

GUIDE TECHNIQUE

CULTURE DE LA POMME DE TERRE EN RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO

NOVEMBRE 2014

Auteurs principaux et experts consultants CDE:

ROLOT Jean-Louis, Phytotechnicien,
VANDERHOFSTADT Bruno, Agronome,

Ont réalisé la relecture du guide :

COLIN Jean, Phytopathologiste,
JOUAN Bernard, Phytopathologiste,
RYCKMANS Daniel, Agronome,
VAN VAERENBERGH Johan, Phytopathologiste,

Experts consultants CDE ayant participé au programme :

AULOTTE Etienne, Agroéconomiste,
COLIN Jean, Phytopathologiste,
LEBAILLY Philippe, Agroéconomiste,
VAN VAERENBERGH Johan, Phytopathologiste,

KUNDA Pierre, Expert local Katanga,
MPONGO Eric, Expert local Bas Congo,
NTMA NSIMA Augustin, Expert local Kivu.

Programme CDE exécuté par :



N.V. SOPEX CONSULTING S.A.
Generaal Lemanstraat 74
2600 Antwerp, Belgium
sopex@sopex.be www.sopex.be

Ont collaboré à la rédaction du guide :

Région	Nom	Prénom	Activité déclarée aux ateliers
Bas Congo	ANCIAUX	Bernard	Importateur /producteur
	BASOLANA	Geneviève	Animatrice rurale CRAFOD
	BASUNGA	Aubelliance	KWZ
	BONGOLO	Willy	Directeur CRAFOD
	KIALA MASINA	Marc	Agronome ZCO
	KIASALA	Reddy	Production de semence APV/ INERA
	LUAMBA	Jacques	Producteur/Expert horticole
	MAKUSU	Fraternel	Assistant technique CAVTK
	MALAMBA	Adrien	Rédacteur en chef Radio VUVU Keto
	MAMPAKA	Jean-Pierre	Vice président NSIMBANI
	MATONDO	Freddy	Producteur pomme de terre
	MATOTA	Daniel	Producteur pomme de terre
	MPAMBALUKUNDIA	Roger	Producteur produits vivriers
	MUANDA SOLO	Ernest	Coordinateur ONG CAND
	NGOY KAZEL	Albert	Producteur de semences vivrières
	NGUNGU	Maza Delphin	Vulgarisateur CADIM
	NLANDU	Blandine	Présidente association féminine
	NLEMVO	Mantatu	Chef d'antenne CTB/ASS
	NTANGALA	Alphonse	Producteur pomme de terre
	NTOTO M'VUBU	Roger	Prof. Université de Kinshasa
PHAKU	Clémentine	Animatrice CRAFOD	

