n'y a pas fécondation. Par contre, la deuxième est gouvernée par le génotype du sporophyte dont le pollen est issue : un grain de pollen provenant d'une plante dont l'un des allèles est identique à l'un des allèles diploïdes de la plante à féconder ne pourra pas féconder (Herve, 1979).

L'autostérilité a des manifestations très diversifiées. Chez certaines espèces (trifolium, prumus), les grains de pollen germent normalement. Cependant, la croissance des tubes polliniques ralentie et s'arrête dans le style au cas où les grains de pollen proviennent de la même plante. Chez d'autres, la germination des grains de pollen est soit inhibée fortement soit réduite à la surface du stigmate. La cutinase que produisent les grains de pollen les fait germer, ceux de la même plante ne la produisent pas. Enfin, chez quelques plantes, la germination des grains de pollen et la croissance des tubes polliniques sont normales, la dégénérescence des ovules au moment de la fécondation montre l'inhibition (Chez le cacaoyer).

La viabilité du pollen varie beaucoup après son émission de l'anthere. La viabilité est fortement affectée par la température et l'humidité mais ces effets dépendent du groupe taxonomique (Lejoly, 2007). Il est possible d'évaluer la viabilité en testant la capacité de germination du pollen, son activité métabolique (enzymatique) ou la présence du cytoplasme.

Les caractéristiques qui servent à définir l'intérêt des grains de pollen, selon l'association des palynologues francophones (1974) et Pons (1970), sont les suivantes :

- chaque grain de pollen présente des caractères morphologiques qui permettent sur base de leur seul examen de savoir quelle plante est butinée par l'abeille qui a fourni du miel, quel grain de pollen a provoqué l'allergie chez un malade qui en souffre après l'avoir aspiré ;

- les grains de pollen sont formés par l'une des matières les plus indestructibles du règne végétal, la sporollénie. Raison pour laquelle elles peuvent se conserver indéfiniment en milieu anaérobie ainsi que résister aux attaques de différents agents chimiques pour détruire les roches qui n'en contiennent.
- les grains de pollen ont des dimensions qui sont trop petites, qu'ils peuvent être dispersés de ce fait par le courant atmosphérique, souvent très loin de leur lieu d'origine en nombre considérable (Vancampo, 1954).

La viabilité de la production des grains de pollen par une fleur est due à l'éclairement, à l'âge de la plante, les conditions du milieu ainsi qu'à la vigueur (Rabiet, 1996). L'ornementation, la forme, la stratification de l'exine et la taille de grains de pollen sont là les caractères permettant de distinguer les grains de pollen (Roland et Roland, 1989 ; Lejoly, 2007).

Les grains de pollen et les spores ont des dimensions microscopiques. Les grains de pollen les plus petits que l'on connaisse ont un diamètre d'environ 10 $\mu$ m et les plus volumineux (chez les *Annonaceae*), mesurent 350 $\mu$ m. Les grains de pollen peuvent avoir une forme sphérique ou en bâtonnet (Lejoly, 2007). Ils comportent trois couches : une partie interne vivante composée de protoplasme et de deux noyaux et une enveloppe protectrice, le sporoderme, formée à son tour de deux membranes, l'intine et l'exine. Le pollen de la tomate a une forme sphérique mais en milieu de culture en plein germination, le pollen est comparable au spermatozoïde de la cellule sexuelle animale : une tête (la cellule) et la queue (le tube pollinique).

A cause de sa valeur nutritive, le nom d'aliment médicament a été donné au pollen (Valuet, 1990). Le pollen apporte à l'organisme de nombreux éléments indispensables dont l'alimentation moderne se trouve fréquemment privée et cela grâce à son exceptionnelle richesse en vitamine, en acide aminés, en minéraux et en oligo-élément divers.

C'est un aliment que sa richesse interdit de consommer à doses exagérées, il contient presque tous les 8 acides aminés les plus essentiels (Valuet, 1990).

Le pollen donne d'excellents résultats chez l'enfant pour la bonne croissance, les insuffisances pondérales, les mauvaises dentitions, les pertes d'appétit, et il s'avère un bon complément dans le traitement de certaines formes d'anémies et de constipation (Donadieu, 1987). Dans le tableau 2, sont consignées les valeurs minimales et maximales en certains principes chimiques exprimés en pourcentage de pollen. L'analyse globale révèle une grande variabilité dans la composition chimique des espèces et des genres. Les méthodes d'analyses introduisent des divergences notables, de même la nature du sol et des engrais est susceptible de jouer un rôle sur la composition chimique.

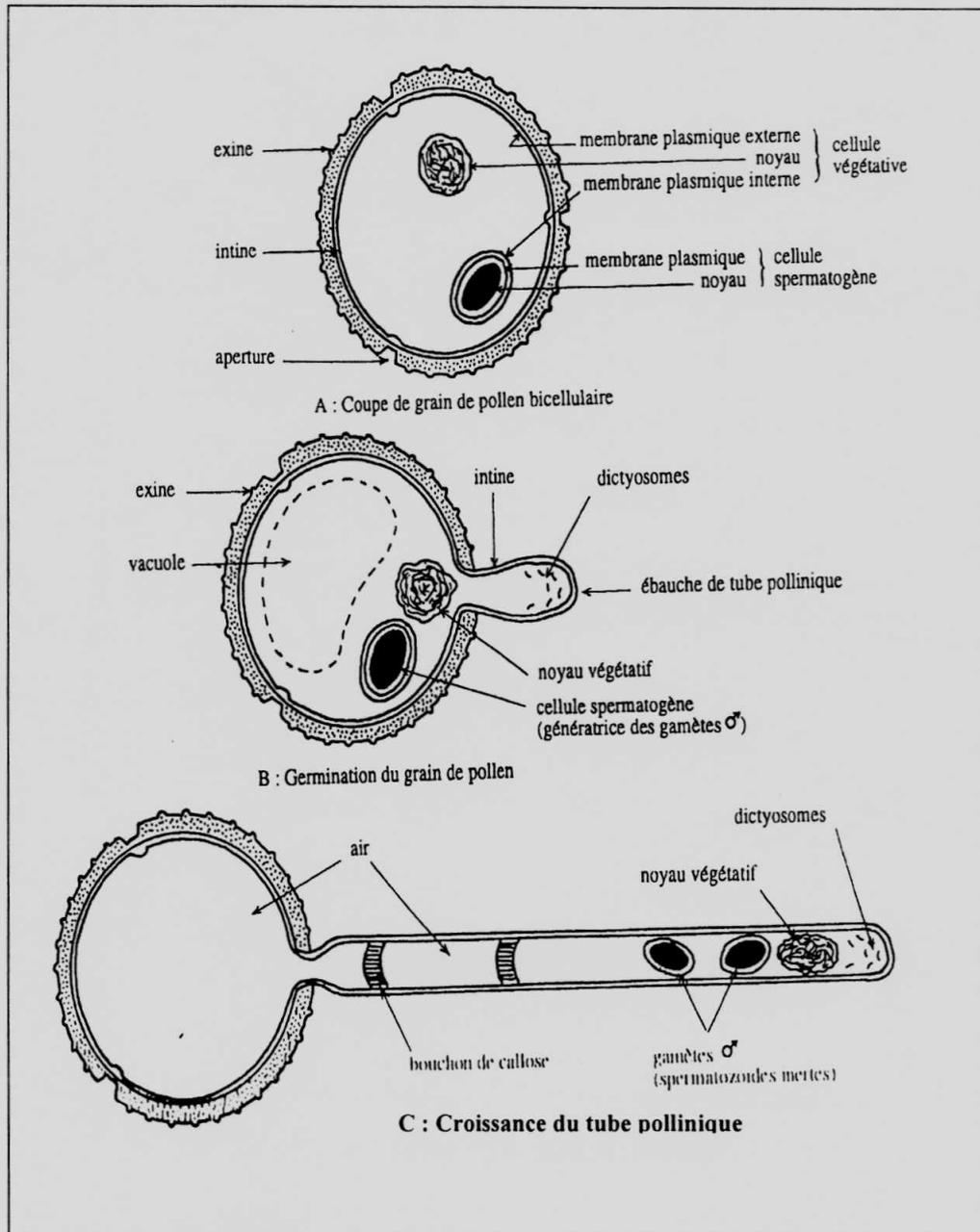
Tableau 2 : Composition chimique de grains de pollen

	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>
Eau	2	43
Amidon	0	16
Lipide	1,5	23,5
Cendre	2,3	7,7
Protide	10,3	24,4
Glucides		
Solubles :		
- Pantosanes	5	7,4
- Réducteurs	0,4	6,4
- Non réducteurs	0	7,8

Source : Mullenders, 1957.

Les cendres contiennent le fer ( $F_2O_3$ ), le sodium ( $Na_2O$ ), le magnésium ( $MgO$ ), le silicium ( $SiO_2$ ), l'aluminium ( $Al_2O_3$ ), le potassium ( $K_2O$ ), le phosphore ( $P_2O_5$ ), le titane ( $TiO_2$ ), le manganèse ( $MnO$ ), le calcium ( $CaO$ ).

La coupe de grain de pollen et sa germination ainsi que la croissance du tube pollinique sont donnés à la figure 4 :



**Fig. 4 : Du grain de pollen au tube pollinique**

## Chapitre II : MATERIEL ET METHODES

### 2.1. ETUDE DE LA VARIABILITE GENETIQUE.

#### 2.1.1. Matériel Végétal

Les variétés de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill) vendues au marché central de Kisangani ont fait l'objet de cette étude. La ville de Kisangani se trouve près de l'équateur entre 0° 30' de latitude Nord et 25° 16' de longitude Est. Son altitude est comprise entre 376 et 425m (Mate et al, 1994). Elle bénéficie d'un climat chaud et humide caractérisé par des températures élevées et constantes se situant autour de 25°C. Ce climat correspond à la sous classe Af dans la classification de Koppen. Son Sol est ferrallitique, constitué d'argile et du sable. La quantité moyenne de pluies annuelles atteint souvent 1800mm, entraînant ainsi la prolifération des maladies fongiques et d'insectes parasites (Nyakabwa, 1982, Upoki, 1997). Les données climatiques de la période d'essai sont présentées au tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3 : Principaux Facteurs climatiques de Kisangani

MOIS	CONDITIONS CLIMATIQUES				
	PRECIPITATIONS		TEMPERATURE°C		
	Qté mm	Nbre de jours	Max	Min	Moyenne
Février	134,7	6	31,1	21,3	26,2
Mars	86,1	7	32	20,5	26,2
Avril	168,3	12	30,3	21	25,6
Mai	255,6	8	33,5	20,3	26,9
Juin	77	6	31,2	21,4	26,3
Juillet	139,3	8	30,6	20,7	26,6
Août	124	6	30,1	20,6	25,3
Septembre	299,8	12	29,8	20,7	25,2

Source : Service météorologique, Département de Phytotechnie/IFA  
Yangambi 2007

Légende : Max = maximum .Min = minimum. Nbre : Nombre

Il ressort de ce tableau qu'au cours de notre culture expérimentale, la température a varié entre 20,3 et 35,5°C. La première culture s'est étendue de la fin du mois de Février 2007 au mois de juin 2007. Pendant cette période, on remarque que la quantité de pluie a été plus grande en mai 2007(255,6 mm) et la plus petite en juin 2007 (77 mm).

Pendant la seconde culture qui a débutée vers la fin du mois de juin 2007 pour prendre fin en septembre 2007, la quantité de pluie a variée entre 77 mm pour le mois de juin 2007 et 299,8 mm pour le mois de septembre 2007. La quantité moyenne en mm de pluie a été de 161,1 mm pour la première culture et 160 mm à la seconde culture. La température moyenne a été de 26,2 °C à la première culture et de 25,6°C à la seconde culture.

### **2.1.2. Méthodes**

Mille trois cent vingt deux (1322) fruits de tomates ont été achetés. Pour chaque fruit, les observations suivantes ont été effectuées :

- la couleur du fruit ;
- le nombre de loges séminales ;
- le poids du fruit ;
- la hauteur et largeur du fruit
- le nombre total de graines, comprenant celui de graines bien développées et mal développées ;
- l'indice de forme (IF) (Conti *et al*, 1981, Ignatova et Kvasnikov, 1981, Kanno et Kamimura, 1981, Krusteva *et al*, 1981, Lapushener et Frankel, 1981).

La couleur des fruits était observée à l'œil nu. Le poids des fruits était obtenu à l'aide de la balance de précision de marque Sartorius. Le nombre de loges séminales était compté après la coupe horizontale du fruit. La hauteur et largeur étaient mesurées par une latte millimétrée. Le nombre de graines était compté après la fermentation pendant au moins 24 heures dans le tube à essai. La forme de fruit était déterminée par l'indice de forme (I.F) obtenu par le rapport de la hauteur sur la largeur du fruit.

$$\text{IF} = \frac{\text{Hauteur du fruit}}{\text{Diamètre du fruit}} \quad (\text{Conti et al, 1981})$$

Ainsi, les fruits ont été groupés en trois séries :

- Fruits ronds :  $0,80 < \text{I.F} < 1,20$
- Fruits aplati :  $\text{I.F.} < 0,8$
- Fruits allongés :  $\text{I.F.} > 1,20$

La détermination des corrélations entre les différents paramètres analysés a été calculée à partir de la relation :

$$r_{xy} = \frac{N \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[N \sum x^2 - (\sum x)^2][N \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

Ainsi, si :

$r_{xy} \leq 0,20$ , la corrélation était considérée nulle

$0,30 \leq r_{xy} \leq 0,4$  la corrélation était considérée assez bonne

$0,50 \leq r_{xy} \leq 0,70$  la corrélation était considérée bonne

$0,80 \leq r_{xy} \leq 0,90$  la corrélation était considérée forte

$r_{xy} \leq 1$  la corrélation était considérée très forte (Frontier, 1985 ; Charlot, 1986).

Le coefficient de variation (CV) aussi appelée « dispersion relative » par rapport à l'écart type qui est une dispersion absolue était obtenue à partir de la relation :

$$CV = \frac{\sigma}{X} \times 100 \quad (\text{D' Hainaut, 1975})$$

Pour interpréter ces coefficients, nous nous sommes référés aux seuils de 15% et de 30% proposés par D'Hainaut (1975). Ainsi,  $CV \leq 15\%$  signifiait que la dispersion était faible, autrement dit, il n'existait pas de disparité entre les variables considérées.  $15 \leq CV \leq 30\%$  signifiait que les dispersions existaient mais n'étaient pas significatives.  $CV > 30\%$  signifiait que les dispersions étaient très fortes ou il existe des différences très significatives.

## 2.2. FERTILITE DES GRAINS DE POLLEN

### 2.2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal faisant l'objet de cette étude était constitué des différents phénotypes de la variété locale et quelques variétés étrangères : Carotina, Makis, Marmande, Opal, Roma. Les variétés étrangères sont représentées par les figures 5 à 10.



Fig.5 : Variété Carotina.



Fig. 6: Variété Makis.



Fig. 7: Fructification de la  
Variété Makis.



Fig.8: Variété Marmande.



Fig. 9 : Variété Opal.



Fig. 10 : Variété Roma.

## 2.2.2. Méthodes

### 2.2.2.1. Préparation de terrain et soins cultureux

Le champ ayant servi dans le cadre de ce travail se situait dans l'enceinte de la Faculté des Sciences. Au total deux semis ont été effectués, le premier à la date du 24 février 2007 dans un germoir pépinière abrité de 1,5 mètres de longueur et 2 mètres de largeur. Les graines ont été semées à une profondeur de 1 cm puis ont été recouverte d'un sol fin (Greensil, 1994). Les variétés locales ont été semées après 7 jours de semis des variétés étrangères. Au moment de la germination, la date de levée a été notée. Après 30 jours de végétation où chaque plantule avait au moins une longueur de 12 à 15 cm, le repiquage des plantules dans le champ à la date du 24 mars

2007. Le deuxième a eu lieu en date du 27 juin 2007 dans un gerموir pépinière ayant la même condition que celui de la première culture. Le repiquage a été fait en date du 26 juillet 2007, après 29 jours de végétation.

Au total 100 graines ont été semées dans le gerموir pépinière pour chaque variété. Le champ destiné à recevoir les plantules avait été préalablement aménagé. L'enrichissement du sol s'était fait à l'aide du fumier provenant de la porcherie. Le champ était constitué de 15 plates bandes ayant une surface de 5,5 mètres carrés chacune. Nous avons adopté le système randomisé. Au total 330 plantules ont été repiquées en raison de 30 par variété. L'espacement entre les plantules était de 50 x 50 cm. Pour ne pas semer des confusions, chaque plantule était numérotée. Quelques soins culturaux : le binage de sol, l'arrosage, le sarclage et le tuteurage étaient respectés.

#### **2.2.2.2. Recherche des conditions optimales de germination in vitro des grains de pollen.**

Pour rechercher les conditions favorisant la germination des grains de pollen in vitro, 4 séries de milieux de culture de Murashige et Skoog MS (1962) ont été préparées :

- Milieu gélosé saccharosé enrichi en macroéléments MS (2% Saccharose)
- Milieu gélosé saccharosé enrichi en micro-éléments MS ;
- Milieu gélosé saccharosé enrichi en vitamines MS ;
- Milieu gélosé saccharosé enrichi en régulateurs de croissance (AIA et BAP).

La composition détaillée du milieu MS est donnée au tableau 4.

Tableau 4 : Composition de milieu de Murashige et Skoog.

Composés chimiques		Concentration en	
		mg/l	μM
Macroéléments	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	1.650	20.650
	KNO <sub>3</sub>	1.900	18.810
	CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	440	2.990
	MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	370	1.500
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	400	2.970
Microéléments	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	6,18	100
	MnSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O	16,90	100
	ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	8,60	30
	KI	0,83	5
	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	0,24	1
	CoCl <sub>2</sub> .5H <sub>2</sub> O	0,024	0,1
	CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	0,025	0,1
Fer	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	27,80	100
	Na <sub>2</sub> . EDTA.2H <sub>2</sub> O	37,22	100
Antioxydant	Ac. Ascorbique	10,00	56,78
Vitamines	Glycine	2	-
	Thiamine	0,5	-
	Ac. nicotinique	0,5	-
	Pyridoxine	0,4	-
Régulateurs de croissance	AIA	0,17	1
	BAP		
	-Prolifération	2,25	10
	-Régénération	0,23	1
Source de carbone	Saccharose	30.000	87.642
Gélifiant	Agar	5.000	-
	ou gelrite	2.000	-

### **2.2.2.3. Ensemencement de grain de pollen**

Les grains de pollen ont été récoltés des fleurs entre 7 heures et 8 heures 30 minutes, puis ensemencées sur les différents milieux de culture ci haut.

L'observation au microscope photonique a été effectuée en vue de détecter la germination qui se traduit par l'émission de tube pollinique.

### **2.2.2.4 Dénombrement et mesure des longueurs de tubes polliniques.**

Le dénombrement des grains de pollen a consisté à compter tous les grains de pollen présents dans le champ microscopique tout en notant le nombre total des grains de pollen germés et non germés en vue de déterminer le taux de germination. La mesure de longueur des tubes polliniques des grains de pollen germés a été faite à l'aide du micromètre oculaire. Le facteur micrométrique a été déterminé en utilisant le micromètre oculaire par référence au micromètre objectif.

### **2.2.2.5. Analyse des données**

Pour déterminer l'indicateur de viabilité afin de comparer les différentes variétés de tomates étudiées nous avons recouru à la formule de (Mackiewicz et Dhed'a, 1985)

$$IV = \frac{A \times B}{1000}$$

Où IV= indicateur de viabilité

A= moyennes des grains germés

B= moyennes des longueurs de tubes polliniques en micron.

## Chapitre III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

### 3.1. LA VARIABILITE GENETIQUE DE LA FORME DES FRUITS.

#### 3.1.1. Formes et couleurs des fruits

Les résultats en rapport avec la diversité génétique en ce qui concerne la forme et la couleur des fruits sont illustrés par les figures 11 à 16.

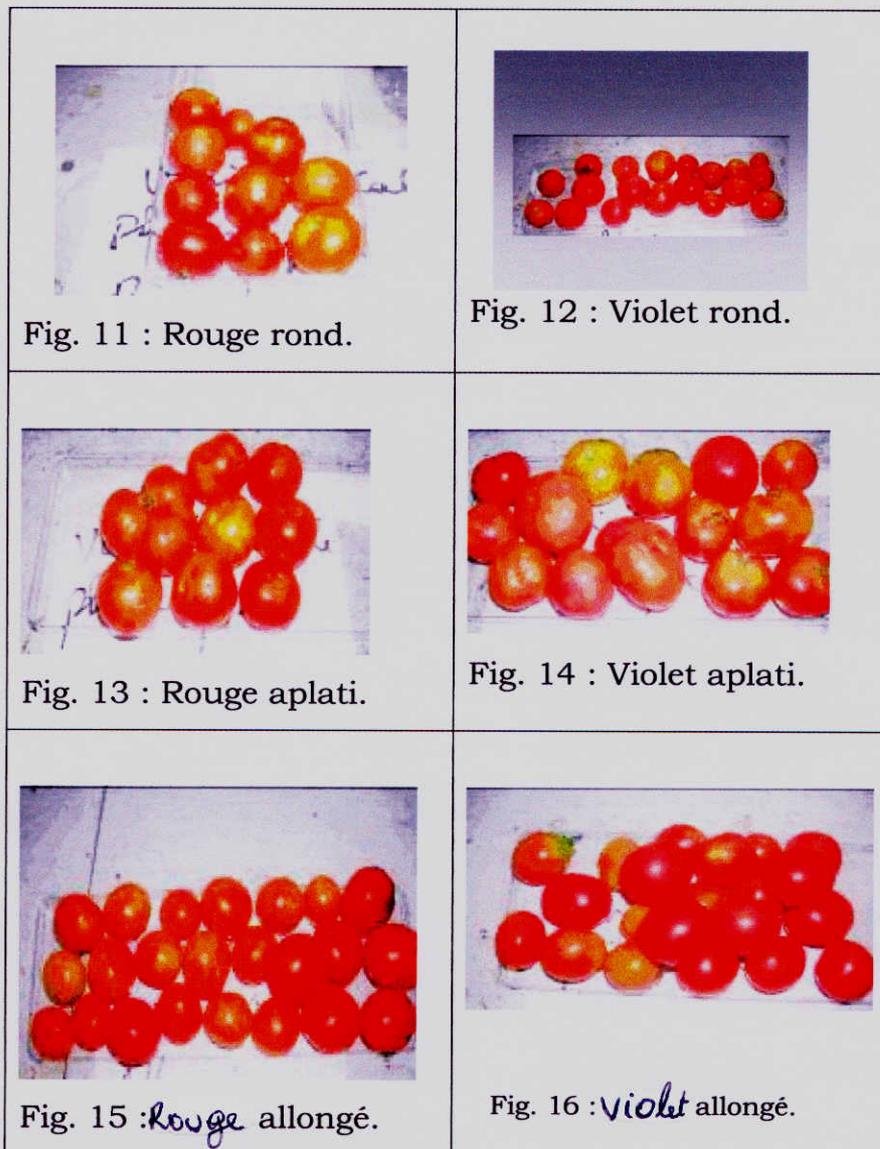


Figure 11-16: Formes et Couleurs des fruits des tomates locales (Kisangani).

Ces figures 11 à 16 montrent que les fruits de tomates vendus au marché de Kisangani sont de forme allongée, ronde ou aplatie. La fréquence des formes et couleurs des fruits sont données par la figure 17.

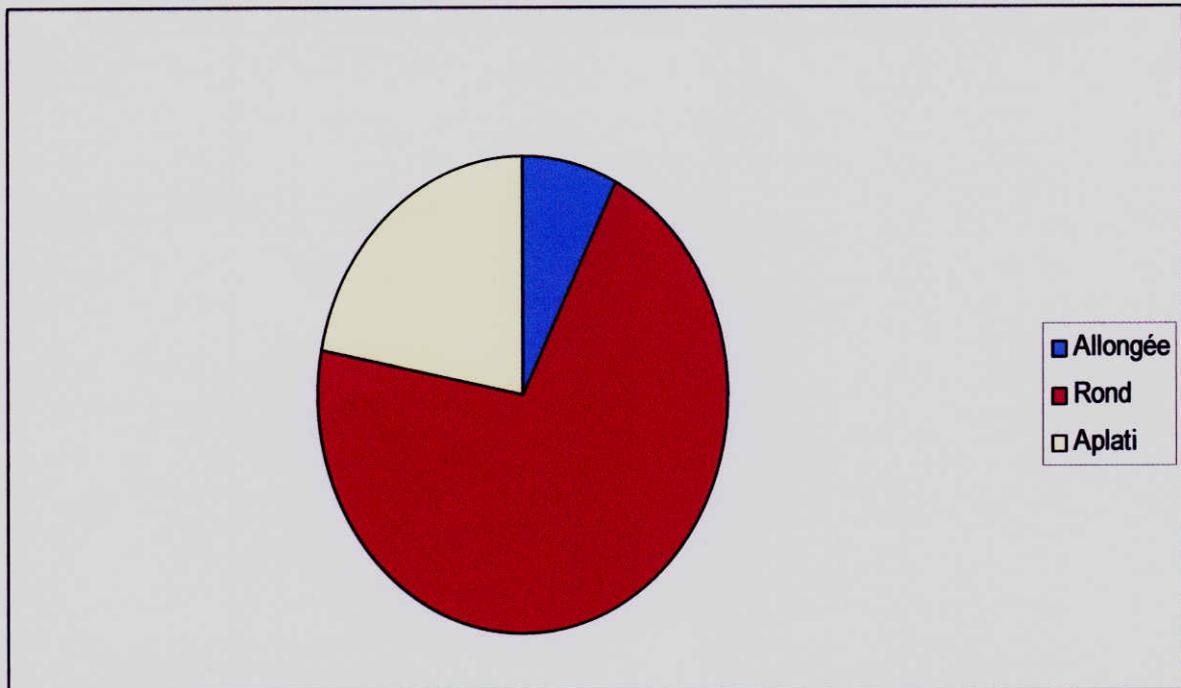


Figure 17 : Fréquence des formes des fruits.

Cette figure 17 illustre que la forme ronde (70,65%) est la plus rencontrée au marché central de Kisangani. La forme aplatie est représentée à 21,93% alors que la forme allongée est la moins représentée (7,41%). L'observation des figures 11 à 16 nous montre que les fruits vendus au marché de Kisangani peuvent être soit de couleur rouge ou violette. La fréquence des couleurs des fruits est illustrée à la figure 18.

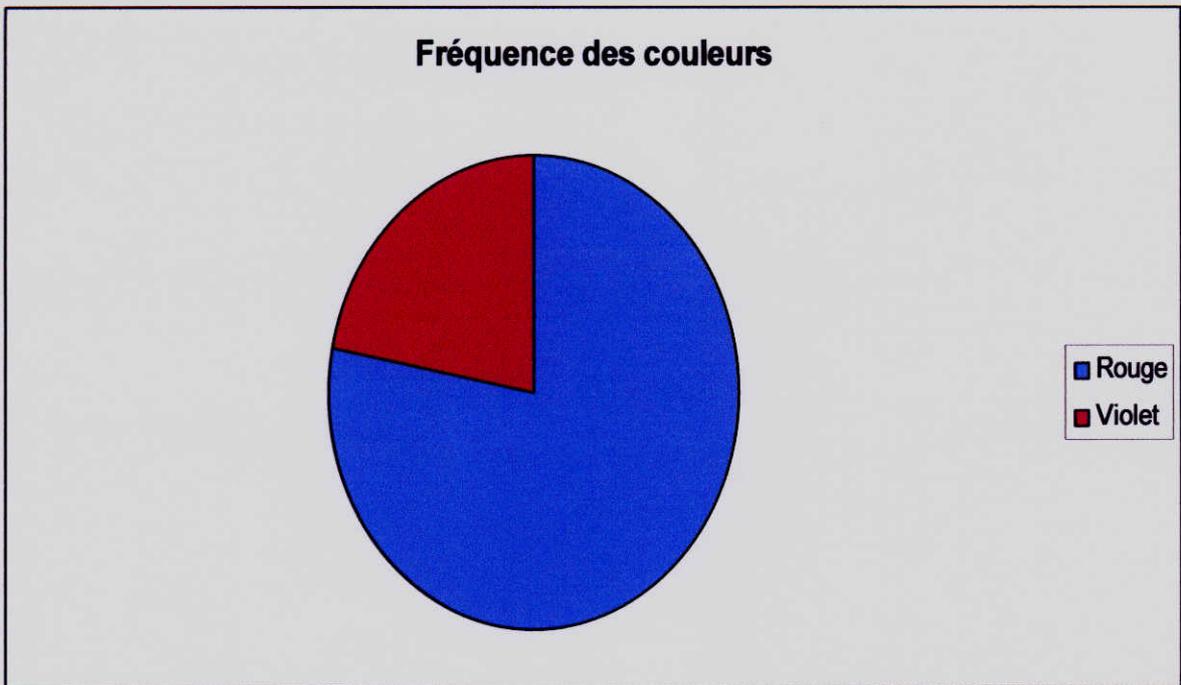


Figure 18 : Fréquence des couleurs des fruits des tomates étudiées.