Kivu	BALASALITSE	Augustin	Coordinateur ACEK
	BALYAGE HAMUU	Constantin	Animateur formateur SYDIP
	BATENDA	Louis	Directeur-Gérant UCOOPANOKI
	BAZAMBANZA	Christophe	Superviseur technique
	BIRAHAGAZI	Dieudonné	Conseiller agricole
	BORAUZIMA MUSOLE	Gérard	Chef d'agence PAIDEK
	BOROTO CIKURU	Serge	Directeur de programmes CSD
	BULAMBO	Pacifique	Chercheur INERA Mulungu
	BURUME	Joseph	Président du CA UCOOPANOKI
	BWAMI	Alain	Agroéconomiste
	CIKOMOLA	Charles	Team leader AMIS DU KIVU
	HABAMUNGO	Bodson	Président du CA SOLFAP-KIVU
	HABIMANA	Dieudonné	Coordinateur ACODES
	KABUGOYI	André	Chargé de programmes IHUDAF
	KAWALINA	Michel	Dessinateur
	LUBALA NAMEGABE	Faustin	PCA COOPEC NYAWERA
	MACHUMU MANENO	Shalom	FoodSec Manager DIOBAS
	MASHEKA	Elisée	Agronome
	MASHIMANGO MUNGAZI	Santos	Agronome
	MIRINDI	Patrice	Agronome
	MUHERWA	Romain	Gérant COOPEC Goma
	MUNAGA RENZAHO	Daniel	Président du CA ADES/ACEAD
	MWIKIZANGABO BYERAGI	Christophe	Coordinateur CADRE
	NDABAHIMIYE	Damien	Président du CA ACODES
	NGAMIJE	Emmanuel	Agronome FEFIPOT UCOOPANOKI
	NTEZIRIZARA	Charles	Coordinateur UPADERI
	NTIBATEGERA	Faustin	Coordinateur programmes FOPAC
	NTMA NSIMA	Augustin	Expert local
	OMBENI KABALI	Moïse	Enquêteur/Encodeur UCOOPANOKI
	RWAREKEYAHO	Boniface	Agronome UCOOPANOKI
Katanga	BONE	Eric	Producteur privé
	BULUMA	Jean-Claude	Superviseur agricole BDD
	CHEMBO RASIYA	Daniel	Encadreur producteur
	KABUNDA-TSHISHIMBI	Jacqueline	Agronome
	KAFULIRU	Aimé	Producteur en coopérative
	KAMB-A-CHIKU	Fortunat	Chercheur INERA
	KAMBALE	Mathias	Tech. Agronome
	KATANGA	Mathieu	Assistant Manager GOCONGO
	KIKWIRE-GUILLAIN	Karangwa	Consultant MMG
	KIRIKANSEY	Nathalie	Ingénieur en charge labo in vitro
	KISIMBA	Nyombo Djo	Superviseur BDD
	MATANDA	Dominique	Producteur + ONG
	MBALA FUNDI	Francois	Technicien Agronome ferme Gailum
	MUYEMBE KILUFYA	Justin	Producteur
	MWANGE	Ruth	ONG CAREO
	NDJIBU	Laurent	Foreman GOCONGO
	NKULU	Jules	Professeur / UNILU
	SHAWANGA	Marcel	Coop. Mukoma
TSHIYOMBO MPWITA	Aimé César	Consultant	

Guide technique de la culture de la pomme de terre en République démocratique du Congo

Note des auteurs

La parution de ce guide est l'un des résultats du programme du Centre, pour le développement de l'entreprise (CDE) « Appui à la filière Pomme de terre en RDC » mis en œuvre dans le cadre du programme d'appui au développement du secteur privé en RDC cofinancé par la coopération belge (2007-2012).

Le diagnostic de terrain réalisé en 2010 par le CDE montrait, d'une part, des lacunes techniques chez les producteurs et, d'autre part, une réelle volonté de ceux-ci de se spécialiser dans la culture.

Ce guide n'a pas pour but d'enrichir les connaissances scientifiques sur la culture de la pomme de terre en RDC mais bien de fournir aux techniciens de terrain des éléments leur permettant de mieux la valoriser.

Afin de faciliter la vulgarisation auprès des producteurs de base, des posters ont également été élaborés, permettant aux encadreurs d'associations et/ou aux techniciens de sociétés de vulgariser sur le champ des éléments majeurs de la culture. Ils sont disponibles sur le site du CDE: <http://www.cde.int/fr/ressources/autres-ressources>.

Certains lecteurs spécialisés trouveront que des aspects techniques, physiologiques ou parasitaires sont présentés de manière trop succincte ! C'est un choix délibéré des auteurs afin de s'en tenir à l'essentiel dans les conseils à prodiguer aux encadreurs de la filière.

Actuellement, l'essentiel de la production de la pomme de terre est réalisée à l'Est du pays (Kivu), cependant, celle-ci se développe de manière significative au Katanga et démarre au Bas Congo et sur le plateau des Bateke. Cet objectif de répartition géographique de la production est essentiel dans un pays où les transports sont difficiles; c'est pourquoi ce guide a aussi pour objectif de donner des éléments techniques permettant d'envisager l'introduction de la culture dans de nouvelles zones.