Cette figure nous révèle que les fruits de couleur rouge sont plus fréquents (78,14%) que les fruits violets (21,86%).

La fréquence des formes et couleurs des fruits de tomates de Kisangani sont présentées à la figure 19 ci-après :

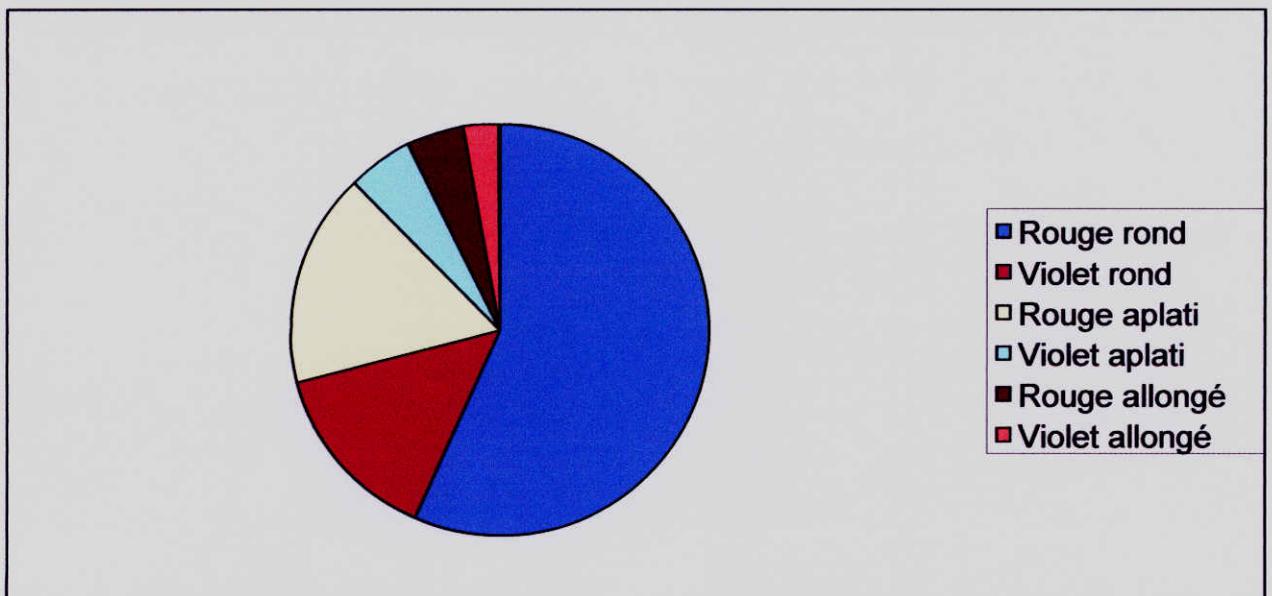


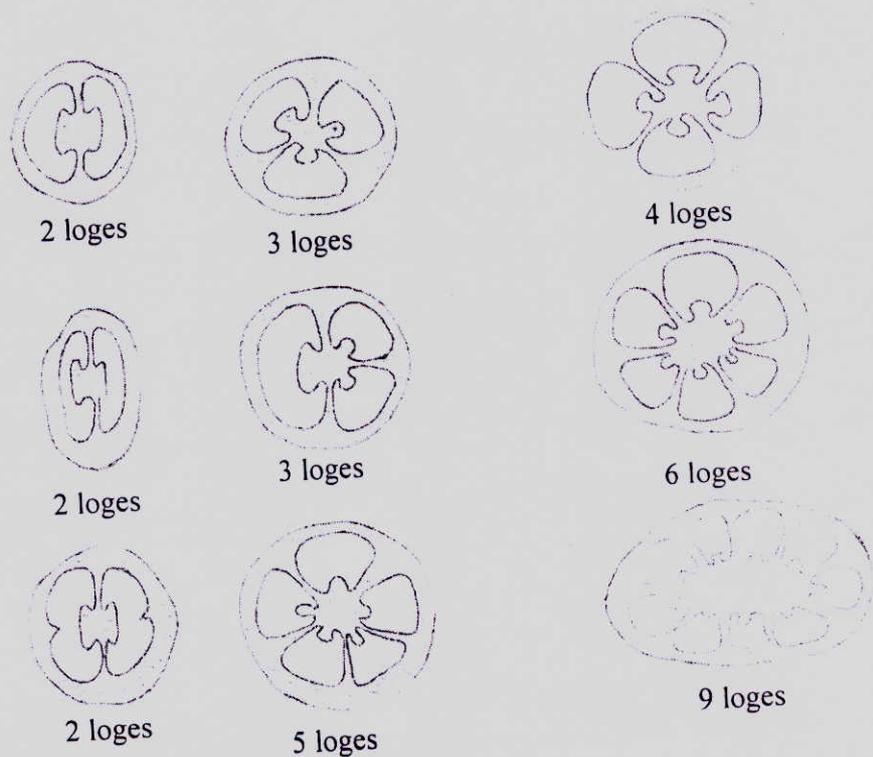
Figure 19 : Fréquence des formes et couleurs des fruits de tomates.

L'observation de la figure 19 révèle une importante variabilité génétique naturelle en forme et couleur. Dans la population des fruits analysés, il existe six phénotypes différents (rouge allongé, violet allongé, rouge rond, violet rond, rouge aplati, violet aplati). Le phénotype rouge rond prédomine (56,5%) sur le marché.

Par rapport à la collection de l'INRA (2005 en France), nous trouvons à Kisangani les fruits violets allongés et rouges allongés en forme de poire. Les fruits de couleur jaune ne sont pas observés. Selon Rick (1978), les couleurs autres que rouge sont contrôlées par un gène récessif spécifique.

### 3.1.2 : Nombre des loges

Le nombre des loges des fruits de tomates est illustré par la figure 20:



**Figure 20 :** Nombre de loges séminales observées chez les fruits de *L. esculentum* Mill à Kisangani.

Cette figure 20 montre que le nombre de loges peut varier de 2, à 9, pour toutes les variétés locales. Le nombre moyen des loges par fruit en fonction de la forme et couleur est présenté à la figure 21.

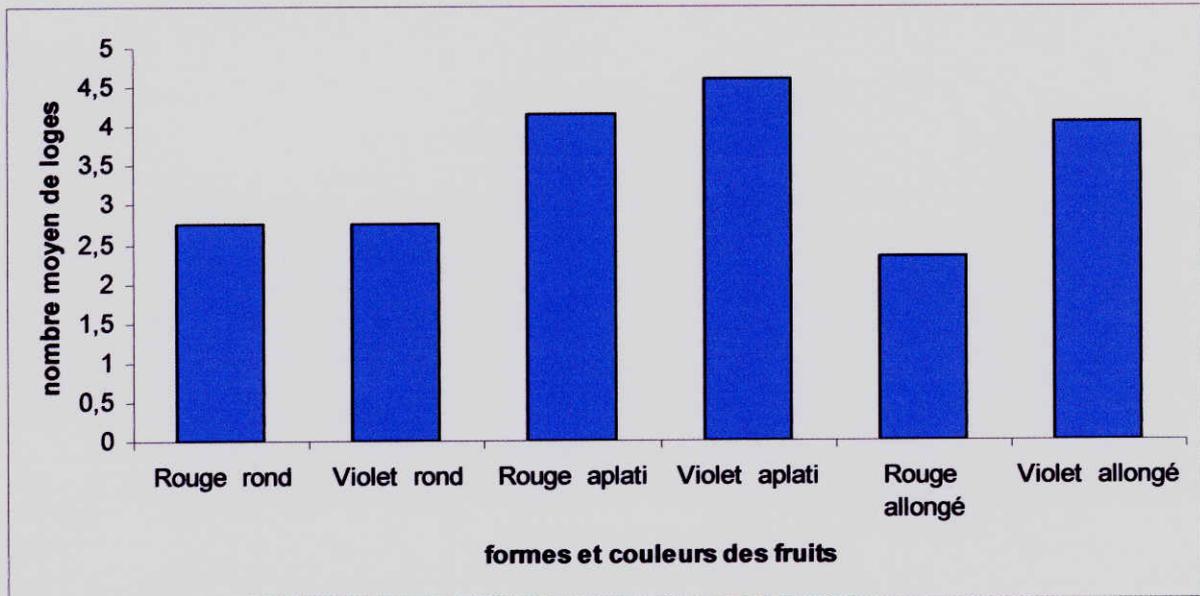


Figure 21 : Nombre moyen des loges séminales chez les formes des variétés de tomates étudiées.

Il ressort de l'observation de la figure 21 que le nombre de loges moyen varie de 2 à 5. Les fruits violets aplatis présentent le nombre des loges le plus élevé. Ensuite viennent les fruits violet allongés et rouge aplatis (4 loges). Les fruits rouges allongés sont ceux qui contiennent le moins de nombre des loges (2).

### 3.1.3. Poids moyens des fruits

Le poids moyen des fruits en fonction des formes et couleurs est illustré à la figure 22.

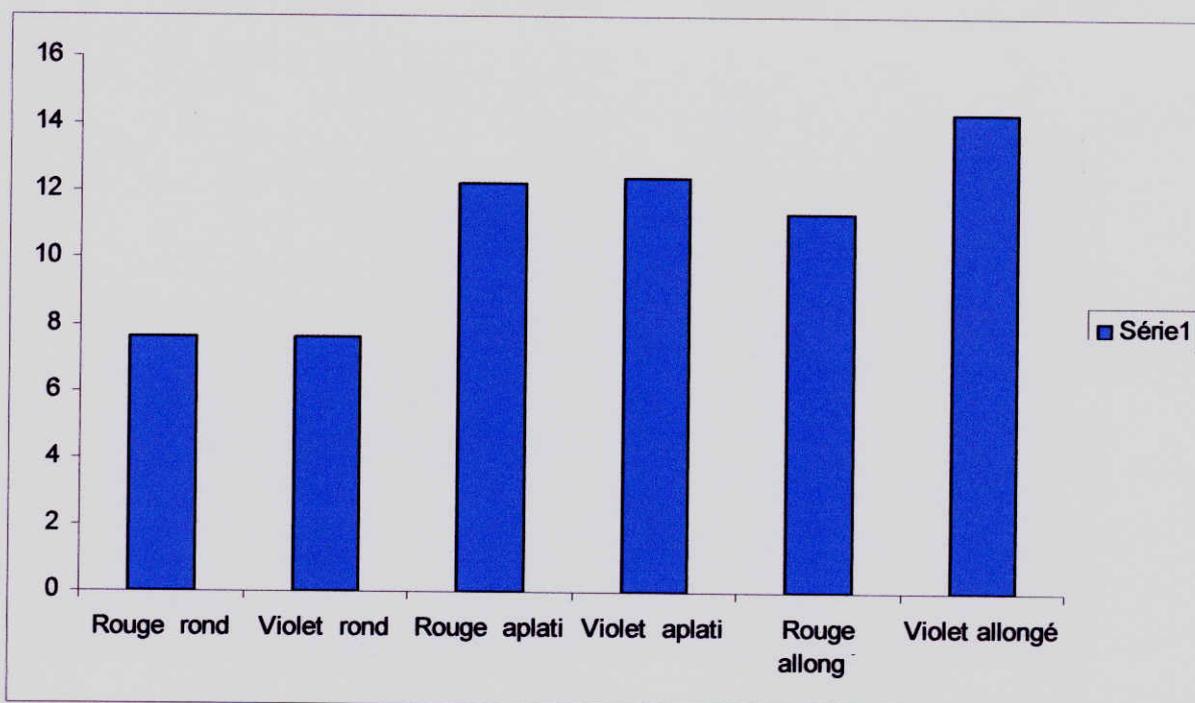


Figure 22 : Poids moyen (en gramme) des fruits de tomates des variétés locales..

Il ressort de cette figure 22 que les poids moyens des fruits vendus sur le marché de Kisangani varient entre 7,61 et 14,33g. Les tomates les plus lourdes ont été de la forme violet allongé (14,33) suivies de violet aplati (12,45g) et rouge aplati (12,25g). Conti *et al.* , (1981) considèrent les fruits des tomates dont le poids est inférieur à 20g comme étant les fruits de sous-poids. (Zuan, 1981 ; Dauple, 1981) considèrent les fruits dont le calibre est compris entre 57 et 77mm comme les fruits de calibre supérieur. Par rapport à cette échelle, les phénotypes de fruits locaux sont considérés de sous-calibres (< 57mm).

### 3.1.4. Nombre de graines

Les moyennes de graines totales et les proportions de graines bien développées et mal développées sont reprises dans le tableau 5.

Tableau 5: Nombres moyens des graines par fruit rencontré au marché central de Kisangani.