1. Introduction	8
1.1. L'importance de la culture au niveau mondial	8
1.2. La place de la pomme de terre en Afrique	8
1.3. La pomme de terre en République Démocratique du Congo	10
1.3.1. Un aperçu général	10
1.3.2. Les contraintes majeures de la filière en RDC	10
1.3.3. La limitation des contraintes	12
2. La description générale et la terminologie	14
2.1. La plante : Solanum tuberosum L	14
2.2. Le tubercule	15
2.2.1. La description	15
2.2.2. La composition chimique du tubercule	15
2.2.3. La valeur nutritive du tubercule	16
2.3. L'évolution du tubercule	17
2.4. Le développement des germes	20
2.5. Les stades de développement de la plante	21
3. Les conditions favorables pour la culture de la pomme de terre	22
3.1. Une demande avérée du produit	22
3.2. Les conditions climatiques	22
3.3. Le choix de la parcelle	23
3.3.1. Les caractéristiques du sol	23
3.3.2. La rotation	23
3.3.3. La disponibilité en eau	24
3.3.4. La mise en défens et l'accès	24
3.4. Les besoins en matériels	24
3.5. L'évaluation du compte d'exploitation prévisionnel	25
3.5.1. L'évaluation des charges de production	25
3.5.2. Le plan de trésorerie	29
4. La phytotechnie	30
4.1. Les cycles culturaux	30
4.2. Le choix variétal	34
4.3. La préparation des plants	39
4.3.1. La gestion de la germination	39
4.3.2. Le sectionnement des plants	41
4.4. La fumure	42
4.4.1. Les exportations des éléments par la culture	42
4.4.2. Une fertilisation raisonnée	43
4.4.3. La fumure organique	43
4.4.4. La fumure minérale	46
4.4.5. Le chaulage	48
4.5. Les travaux du sol	48
4.5.1. Le défrichage	48
4.5.2. Le labour	49
4.5.3. La préparation du « lit » de plantation	49
4.6. La plantation	51
4.6.1. La densité de plantation	51
4.6.2. La profondeur de plantation	52

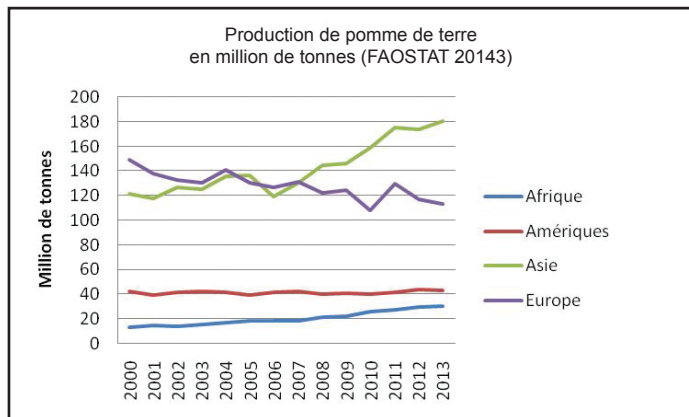
4.7. Les entretiens	52
4.7.1. Le buttage	52
4.7.2. Le désherbage	54
4.7.3. L'irrigation	54
4.8. La protection phytosanitaire	55
4.8.1. La description des maladies, des ravageurs et des parasites	56
4.8.2. Les méthodes de lutte	72
4.8.3. La détermination du volume de bouillie et leur concentration en matière active	80
4.8.4. Une réserve minimale de produits phytosanitaires	80
4.9. La récolte	81
4.9.1. La détermination de la maturité des tubercules avant récolte	81
4.9.2. La méthode de récolte	82
4.9.3. Les soins particuliers	82
4.9.4. Le conditionnement et le transport	83
5. La conservation	84
5.1. Les objectifs et les types de conservation	84
5.2. Une phytotechnie appropriée permettant d'obtenir un produit conservable	84
5.2.1. Une variété apte à la conservation	84
5.2.2. Des tubercules de qualité, issus de lots homogènes	85
5.2.3. L'utilisation d'inhibiteurs de la germination	85
5.3. Les caisses de conservation	86
5.3.1. Conservation de courte durée : caisse de 30 à 40 kg	86
5.3.2. Conservation au froid : caisses palettes de 600 à 1.000 kg	87
5.4. Le bâtiment de conservation	87
5.4.1. Le bâtiment pour une conservation de courte durée sans utilisation de froid	87
5.4.2. Les chambres froides pour une conservation de longue durée	88
5.5. Un exemple de coût d'une conservation courte sans chambre froide	88
6. La disponibilité des plants	90
6.1. La problématique	90
6.2. Une filière locale de production de plants	90
6.2.1. Un rappel du système de production de plants en Europe	90
6.2.2. Un concept de filière courte pour une production locale de plants	90
6.2.3. La production de matériel de pré base par micropropagation in vitro	92
6.2.4. L'organisation de la production en « poches » géographiques	94
6.3. La production traditionnelle de plants et des pistes d'amélioration	95
7. Conclusion	100
Principales sources bibliographiques	101
Abréviations	102
Liste des partenaires du projet	104