Phénotypes	Graines totales / fruit				Graines bien développées			Graines mal développées		
	N	X	± <b>σ</b>	CV (%)	NGT	NGBD	%	NGT	NGMD	%
Rouge rond	748	85,0	8,34	9,81	64473	61185	94,9	64473	3288	5,0
Violet rond	186	85,2	12,30	14,43	25054	23334	93,1	25054	1720	6,8
Rouge aplati	225	117,9	25,73	21,82	1000	966	96,6	1000	34	3,4
Violet aplati	65	114,2	35,70	31,26	14188	13285	93,6	14188	903	6,3
Rouge allongé	60	74,4	23,26	31,26	6976	6628	95,0	6976	348	4,9
Violet allongé	38	171,2	136,82	79,9	1614	1522	94,2	1614	92	5,7

Légende : NGT : Nombre Totales des Graines

NGBD : Nombre des graines bien développées

NGMD : Nombre de graines mal développées

Les données du tableau 5 montre que les formes violet allongé, rouge aplati, violet aplati contiennent plus de graines en moyenne que les autres. La forme rouge allongée contient moins de graines. Toutes les formes possèdent le pourcentage élevé en graines bien développées (93,1 - 96,6%). Tous les fruits de ces diverses formes ont un pourcentage faible de graines mal développées (4,9 - 6,8%). Une supériorité en graine totale et bien développée chez le phénotype violet rond

### 3.1.5. Indice de forme des fruits

L'indice de forme des fruits pour chaque phénotype de la tomate est consigné dans le tableau 6.

Tableau 6 : Indice de forme des fruits de différentes formes locales de la tomate.

Phénotype	Indice de forme			
	N	X	$\pm \sigma$	CV (%)
Rouge rond	748	0,92	0,8	88,8
Violet rond	186	0,96	0,1	16,6
Rouge aplati	225	0,65	0,07	5,4
Violet aplati	65	0,66	0,05	6,2
Rouge allongé	60	1,36	0,1	16,6
Violet allongé	38	1,47	0,3	18,7

Le tableau 6 montre un indice de forme supérieur (1,47) pour le phénotype violet allongé. Ensuite vient le rouge allongé (1,36) puis violet rond (0,96), rouge rond (0,92), violet aplati (0,66) et rouge aplati (0,65). L'indice de forme des fruits de différentes formes locales de la tomate correspond aux valeurs normales qui sont : de 0,8 à 1,20 pour la forme ronde, inférieur à 0,8 pour aplati et supérieur à 1,20 pour allongé, ce qui confirme réellement leur forme.

### 3.1.6. Etude de la corrélation entre les caractères

Les droites de régression entre les différents caractères sont illustrées par les figures 23 à 34.

#### 3.1.6.1. Corrélation entre le poids et le nombre de loges

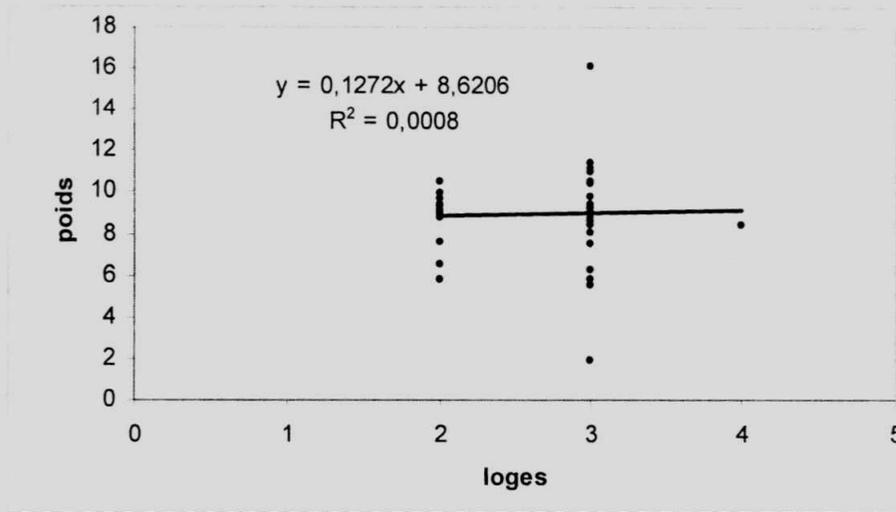


Figure 23 : Droite de régression de poids et loges pour la forme locale Rouge rond.

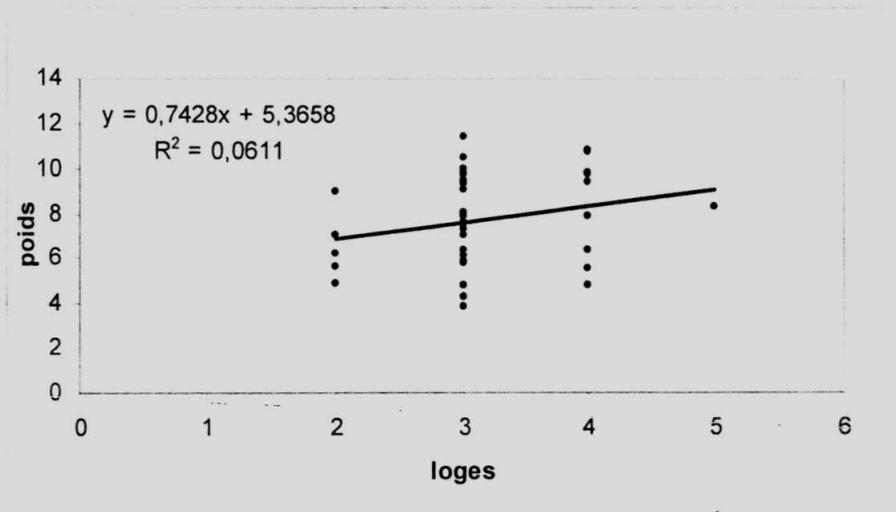


Figure 24 : Droite de régression de poids et loges pour la forme locale Violet rond.

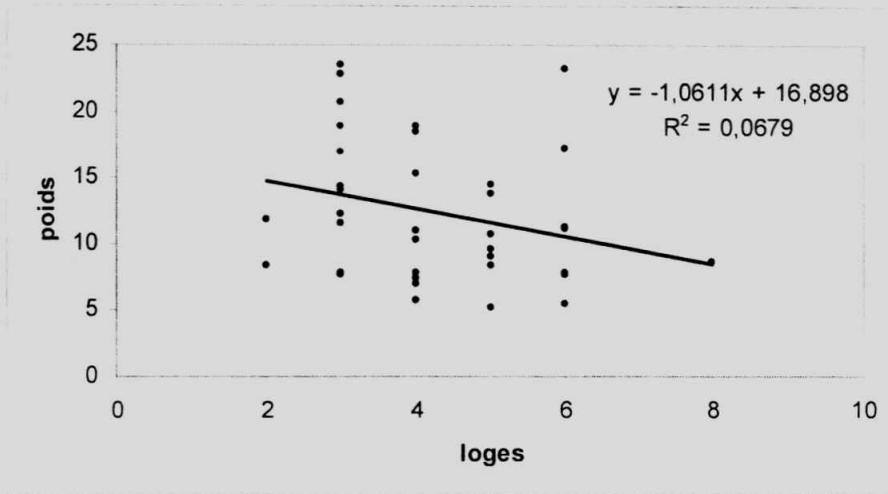


Figure 25 : Droite de régression de poids et loges pour la forme locale Violet aplati.

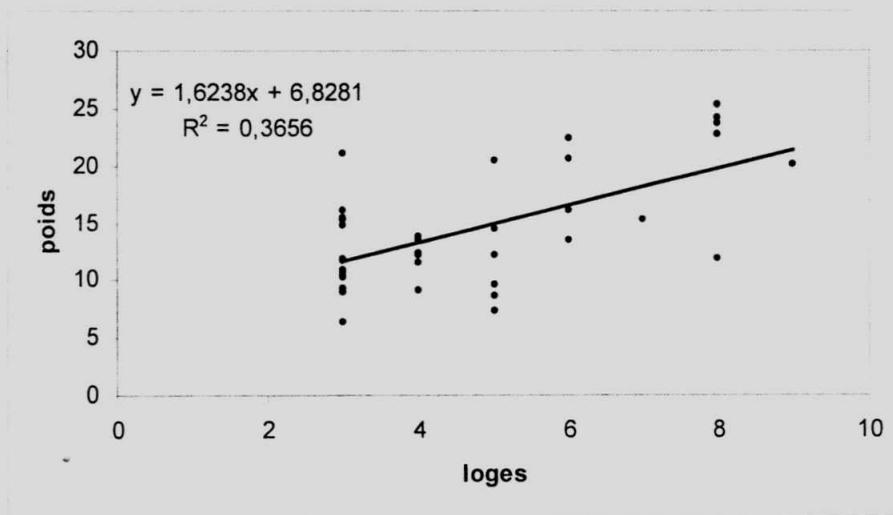


Figure 26 : Droite de régression de poids et loges pour la forme locale Rouge aplati.

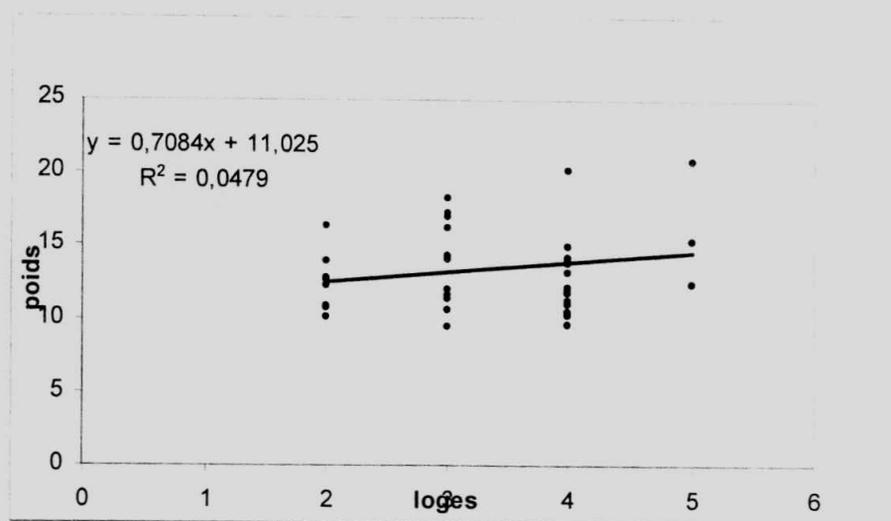


Figure 27 : Droite de régression de poids et loges pour la forme locale Violet allongé.

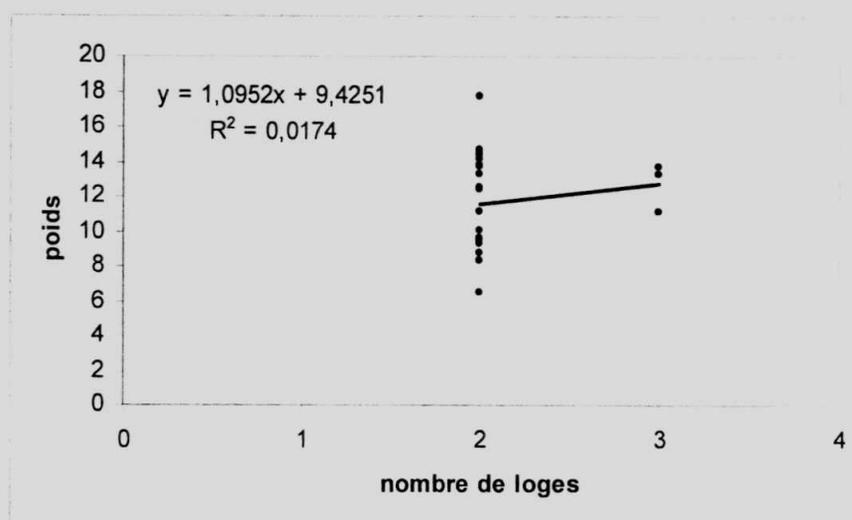


Figure 28 : Droite de régression de poids et loges pour la forme locale Rouge allongé.

Ces figures révèlent qu'il existe une liaison entre le poids et le nombre de loges pour toutes les formes, mais cette liaison a une intensité qui varie d'une forme à une autre. Par ailleurs, le coefficient de détermination est en général faible pour l'ensemble des formes, sauf pour le phénotype Rouge aplati où le poids est déterminé à 36,56% par le nombre de loges.

### 3.1.6.2. Nombre de loge et nombre total de graines

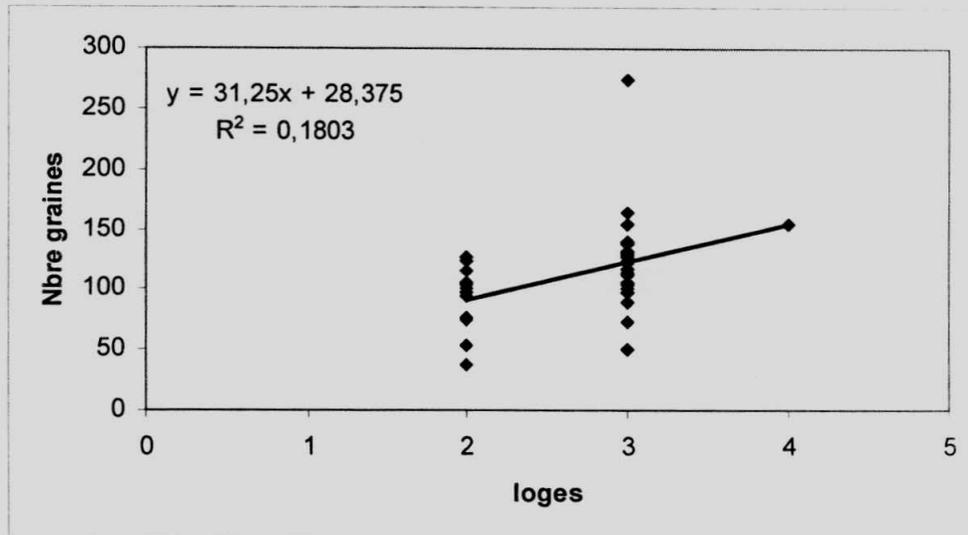


Figure 29 : Droite de régression entre le nombre de graines et loges pour la forme locale Rouge rond.

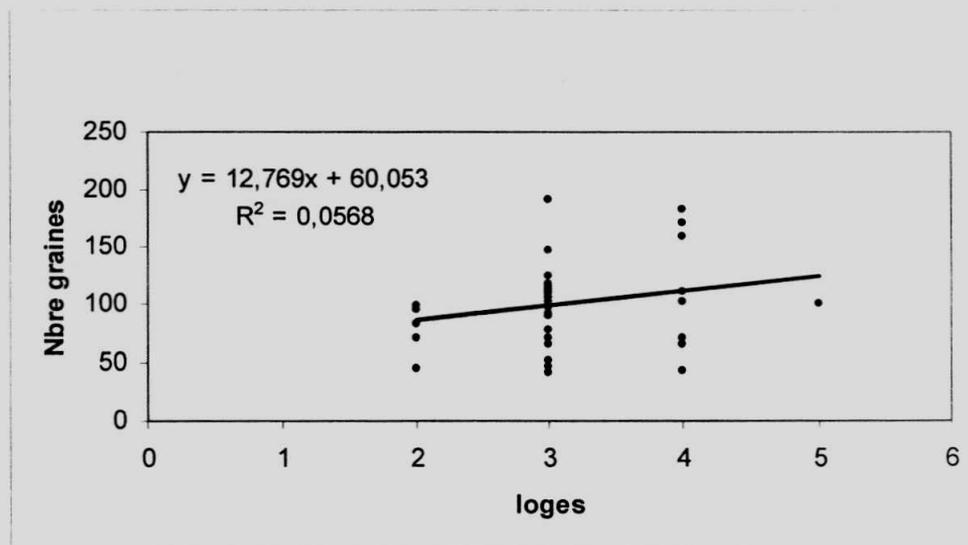


Figure 30 : Droite de régression entre le nombre de graines et loges pour la forme locale Violet rond.

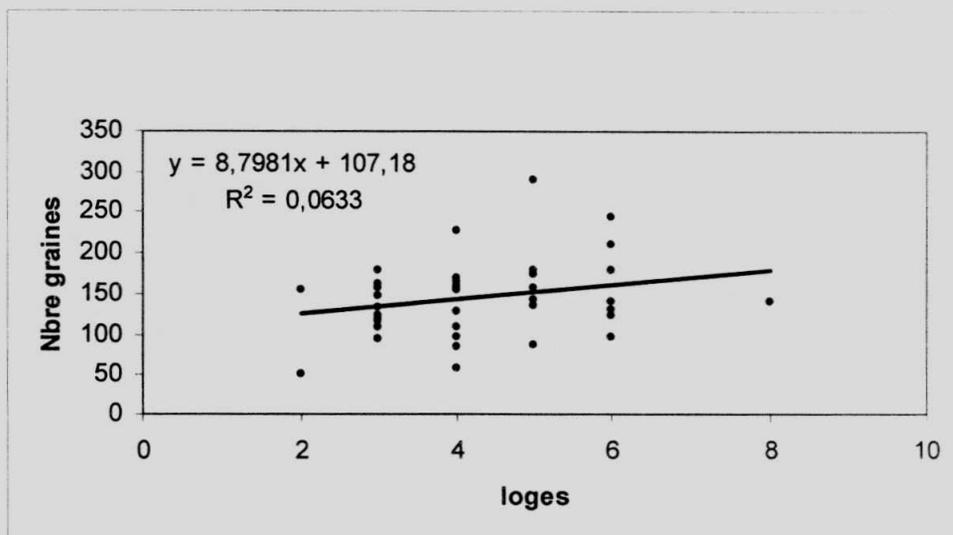


Figure 31 : Droite de régression entre le nombre de graines et loges pour la forme locale Violet aplati.

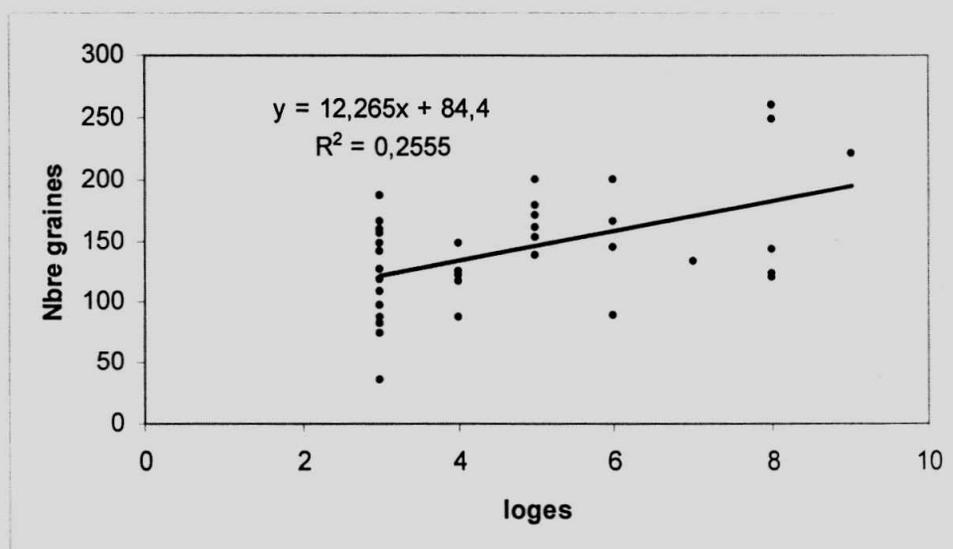


Figure 32 : Droite de régression entre le nombre de graines et loges pour la forme locale Rouge aplati.

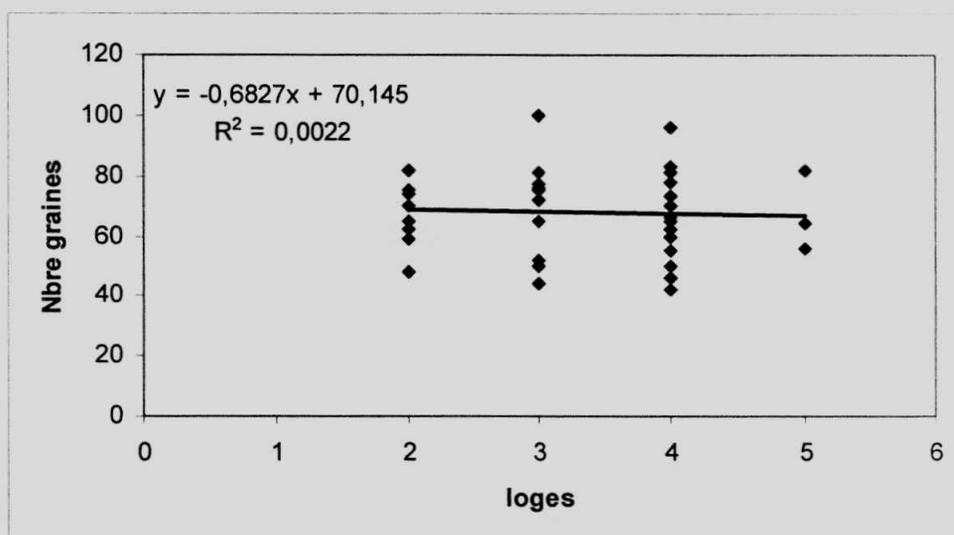


Figure 33 : Droite de régression entre le nombre de graines et loges pour la forme locale Violet allongé.

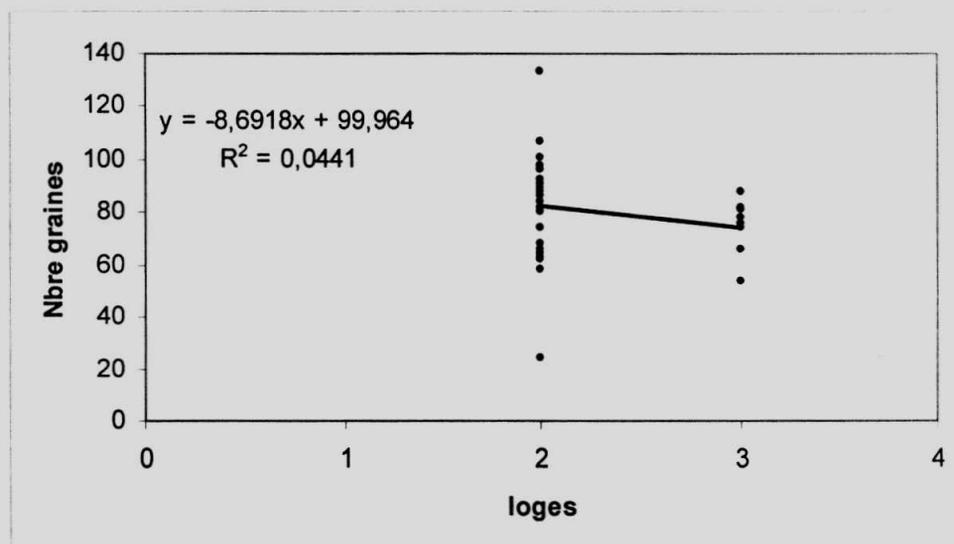


Figure 34 : Droite de régression entre le nombre graines de et loges pour la forme locale Rouge allongé.

Ces figures établissant la relation entre le nombre de graines en fonction de nombre de loges indiquent qu'il existe une liaison entre le nombre de graines et le nombre de loges chez les variétés locales. Par contre le coefficient de détermination est relativement faible sauf pour les

phénotypes Rouge rond et Rouge aplati ou le nombre de graines est déterminé respectivement à 18,03% et 25,55% par le nombre de loges.

### 3.2. FERTILITE POLLINIQUE

Le tableau 7 donne les résultats de germination *in vitro* de pollen obtenus pour différents milieux d'essais d'orientation expérimentés sur la forme locale Violet rond.

Tableau 7: Germination de pollen sur les différents milieux étudiés.

Milieux	Germination de pollen
M1	-
M2	+
M3	-
M4	-

Légende :

- : pas de germination

+ : germination

M<sub>1</sub> = Milieu gélosé saccharosé (2%) enrichi en Macroéléments ;

M<sub>2</sub> = Milieu gélosé saccharosé (2%) enrichi en Microéléments (0,062% Acide borique) ;

M<sub>3</sub> = Milieu gélosé saccharosé (2%) enrichi en Vitamine ;

M<sub>4</sub> = Milieu gélosé saccharosé (2%) enrichi en Régulateurs de croissance (1µM AIA + 1µM BAP).

Il ressort de l'observation de ce tableau 7 que le milieu contenant les microéléments de Murashige et Skoog (1962) permettent la germination des grains de pollen. Le milieu M<sub>2</sub> montre que, seuls l'acide borique à 0,062%, et le saccharose à 2% ont permis la germination *in vitro* des grains de pollen se traduisant par l'émission du tube pollinique. En effet, le Bore sous forme du composé « Acide borique » est sans doute le facteur

chimiotropisme responsable de l'émission du tube pollinique chez *Lycopersicon*. De ce point de vue, nos résultats corroborent ceux des autres auteurs qui signalent que le calcium et le Bore joueraient un rôle bénéfique pour la germination de pollen (Louveaux et Pesson, 1984).

### 3.2.1. Recherche de la concentration optimale de saccharose pour la germination de pollen.

Les pourcentages de germination, longueur du tubes polliniques et les indicateurs de viabilité aux différentes concentrations de saccharose sont consignés dans les figures 35,36 et 37 chez la forme locale violet rond.

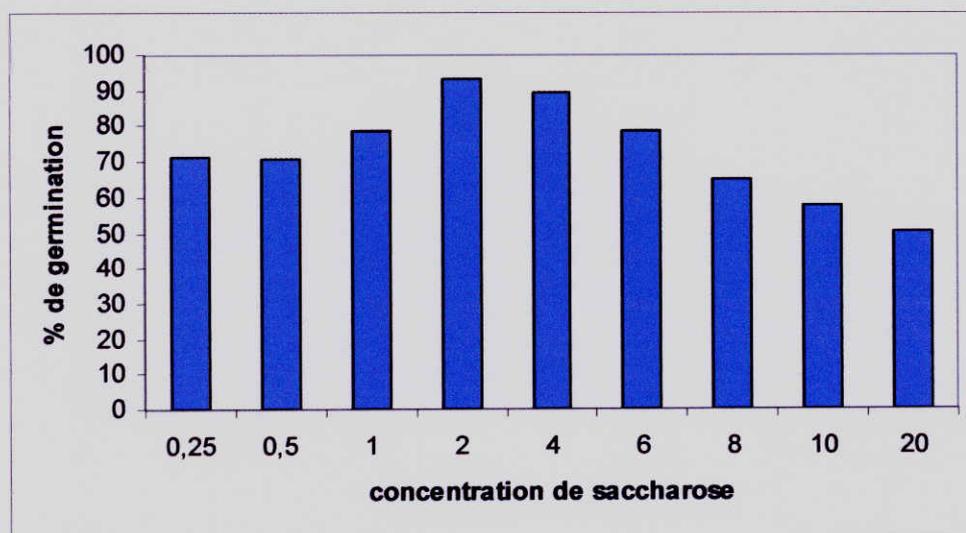


Figure 35 : Variation du pourcentage de germination aux différentes concentrations de saccharose (%).