1. Introduction

1.1. L'importance de la culture au niveau mondial

En 2008, durant « l'année de la pomme de terre », la FAO mettait l'accent sur l'importance de cette culture en rappelant que « la pomme de terre joue un rôle clé dans le système alimentaire mondial. C'est la principale denrée alimentaire non céréalière ». La production mondiale a été évaluée en 2013¹ à plus de 368 millions de tonnes sur 19,4 millions d'hectares.

Les évaluations de production de ce site démontrent également que, depuis dix ans, c'est dans les pays en voie de développement que l'accroissement de la culture est le plus marqué alors que, dans les pays développés, on observe une stabilité (Amériques) ou une diminution de la production (Europe).



C'est en Afrique que la culture a connu ces dix dernières années l'accroissement le plus élevé, à hauteur de 180 %. L'Asie suit avec une progression de 133 %.

1.2. La pomme de terre en Afrique

En Afrique, la pomme de terre est très diversement cultivée.

En bordure de la mer Méditerranée, on retrouve les deux principaux producteurs africains ; l'Égypte (4,8 millions de tonnes), où une partie de la production (primeur) part à l'exportation, et l'Algérie (4,4 millions de tonnes), où le produit est classé comme « aliment stratégique » de par son importance pour nourrir la population. Les autres pays d'Afrique du Nord sont également des producteurs et consommateurs importants (Maroc, Tunisie). Sous les mêmes latitudes mais dans l'hémisphère sud, on notera également une production importante en Afrique du Sud, classée en Afrique en 3^e position (2,2 millions de tonnes). Dans toutes ces régions, la pomme de terre, qui peut être cultivée deux fois par an, a pris une place importante dans l'agriculture.

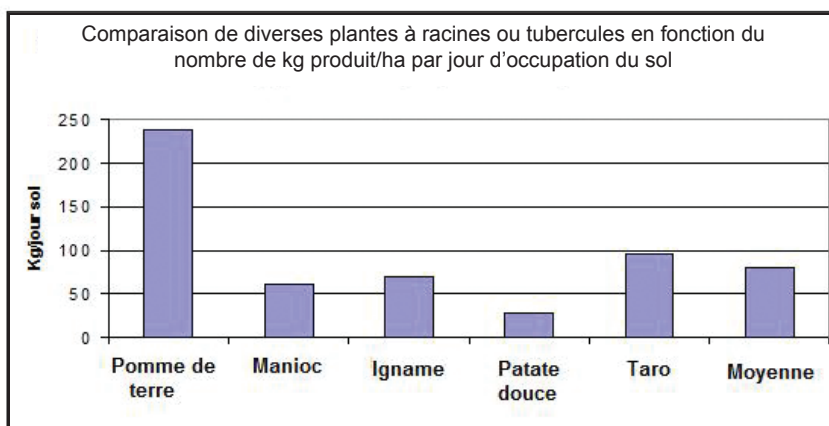
En zone sahélienne, la culture est encore peu développée bien qu'un potentiel important de production existe en saison sèche, qui coïncide avec des températures nocturnes basses favorisant la tubérisation. Des programmes importants sont entrepris pour y développer la culture, qui doit limiter la pression sur les céréales et minimiser la période de soudure.

¹ FAOSTAT 2013

Sous les tropiques, on observera des zones de production concentrées dans des régions d'altitude. C'est ainsi que la pomme de terre est cultivée dans tous les hauts plateaux de l'Afrique de l'Est (Kenya, Ethiopie, Ouganda, Tanzanie...) mais également en Afrique centrale (Monts Cameroun, région des Grands Lacs...). Dans toutes ces régions au potentiel de production élevé, la pomme de terre a pris une part non négligeable de la ration alimentaire et dans certains cas, comme au Rwanda, elle en est devenue un aliment de base avec le maïs.

Il est dès lors intéressant de tenter de cerner, en Afrique, les différentes raisons qui justifient le développement accéléré de cette culture.

La pomme de terre est intéressante pour diverses raisons. D'un point de vue agronomique, sa culture est aisée et, en saison sèche fraîche ou en altitude, son potentiel de rendement est important (30 t/ha). D'un point de vue nutritionnel, elle se classe parmi les plantes à racines ou à tubercules les plus nutritives. Il est intéressant de souligner que la pomme de terre est la plante qui produit la plus grande quantité de nourriture par jour d'occupation du sol²; elle nécessite donc moins de travail et moins d'eau.



Enfin, et c'est sans conteste un des facteurs les plus déterminants, elle est très appréciée par les populations. En effet, si elle est vendue à un prix à la portée du pouvoir d'achat de la population, la demande est forte. Elle constitue une culture de rente pour les agriculteurs qui obtiennent des rendements satisfaisants.

Cependant, si la culture de la pomme de terre compte parmi les plus prometteuses en Afrique, son développement reste entravé par différentes contraintes, parmi lesquelles on peut citer :

- un accès limité à des semences de qualité,
- un déficit de connaissances techniques parmi les promoteurs,
- des infrastructures de stockage inexistantes ou peu performantes,
- un manque des variétés robustes bien adaptées aux différentes conditions de culture,
- un accès difficile aux crédits.

² Données de calculs extraites de l'ouvrage de René Vandeput (voir Bibliographie)

1.3. La pomme de terre en République démocratique du Congo.

1.3.1. Un aperçu général

En 2013, la FAO annonce pour la RDC une production égale à un peu moins de 110.000 tonnes sur 23.000 ha³, ce qui détermine le rendement moyen à 4,8 t/ha. Cette production est principalement réalisée au Kivu.

Le diagnostic réalisé par le programme a également permis de mettre en évidence une production au Katanga estimée en 2011 entre 3.500 et 4.000 tonnes⁴ mais uniquement sur 200 ha portant le rendement moyen à +/- 18 t/ha.

Dans une moindre mesure, le Bas Congo est également producteur avec une estimation de 300 tonnes⁴ ainsi que le plateau des Bateke avec 130 tonnes⁴ ; ceci pour une surface totale d'un peu plus de 30 hectares (rendement moyen de 13 t/ha.).

On la retrouve à petite échelle dans d'autres régions du Congo : Kasaï oriental, Bandundu,...

Actuellement, la pomme de terre est principalement cultivée par des petits producteurs. C'est uniquement au Katanga que l'on retrouve des sociétés qui produisent de manière conséquente pour répondre à la demande des sociétés minières et du marché. Des promoteurs privés désirent également développer la culture dans les Bateke.