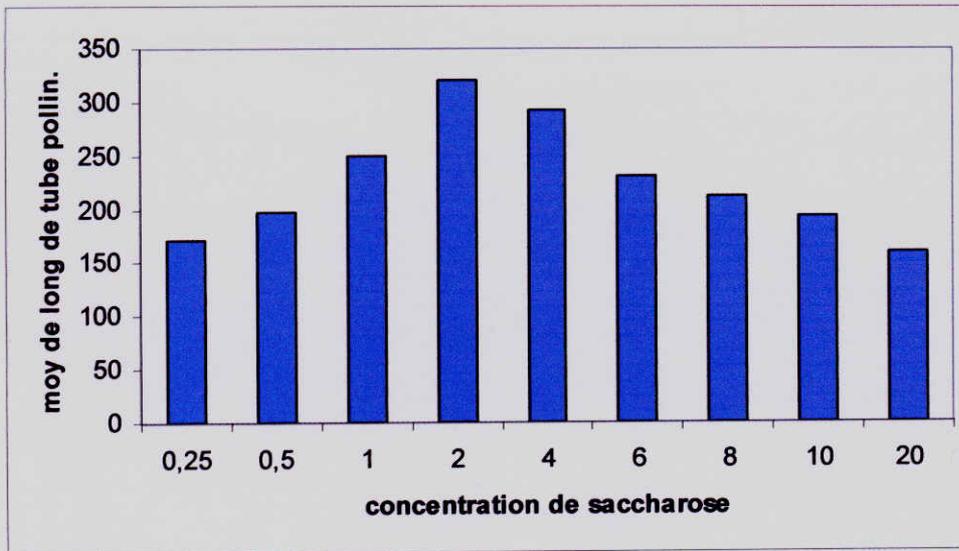


Figure 36 : Variation de la longueur de tubes polliniques (en  $\mu\text{m}$ ) aux différentes concentrations de saccharose.

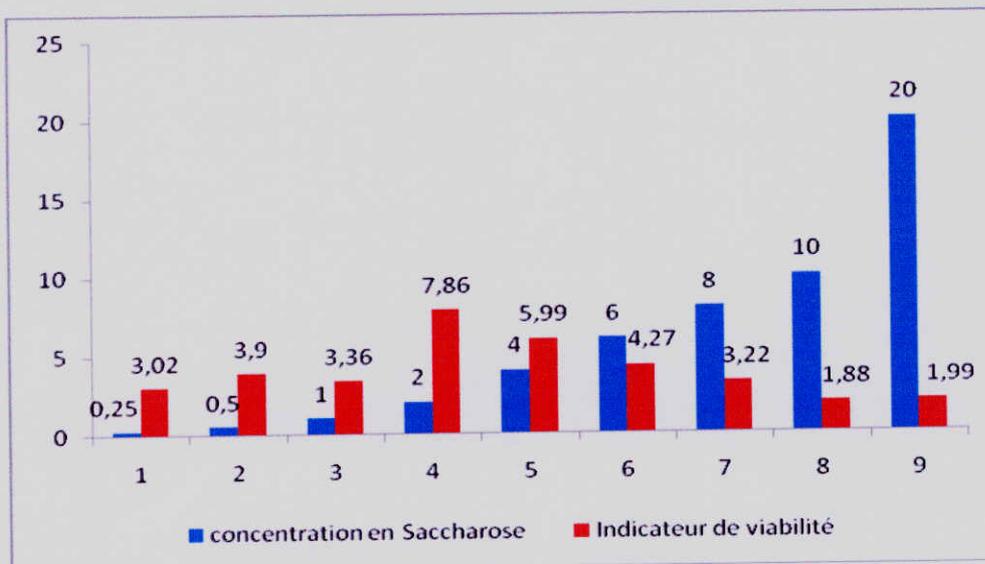


Figure 37 : Variation d'indicateur de viabilité aux différentes concentrations de saccharose.

En regardant les données des figures 35, 36 et 37 nous constatons que le % de germination, la longueur de tubes polliniques et l'indicateur de viabilité sont plus élevés à la concentration de saccharose 2%. A cette concentration, cette moyenne reste toujours élevée tant pour le nombre des grains de pollen germés que pour la longueur des tubes polliniques. Ces résultats se rapprochent de ceux obtenus par d'autres chercheurs pour différentes plantes cultivées. Scarlat (1978) a obtenu une

meilleure germination des grains de pollen de *Solanum lycopersicum*, *Soja hispida* et *Allium cepa* respectivement à 0,5% ; 2% et 10% de glucose.

Maisonneuve et Nijs (1984) ont étudié la germination de grains de pollen de quelques lignées de tomates en fonction de la croissance de la plante à diverses températures et ils ont obtenu une bonne croissance de grains de pollen après six heures d'incubation à 22°C. Dhed'a et Mackiewicz (1985) ont montré que les conditions optimales pour la germination *in vitro* des grains de pollen sont réalisées à 6% de saccharose pour *Psophocarpus tetragonalobus* (L) DC et à 20% pour *Psophocarpus scandens* (Endl) Verde.

### 3.2.2. Viabilité de pollen de différentes variétés

Les figures 38 est 39 reprennent les indicateurs de viabilités des différentes variétés étudiées au cours de la première et de la deuxième culture.

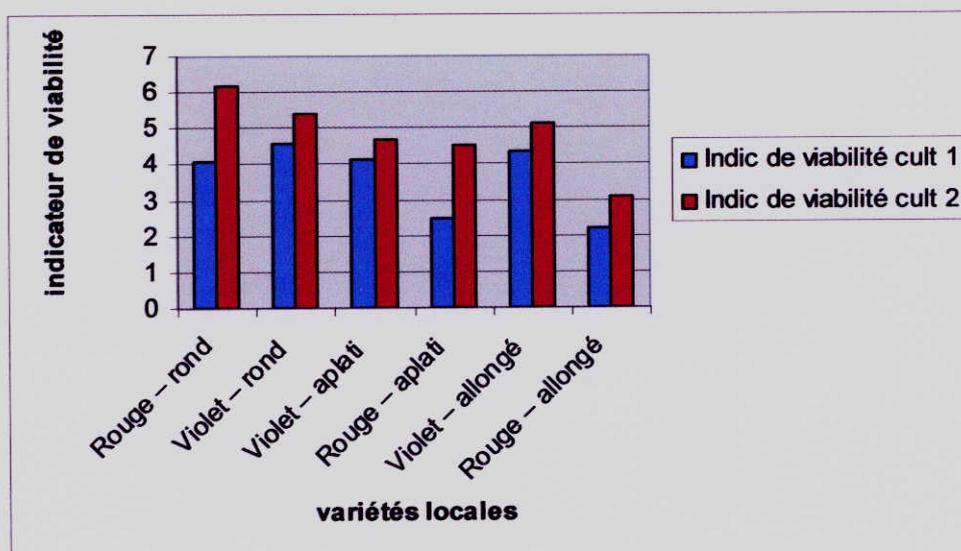


Figure 38 : Indicateur de viabilité de variétés locales.

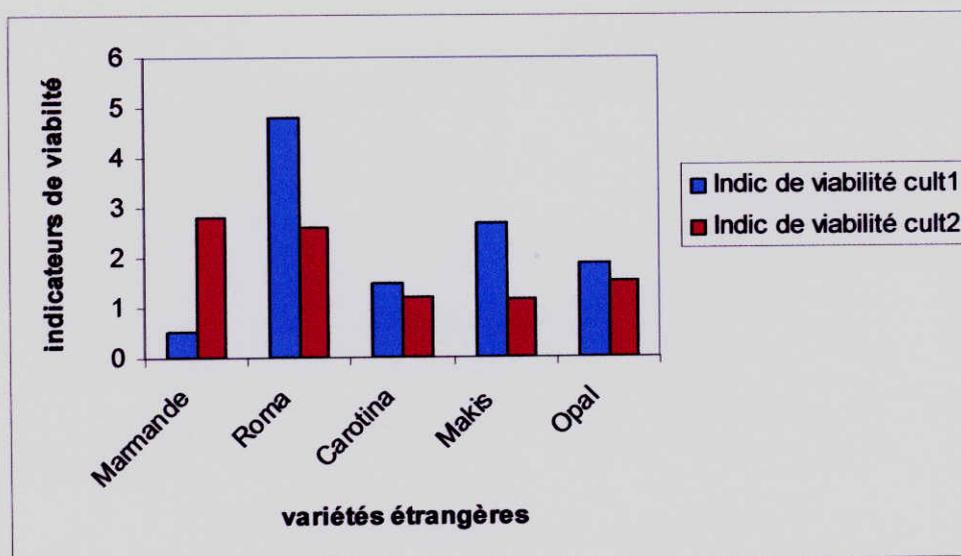


Figure 39 : Indicateur de viabilité des variétés étrangères.

Les figures 38 et 39 montrent que les variétés locales (Rouge ronde, violet rond, violet allongé) et la variété étrangère Roma ont un indicateur de viabilité se situant autour de 4 plus élevé que les autres formes à la première génération. Les phénotypes (Rouge aplati et rouge allongé) de la variété locale ainsi que les variétés étrangères (Makis, Opal) possèdent un indicateur de viabilité autour de 2.

Ces différences seraient imputables au caractère génétique propre à chacune des variétés. Tous les phénotypes de la variété locale possèdent un indicateur de viabilité presque similaire sauf la forme rouge aplati et rouge allongé qui possèdent des indicateurs de viabilité inférieure aux autres.

L'analyse de la deuxième culture montre une augmentation de la valeur d'indicateur de viabilité pour toutes les formes locales (3,1 à 6,2) et une baisse pour toutes les variétés étrangères hormis Marmande. Cette augmentation de la valeur d'indicateur de viabilité pour les phénotypes locaux serait due à un meilleur choix des lignées à la première génération et aux variations climatiques. La quantité moyenne en mm de pluie a été de 161,1 mm pour la première culture et 160 mm à la deuxième culture. Par contre la température moyenne a été de 26,2°C à la première culture et de 25,6°C à la deuxième culture. Alors que la baisse chez les variétés étrangères

pourrait être causée par une diminution des potentialités génétiques pour les hybrides Makis, Opal (Lints, 1987) et les lignées. L'amélioration de cette valeur d'indicateur de viabilité chez Marmande peut être expliquée par les ségrégations génétiques. Ces résultats indiquent également que les formes locales (rouge rond, violet rond, violet aplati, rouge aplati, violet allongé et rouge allongé) ont un indicateur de viabilité plus élevé que les variétés étrangères (Marmande, Roma, Carotina, Makis et Opal) à la deuxième culture.

### 3.2.3. Fertilité des fleurs en fonction de leur position sur la plante.

Les résultats moyens des indicateurs de viabilité des différentes fleurs produites suivant leur position sur les plantes des différentes variétés au cours de deux cultures sont illustrés aux figures 40 et 41. Les différentes valeurs de chaque culture sont reprises dans les tableaux 8 et 9 en annexe.

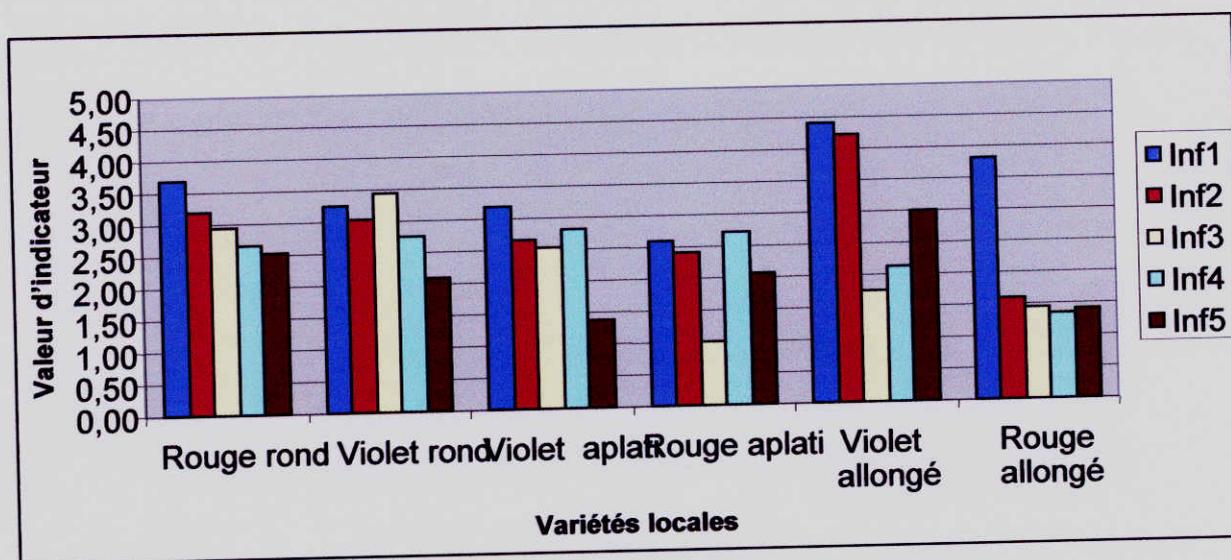


Figure 40 : Moyenne des indicateurs de viabilité des différentes fleurs produites suivant leur position sur la plante pour les variétés locales au cours de deux cultures.

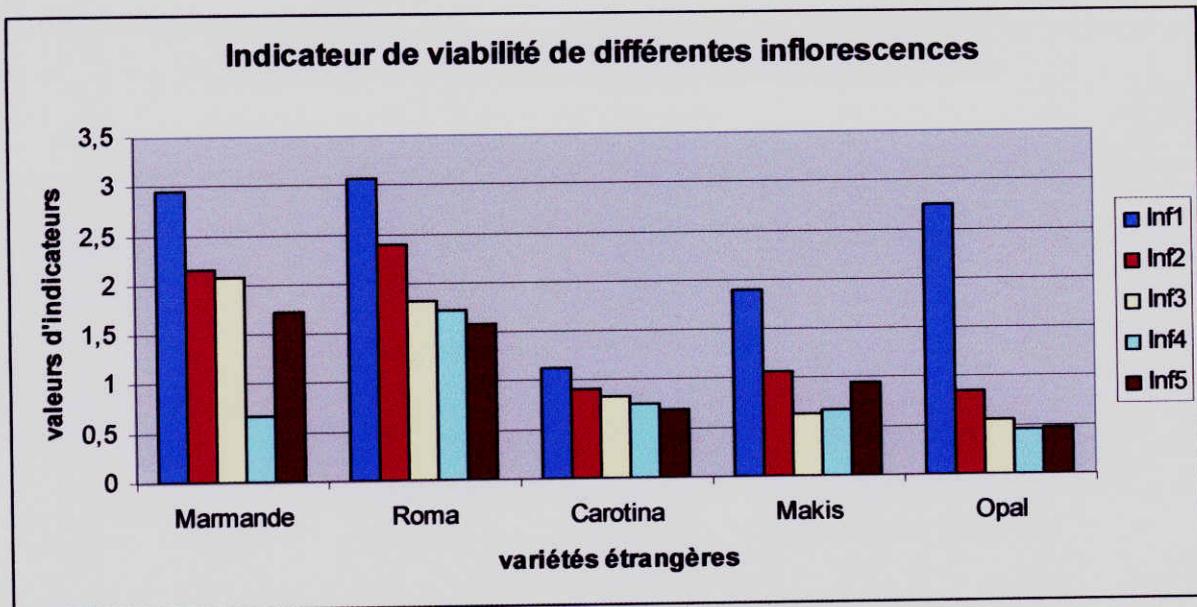


Figure 41 : Moyenne des indicateurs de viabilité des différentes fleurs produites suivant leur position sur la plante pour les variétés étrangères au cours de deux cultures.