Les prix de vente au détail de la pomme de terre varient extrêmement entre les zones. En 2011/2012, le programme du CDE avait réalisé plusieurs études de marché qui ont mis en évidence qu'au Nord Kivu, le produit était très abondant et se vendait une bonne partie de l'année en dessous de 0,5 \$ US/kg. Au Sud Kivu, le prix moyen de vente pouvait être estimé à 0,7 \$ US/kg. Au Katanga, la production locale concurrençait les importations des pays proches, les prix de vente observés s'échelonnaient de 1,5 à 2,5 \$ US/kg. Enfin, la fourchette des prix au détail relevée à Kinshasa démarrait à 2,5 \$ US/Kg avec des maxima dépassant 3,5 \$ US/kg, le prix moyen étant évalué à 3 \$ US/kg. Les prix élevés relevés au Katanga et à Kinshasa montrent que la production locale reste encore insuffisante pour combler la demande, les prix s'alignant le plus souvent sur ceux des pommes de terre d'importation. Il s'agit de productions de niche indiquant que le potentiel de développement local de la production est important.

On observe au Kivu un produit à un prix abordable et donc largement consommé alors qu'ailleurs dans le pays, la pomme de terre est plus de 4 fois plus chère et s'adresse plutôt à une minorité de la population. A ce prix, il s'agit d'un marché de niche.

Le challenge technico-économique de la filière sera donc de trouver les voies et moyens pour parvenir, comme au Kivu, à produire la pomme de terre à un bon rapport qualité/prix permettant une plus large consommation tout en préservant une marge confortable pour le producteur.

1.3.2. Les contraintes majeures de la filière en RDC

Le diagnostic de la filière⁵ a pu clairement mettre en évidence un certain nombre de contraintes qui limitent actuellement le développement de la filière. Elles sont récurrentes dans toutes les zones géographiques, ceci malgré les différences remarquables de coût de production et de prix de vente.

³ FAOSTAT 2013 Production

⁴ Estimation des auteurs

⁵ Diagnostics réalisés en janvier 2012 au Bas Congo, au Katanga et au Kivu au travers d'ateliers participatifs avec les producteurs.

Les contraintes de production

Ces contraintes englobent la production et la conservation.

Lors de l'implantation de la culture, le premier problème majeur réside dans le fait que **les intrants sont chers**⁶. Les producteurs n'ont généralement pas accès à des crédits de campagne, ce qui limite les surfaces emblavées.

En ce qui concerne les engrais, le producteur n'a pas les outils pour réaliser **un bilan de fertilisation** afin d'ajuster au mieux les apports. Le manque d'engrais minéraux spécifiques ne permet pas non plus cet ajustement.

La disponibilité des plants est une contrainte majeure dans toutes les zones mais pour des raisons différentes. A l'Ouest et au Katanga, les plants sont importés d'Europe ou d'Afrique du Sud. Ils sont chers⁷ et les risques de retard de livraison et de détérioration de la qualité durant le transport sont bien réels. Au Kivu, la production de plants est locale ou régionale et artisanale, ce qui entraîne une dégénérescence du matériel semencier. Certaines variétés sont dès lors abandonnées. Par contre, le prix du plant est nettement plus faible dans cette région⁸.

A l'exception du Katanga (et, dans une moindre mesure, sur le plateau des Bateke) où la culture de la pomme de terre est souvent le fait d'entreprises agricoles bien équipées, la culture est généralement peu mécanisée, ce qui empêche les paysans d'étendre les surfaces de culture et réduit aussi la qualité des principales opérations culturales : labour, buttage, désherbage, irrigation, protection phytosanitaire.

Les échanges avec les producteurs ont permis de mettre à jour **une connaissance insuffisante des maladies/parasites de la culture**. Il en découle un manque de protection ou, pire, des traitements non appropriés. La disponibilité de produits phytopharmaceutiques fait également défaut principalement pour les petits producteurs.

A la récolte, très peu de pommes de terre sont conservées faute de techniques et de moyens de stockage.

Les contraintes de commercialisation

Elles concernent le transport, le conditionnement et la commercialisation des produits.