Il ressort de l'observation des figures 40 et 40 que la fertilité décroît de bas vers le haut pour les formes locales Rouge rond et Rouge allongé et chez presque toutes les variétés étrangères. Les variétés locales Violet rond, violet aplati, rouge aplati et Violet allongé ne présentent aucune tendance. Ces résultats montrent qu'il serait plus intéressant d'effectuer le croisement avec les premières fleurs formées.

Cette constatation expliquerait certains échecs de croisement observés en utilisant les plantes d'âges différents notamment entre une variété précoce (variétés locales) et une variété tardive (variétés étrangères). Les différences de résultats constatés par l'étude de fertilité des fleurs chez une même plante confirme dans une large mesure l'hypothèse de Rabiet (1986) qui souligne que la production du pollen par fleur chez une même plante est variable et que plusieurs facteurs interviennent pour prononcer cette différence (âge de la plante, vigueur, éclaircissement).

## Chapitre IV : CONCLUSION

L'analyse des fruits de la tomate locale (*L. esculentum* Mill) à Kisangani (1322 fruits) a permis de constater qu'il existe une importante variabilité morphologique au sein des variétés locales. Celle-ci est caractérisée par la diversité de couleur, de formes et de nombre de loges. Les tomates de Kisangani sont de faibles poids (inférieure à 20 grammes).

L'ensemble d'analyses effectuées a montré que les fruits peuvent être rouges ou violets, ronds, aplatis ou allongés. Les phénotypes observés sont rouge rond, violet rond, rouge aplati, violet aplati, rouge allongé et violet allongé. Le nombre de loges varie entre 2 et 5 et atteint parfois 6 ou 9. Les fruits allongés sont le plus souvent ceux à 2 loges tandis que les fruits aplatis ont 4 ou 6 loges, alors que les fruits ronds possèdent le plus souvent 3 loges.

L'étude de la fertilité pollinique *in vitro* de quelques variétés de tomates a indiqué que les meilleures conditions pour la germination de grains de pollen sont réalisées à 20 grammes par litre de saccharose, 0,62 gr/l d'acide borique et 1 gr/l de gélose. Toutes les variétés étudiées possèdent un indicateur de viabilité intéressant à l'exception des variétés étrangères (Carotina, Marmande, Opal) et des formes rouge aplati, rouge allongé des variétés locales. Cela peut expliquer la faible production des variétés étrangères dans les conditions de kisangani.

Quant à la fertilité de différentes fleurs analysées suivant leur position sur la plante, elle est généralement décroissante de bas vers le haut. Les premières fleurs produites accusent un pourcentage de fertilité plus grand que celles qui suivent les premières floraisons.

L'ensemble de ces résultats expliqueraient certains échecs de fertilisation lors de croisement entre les variétés des tomates et montre l'importance de choix de la fleur servant pour le prélèvement des grains de pollen. Il peut permettre d'établir des schémas des croisements avec une plus grande chance de réussite, pour une sélection des variétés de tomates adaptées aux conditions écologiques de Kisangani et ses environs.

A l'issue de ce travail, nous suggérons, toutefois, que les efforts soient fournis pour une plus grande connaissance de la diversité des tomates locales de la région de Kisangani comme source potentielle de caractères agronomiques intéressants (adaptation et précocité). La forme violet allongé qui est rare sur le marché de Kisangani devrait être entretenue et conservée. Il sera aussi souhaitable que les essais des hybridations soient effectués pour l'obtention de nouvelles variétés de tomates adaptées aux conditions écologiques de Kisangani et ses environs.

## BIBLIOGRAPHIE

- ANAIS G., 1988 : Utilisation de la résistance variétale dans la lutte contre le flétrissement de la tomate, *Pseudomonas solanacearum* E.F Smith. Bulletin technique d'information du ministère de l'agriculture, N°409-411 : pp 449-452.
- Associations des palynologues de langue française, 1974 : Pollen et Spores d'Afrique tropicale. Travaux et documents de géographie tropicale, CNRS, n°16, Talence, 282p.
- AUBERT S., 1981 : Tomatine et saponines stéroïdiques participant à la qualité organoleptique des produits de la tomate. In génétique et sélection de la tomate, éd. INRA, pp 171-178.
- BECKMANN J.S., SOLLER M, 1986: Restriction fragment length polymorphisms and genetic improvement of agricultural species. *Euphytica* ; 35 : pp11-24.
- BOUHARMONT J., 1981: Amélioration des plantes. Université Catholique de Louvain, Louvain-la-neuve, Belgique. pp56-92
- BOUKEMA I. W., 1981: Races of *Cladosporium fulvum* Cke (*Fulvia fulva*) and genes for resistance in the tomato. In génétique et sélection de la tomate, INRA, pp 287 - 292.
- BOUTHERIN et BRON, 1989 : Multiplication des plantes horticoles, technique et documentation-Lavoisier, Paris. pp 89-115.
- CAUSSE M., BURET M., ROBINI K., VERSCHAVE P., 2003: Intendance of nutritional and sensory quality traits in fresh market Tomato and relation to consumer preferences. *J. Food Sci.* N°68, pp2342-2350.
- CAUSSE M., CARANTA C., SALIBA-COLOMBANI V., MORETTI A., DAMIDAUX R, ROUSSELLE P., 2000 : Valorisation des ressources génétiques de la Tomate par l'utilisation de marqueurs moléculaires. *Cahiers Agricultures* 9 pp197-210.

- CAUSSE M., SALIBA-COLOMBANI V., LE COMTE L., DUFFE P., ROUSSELLE P., BURRET M., 2002 : J. exp. Bot. N°53, pp 2089-2098.
- CIRAD - GRET, 2006: Memento de l'agronome. CIRAD, Paris, 1691p.
- CIRULLI M., CICCARESE F., 1981: Factors affecting the expression of polygenical and monogenical resistant tomatoes to *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*. In génétique et sélection de la tomate, INRA, pp 22 - 28.
- CONTI S., LEONI C., MONTI L.M., SILVERSTRI G.P., 1981 : Une méthode d'évaluation de la tomate de conserve. In génétique et sélection de la tomate, INRA, pp 65 - 74.
- CUARTERO J., PALOMARES G., BALASH S., NUEZ F., 1981: Tomato fruit cracking under plastic-house and in the open air II - General and specific combining abilities. In génétique et sélection de la tomate, INRA, pp 91 - 98.
- CYBULSKI C., HUZARSKI T., GORSKI B., MASOJC B., MIERZEJEWSKI M., DEBNIAK T., GLINIEWICZ B., MATYJASIK J., ZLOWOCKA E., KURZAWSKI G., SIKORSKI A., POSMYK M., SZWIEC M., CZAJKA R., NAROD SA., LUBINSKI J., 2004 : A novel founder CHEK2 mutation is associated with increased prostate cancer risk, cancer Res. 64 (8) : 2677-9.
- DAGNELIE P., 1975 : Théorie et méthodes statistiques, vol.2, les presses agronomiques de Gembloux, Gembloux, 463p.
- DANESH D., YOUNG N.D., 1994: Partial resistance loci for Tomato bacterial wilt show differential race specificity. TGC report, N°44: pp 12-13.
- DASKALOFF C., KONSTANTINOVA M., 1981: The inheritance of some quantitative characters determining tomato fruit quality in view of developing high quality lines and cultivars. In génétique et sélection de la tomate, INRA, pp 121 - 128.
- DAUPLE P., 1981 : Production de tomates sous serres et abris en France. In génétique et sélection de la tomate, INRA, pp 23 - 30.

- DELANNAY X., LA VALLEE B.J., PROKSCH R.K., FUCHS R.L., SIMS S.R., GREENPLATE J.T., MARRONE P.G., DODSON R.B., AUGUSTINE J.J., LAYTON J.G., FISCHOFF D.A., 1989 : Field performance of transgenic Tomato plants expressing the *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki insect control protein. *Bio/Technology*, 7 : 1265p.
- DELANNOY, 2001 : Légumes : Tomate. In Raemaekers, R.H.ed.Agriculture en Afrique., Bruxelles, pp 503-512.
- DE LEENER et DUPRIEZ H., 1983 : Agriculture tropicale en milieu paysan africain. Editions terres et vie, Belgique. pp 102-155.
- DHED'A et MACKIEWICZ H., 1985 : Germination in vitro des grains de pollen de *Psophocarpus tatragonolobus* (L) DC *Psophocarpus scandens* (Endl) Verde, Ann. Fac. Sc. UNIKIS, N°3, pp 9-14.
- FARLEY J. D., 1981: Fusarium crown and root rot review. In génétique et sélection de la tomate, INRA, pp 297-298.
- FAO, sd : Valorisons la diversité de la nature, 24 p.
- FERRARI V., VITELLI G., COSTANTINI N., UNCINI L., 1981 : Perspectives de culture et de commercialisation de nouveaux hybrides de tomate à fruits ronds, lisses, fermes et de longue conservation. In génétique et sélection de la tomate, INRA, pp 139 - 152.
- GANN P., MA J., GIOVANNUCI E., WILLET W., SACKS F.M., HENNEKENS C.H., STAMPFER M.J., 1999: Lower prostate cancer risk in men with elevated, Lycopene levels: results of a prospective analysis. *Cancer res.* 59: pp 1225-1230.
- GIOVANNUCI E., CLINTON S.K, 1998: Tomatoes, Lycopene, and prostate cancer. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 218: pp 129-139.
- GIOVANNUCI E., 1999: Tomatoes, tomato-based products, Lycopene, and cancer: review of the epidemiologic literature. *J. Natl. Cancer inst.*, 91: pp 317-331.
- GREENSIL, T.M., 1994: Garden in tropics London. pp 27-30.

- GRIMBLY P. E., 1981: Variation in the cytoplasm of wild and cultivated tomatoes. In génétique et sélection de la tomate, INRA, pp 229-233.
- GUEORGUIEV H., ATANASSOVA B., 1981: New opportunities for using male sterility in the tomato. In génétique et sélection de la tomate, INRA, pp 221 - 223.
- HASSAN A. A., 1981: Assessment of Tomato yellow leaf curl virus resistance in the genus *Lycopersicon*. In génétique et sélection de la tomate, INRA, pp 282-283.
- HOGENBOOM N. G., 1981: Ecological frustration of tomato in a stressful environment; breeding problems and prospects of adaptation research. In génétique et sélection de la tomate, INRA, pp 179 - 189.
- IGNATOVA S. I., KVASNIKOV B.V., 1981 : Réaction de variétés et d'hybrides de tomate en culture sous serre à faible lumière en hiver-printemps. In génétique et sélection de la tomate, INRA, pp 191 - 193.
- INRA, 2005 : Collection de la biodiversité traditionnelle.
- JACQUEMOND M., LATERROT H., 1981 : Comportement, vis-à-vis « nécrose de la tomate », des géniteurs utilisés pour la résistance au CMV. In génétique et sélection de la tomate, INRA, pp 251-256.
- KANNO T., KAMIMURA S., 1981: Fruit structure, firmness and quality, and relationships between these factors in varieties and F1 hybrids of tomatoes. In génétique et sélection de la tomate, INRA, pp 99 - 119.
- KARAS M., AMIR H., FISHMAN D., DANILENKO M., SEGAL S., NAHUM A., KOIFMANN A., GIAT Y., LEVY J., 2000:Lycopene interferes with cell cycle progression and insulin-like growth factor I signaling in mammary cancer cells. *Nutr.cancer*, 36: pp 101-111.

- KELLOF G.J., LIEBERMAN R., STEELE V.E., BOONE C.W., LUBET R.A., KOPELOVITCH L., MALONE W. A., CROWELL J.A., SIGMA C.C., 1999: Chemoprevention of prostate cancer: concepts and strategies. *Euro. Urol.*, 35: pp 342-350.
- KNAPP S.J., BRIDGES W.C. Jr., BOIKES D., 1990: Mapping quantitative trait loci using molecular marker linkage maps. *Theor Appl Genet*; 79(5): pp 83-92.
- KRUSTEVA L., VESSELINOV E., POPOVA D., 1981: Study of the correlation of some features of indeterminate tomato cultivars. In *génétique et sélection de la tomate*, INRA, pp 57- 63.
- LAPUSHNER D., FRANKEL R., 1981: Parent-offspring relations for quantitative traits in a 10 x 10 diallel cross of fresh market tomatoes. In *génétique et sélection de la tomate*, INRA, pp 37 - 43.
- LAPUSHNER D., FRANKEL R., FUCHS Y., BASKER D., EDELMAN H., 1981: Tomato fresh market fruit quality from a once over harvest of nor and rin hybrid arrays: considerations for mechanical harvest production. In *génétique et sélection de la tomate*, INRA, pp 153 - 160.
- LATERROT H., 1981 : Premier bilan de l'étude de l'efficacité envers *Cladosporium fulvum* de 24 nouvelles origines résistantes de tomate. In *génétique et sélection de la tomate*, INRA, pp 293 - 298.
- LATERROT H., RAT B., 1981 : Efficacité de l'origine canadienne de résistance à *Pseudomonas tomato*. In *génétique sélection de la tomate*, INRA, pp 257 - 266.
- LATERROT H., 1989 : La tomate : intérêt et utilisation des espèces sauvages pour la création variétale. *Revue horticole*, N°295 : pp 3-7.
- LATERROT H., 1995 : Sélection en réseau pour la création de Tomates résistantes au virus du tomato yellow leaf curl (TYLCV). *Fruits*, 50: pp 478-480.

- LATERROT H., 1996: Twenty near isogonics lines in money marker type with different genes for disease resistance. Tomato genetics Report N°46. 34p.
- LECOCQ A., BRANTHOME X., NICOLAS D., 1981 : La tomate de conserve en France. In génétique sélection de la tomate, INRA, pp 31-34.
- LEJOLY J., 2007 : Valorisation et conservation de la biodiversité végétale. Notes à l'usage des étudiants du diplôme d'études approfondies (D.E.A). Biologie-agronomie. UNIKIS.
- LINTS F., 1987 : Génétique, éd. Technique et documentations, Paris, 580p.
- LOUVEAUX J. et PESSON P., 1984 : Pollinisation et Productivité végétale, INRA, Paris, France. pp 440-480.
- LUKYANENKO A., LUKYANENKO E., 1981: Variability of tomato fruit acidity and possibilities of breeding improvement of the character. In génétique sélection de la tomate, INRA, pp 129-138.
- MAISONNEUVE B., 1981 : Recherche d'un test permettant de trier en conditions contrôlées, des génotypes de tomate ayant une bonne fertilité au froid. In génétique sélection de la tomate, INRA, pp 195 - 202.
- MAISONNEUVE et DEN NiJS, 1984: In vitro pollen germination and tube growth of tomato (*Lycopersicon esculentum Mill*) and its relation with plant growth. Biomedical and life sciences. Euphytica, springer Netherlands, Vol33, pp 833-840.
- MARCHOUX G., JACQUEMOND M., LATERROT H., 1981 : Maladies à virus de la tomate dans le Sud-Est de la France. In génétique sélection de la tomate, INRA, pp 243 - 249.
- MATE M., SHUTSHA E. et KAMABU V., 1994 : Croissance et biomasse des rejets d'*Albizia chinensis* à Kisangani, Ann. F.S, UNIKIS, vol, pp 85- 92.
- MESSIAEN C-M., 1981 : Les variétés résistantes, méthode de lutte contre les maladies et ennemis des plantes, Paris, pp.233-249.

- MESSIAEN C-M., 1989 : Le potager tropical, Agence de coopération culturelle et technique conseil international de la langue française. Presse universitaire, 580p.
- MENU T., SAGLIO P., GRANOT N., DAI N., RAYMOND P. et RICARD B., 2003: High hexokinase activity in tomato fruit perturbs carbon and energy metabolism and reduces fruit and seed size. *Plant, cell and Environment*, pp 89-98.
- MICHEL P. et MATHILDE C., 2002 : Utilisation d'outils génomiques dans les programmes d'amélioration des plantes. Quelques exemples chez les plantes maraîchères. Colloque « L'amélioration des plantes, continuités et ruptures », Montpellier, 7p.
- MIYAKE H., POLLAK M., GLEAVE M.E., 2000: Castration-induced up-regulation of insulin-like growth factor binding protein-5 potentiates insulin-like growth factor I activity and accelerates progression to androgen independence in prostate cancer models. *Cancer res.* 60: pp 3058-3064.
- MULLENDERS W., 1957: La palynologie. *Les Naturalistes belges*. Tome 33, n°2, pp 21-37.
- MURASHIGE T. et SKOOG, 1962: A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco callus tissue cultures, *physiol. Plant* 15, pp 473-497.
- NYAKABWA M., 1982 : Phytocénose de l'écosystème urbain de Kisangani. Thèse de doctorat inédit Université de Kisangani. Tome I. 418 p.
- NESBITT T.C., TAUKSLEY D., 2002: Comparative sequencing in the genus *Lycopersicon* implications for the evolution of fruit size in the domestication of cultivated tomatoes. *Genetics* 162, pp 365-379.
- NTAHOBAVUKA H., 1997: Etude palynologique des malvales, en R.D.C. Thèse inédite, Fac. Sc. UNIKIS, pp 2-3.

- NUEZ F., TARREGA J., 1981 : Indices de précocité en relation avec les rendements chez la tomate. In génétique sélection de la tomate, INRA, pp 45 -55.
- OMER K., FAZLUL H., SARKAR, WAEL S., ZORA D., MICHAEL N., POLLAK, FRED K., YI-WI LI, MOUSOUMI B., DAVID G., JHON D.C, EDSON J.P. and DAVID P.W, Jr., 2001 : Phase II randomized clinical trial of Lycopene supplementation before radical prostatectomy. *Cancer epidemiology biomarkers & prevention*, vol. 10, pp 861-868.
- PALOMARES G., CUARTERO J., BALASCH S., NUEZ F., 1981 : L'éclatement du fruit de la tomate en serre et au plein champ I - Comparaisons phénotypiques et modalités d'hérédité. In génétique sélection de la tomate, INRA, pp 79 - 89.
- PAN Q., LIN Y.-S., BUDAI-HADRIAN O., SELA M., CARMEL-GOREN L., ZAMIR D., FLUHR R., 2000: Comparative resistance genetics of nucleotide binding site-leuci in rich repeat resistance gene homologues in the genomes of two dicotyledons: tomato and Arabidopsis. *Genetics* 155, pp 309-322.
- PEKARKOVA-TRONICKOVA E., DUSBABKOVA J.P., NECASEK J., 1988: Evaluation of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) plant transformed by means of T-DNA. *Sbornik Ustavu vedeckotechnických informací pro Zemedelstvi, Genetika Slechteni*, 24: 281p.
- PESSON et LOUVEAUX, 1984 : Pollinisation et production végétale INRA, Paris, France, pp 445-450.
- PHILOUZE J., 1981 : Etat des travaux sur l'utilisation en sélection de l'aptitude à la parthénocarpie naturelle de la variété de tomate severianin. In génétique sélection de la tomate, INRA, pp 203 - 210.
- PHILOUZE J., FERLINE, 1986 : La qualité en plein champ. *Fruits et légumes* 30, pp 56-59.

- PURSEGLOVE J.W., 1974 : Solanaceae in tropical crops Dicotyledons. Ed. Longmans, London third impression ; pp.523-563.
- RABIET E., 1986: Abeille et pollinisation. Association des auteurs autoédités, France, 81p.
- RICK C.M., 1976: Tomato, in: Simmonds N.W. (éd.), Evolution of crop plants, Longman Group, London, UK, Pp 268-273.
- RICK C.M., 1986: Germplasm resources in the wild tomato species. Acta Horticulturae, N°190.
- RICK C.M., 1990: Perspectives from plant genetics: the Tomato Genetics stock Center. In Genetic resources at risk: Scientific issues, technologies and funding policies. Berkeley, Etats-unis, University of California, 11p.
- RICK C.P., 1978: The tomato, In Scientific American vol 239, n° 2, Pp 66-76.
- ROLAND J.C. et ROLAND F., 1989: Atlas de biologie végétale-organisation des plantes à fleurs, 4<sup>ème</sup> édition révisé et augmentée. Masson, tome2, Paris, pp 116.
- SACCARDO F., ANCORA G., SREE K., RAMULU, 1981: Transfer of useful characters from *Lycopersicon peruvianum* to *L. esculentum*. In génétique sélection de la tomate, INRA, pp 235-242.
- SALIMBA COLOMBANI VERA et DEVIENNE DOMINIQUE, 2000 : Qualité organoleptique de la tomate : Cartographie de QTL des composants physiques, chimiques et sensorielles. Thèse de doctorat, Université de Paris 06, Paris, France, 276 p.
- SCARLAT A., 1978: Temperature depend pollen and pollen tube elongation in some culture plants. Ann. Univ. Bucuresti. S.Biologie, Annul. XXVII, pp 83-88.
- SHEEHY R.E., KRAMER M., HYATT W.R., 1988: Reduction of polygalacturonase activity in tomato fruits by antisense RNA. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 85: pp 8805-8809.

- SIMS W. L., 1981: Evaluation of new fresh market tomato cultivars for machine harvest. In génétique sélection de la tomate, INRA, pp 75 - 77.
- STAMOVA L., YORDANOV M., 1981: Resistance to *Cladosporium* in *Solanum pennellii* Corell. In génétique sélection de la tomate, INRA, pp 285 - 286.
- STEEKELENBURG N. A., Van M., 1981: Inoculation of tomato with *Didymella lycopersici*. In génétique sélection de la tomate, INRA, pp 277 - 284.
- TAM S.M., CAUSSE M., GARCHERY C., BURK H., MHIRI C., GRANDBASTIEN M.A., sd: The distribution of copia-type retrotransposons and evolutionary history of tomato and related wild species, *J. evolution. Biol.*, in revision.
- TAM S.M., MHIRI C., VOGELAAR A., KERKEVELD M., PEARCE S., GRAND BASTIEN M.A., 2005: Comparative analyses of genetic diversities within tomato and pepper collections detected by retrotransposon based SSAP, AFLP and SSR. *Theor. Appl. Genet.* 11. pp 819-831.
- TANSKLEY S.D., 1993: Mapping polygenes. *Annual review of Genetics*, 27: pp 205-233.
- TANSKLEY S.D., GANAL M.W., PRINCE J.P., 1992: High density molecular linkage maps of the tomato and potato genomes. *Genetics*, 132: pp 1141-1160.
- TARREGA J., F. NUEZ ; 1981 : Traitements chimiques de castration pour la production de semence hybride chez la tomate. In génétique sélection de la tomate, INRA, pp 211 - 219.
- THOQUETT P., OLIVIER J., SPERISEN C., ROGOWSKY P., LATERROT H., GRIMSLEY N., 1996: Quantitative trait loci determining resistance to bacterial wilt in tomato cultivar Hawaii 7996. *Molecular Plant-microbe interactions*, 9 : pp 826-836.

- UPOKI A., 1997 : Aperçu systématique et écologie des espèces de la réserve forestière de Masako et ses environs (Kisangani, Haut-Zaïre). Dissertation de D.E.S. inédite, Fac. Sc., UNIKIS ; 77p.
- VAN CAMPO M., 1954 : Considération générale sur les caractères des pollens et sur leur diagnose. *Revue de palynologie*, pp 250-281.
- VALUET J., 1990 : *Se soigner par les légumes, les fruits et les céréales*. 9<sup>ème</sup> édition, librairie Maloinie, imprimé par Brodard et Taupin. France, pp 469-473.
- VESSELINOV E., KRUSTEVA L., POPOVA D., 1981: Introduction and breeding of tomato cultivars with big fruits. In *génétique sélection de la tomate*, INRA, pp 161 - 170.
- VOZDOVA G. M., 1981: The horizontal resistance of tomato against *Alternaria-spot-disease* (*Alternaria porri*/el/Neerg. F. sp. Solani Ell et (Mar.)). In *génétique sélection de la tomate*, INRA, pp 267 - 275.
- WANGH R., Mc LEAN K., FLAVELL A.J., PEARCE S.R., KUMAR A., THOMAS B.B.T., POWEL W., 1997: Genetic distribution of bare-1-like retro transposable elements in the barley genome revealed by sequence-specific amplification polymorphism (SSAP). *Mol. Gen. Genet.* 253, pp 687-694.
- WILLIAMSON V.H., HO J.Y., WU F.F., MILLER N., KALOSHIAN I., 1994: A PCR-based marker tightly linked to the nematode resistance gene *Mi* in tomato. *Theoretical and applied Genetics*, 87: pp 757-763.
- YOUNG N.D., TANKSLEY S.D., RFLP, 1989: Analysis of the size of chromosomal segments retained around the *Tm-2* locus of tomato during back cross breeding. *Theor-appl. Genet.* 77, pp 353-359.

- YU Z.H., WANG J.F., STALL R.E., VALLEJOS C.E., 1995: Genomic localization of tomato genes that control a hypersensitive reaction to *Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria* (Doidge) Dye. *Genetics*, 141 : pp 675-682.
- ZRYD J.P., 1988 : Cultures de cellules, tissus et organes végétaux, presse polytechnique Romandes, Suisse, pp 91-98.
- ZUANG H., 1981 : Généralités économiques et techniques sur la tomate pour la consommation en frais et examen de la production de plein champ en France. In génétique sélection de la tomate, INRA, pp 17 - 21.

## ANNEXE

Tableau 8: Indicateur de viabilité des différentes fleurs produites suivant leur position sur la plante à la première culture.

<b>VARIETES</b>	<b>Inf1</b>	<b>Inf2</b>	<b>Inf3</b>	<b>Inf4</b>	<b>Inf5</b>
Rouge rond	3,70	3,18	2,93	2,65	2,54
Violet rond	3,26	3,04	3,43	2,74	2,08
Violet aplati	3,19	2,67	2,53	2,81	1,38
Rouge aplati	2,60	2,41	1,01	2,72	2,06
Violet allongé	4,40	4,21	1,76	2,13	3,00
Rouge allongé	2,82	1,59	1,44	1,35	1,41
Marmande	2,95	2,16	2,08	0,67	1,73
Roma	3,07	2,40	1,82	1,72	1,58
Carotina	1,13	0,91	0,83	0,76	0,69
Makis	1,90	1,06	0,63	0,68	0,95
Opal	2,74	0,86	0,55	0,45	0,48

Tableau 9 : Indicateur de viabilité des différentes fleurs produites suivant leur position sur la plante à la deuxième culture

<b>VARIETES</b>	<b>Inf1</b>	<b>Inf2</b>	<b>Inf3</b>	<b>Inf4</b>	<b>Inf5</b>
Rouge rond	3,96	3,06	2,78	2,6	2,88
Violet rond	3,18	2,78	3,78	2,48	1,1
Violet aplati	2,98	2,12	2	2,74	0,32
Rouge aplati	1,92	1,8	1,72	2,7	1,5
Violet allongé	5,34	5,1	3,2	1,2	3,2
Rouge allongé	5,44	3,06	2,78	2,6	2,76
Marmande	3,2	1,68	1,24	1,1	0,82
Roma	2,86	1,64	0,62	0,47	0,32
Carotina	2,18	1,76	1,6	1,48	1,34
Makis	2,52	1,8	1,2	0,8	0,62
Opal	2,8	1,46	0,92	0,78	0,72