Les petits producteurs manquent d'emballages spécifiques et le transport des produits vers l'exploitation et les marchés reste souvent un défi, vu l'état des dessertes agricoles.

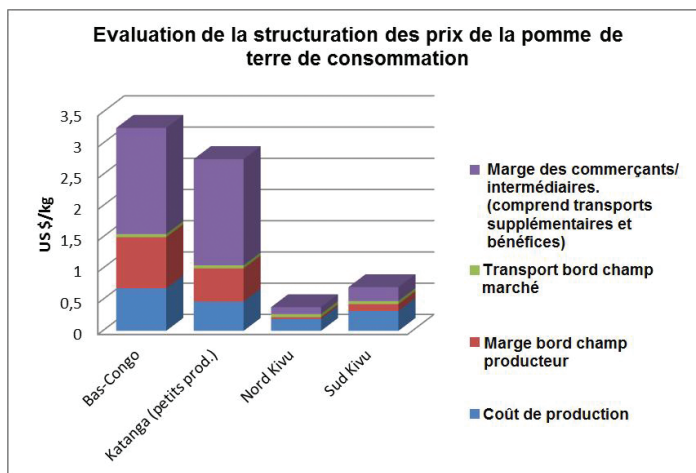
Dans toutes les zones, on retrouve une situation similaire pour les petits producteurs indépendants; à savoir **une faible maîtrise des circuits de commercialisation** due à différents facteurs : la volonté pour les producteurs de vendre au plus vite leur production, peu ou pas de moyens de stockage et de conditionnement, un manque d'information au niveau des prix et des circuits commerciaux, et pas ou très peu d'organisations de producteurs pour mieux valoriser leurs récoltes.

Dans ces conditions, les producteurs ne maîtrisent pas la vente de leurs produits et sont totalement dépendants des négociants qui réalisent les meilleures marges bénéficiaires.

⁶ Minimum de 3.000 \$/ha au Nord Kivu jusqu'à plus de 9.000 \$/ha au Bas Congo : voir 3.5 Evaluation du compte d'exploitation prévisionnel

⁷ Plus de 2,5 \$ US/kg

⁸ Moins de 1 \$ US/kg



1.3.3. La limitation des contraintes

Le programme du CDE d'appui à la filière pomme de terre se doit de limiter les contraintes citées mais il est impératif que les solutions touchent l'ensemble des problèmes. En effet, rappelons qu'une filière est un puzzle dans lequel toutes les pièces doivent être fonctionnelles pour produire, vendre et tirer des bénéfices. Ainsi, par exemple, si une production de plants de bonne qualité à prix modéré est mise en place, mais sans appui en crédits de campagne pour les producteurs, aucune solution n'est apportée à la disponibilité des plants.

Suite à ce diagnostic, des solutions ont été envisagées avec les producteurs pour limiter toutes les contraintes :

Limiter les contraintes de production

Les charges de culture très élevées entraînent la nécessité pour les producteurs de pouvoir **bénéficier de crédits de campagne**. Ces avances ne doivent pas être gérées directement par des groupements de producteurs mais bien par des institutions de micro finances ou des banques, dont c'est le métier. Des argumentaires ont été rédigés au cours du programme pour convaincre ces partenaires financiers de s'investir dans la filière.

En considérant le prix élevé des engrais minéraux et la difficulté de se procurer les amendements organiques, **l'optimisation de la fertilisation** revêt une importance capitale d'autant plus que la pomme de terre y réagit fortement. Plusieurs mesures sont proposées :

- un appui par la recherche pour :
 - réaliser des analyses de sol,
 - proposer d'autres sources d'engrais verts ou d'amendements organiques,
 - réaliser des essais de fertilisation pour définir, par zone, des schémas de fertilisation optimale en considérant : les caractéristiques du sol, les apports possibles en matière organique et en complétant avec des engrais minéraux.
- une vulgarisation auprès des producteurs des schémas optimisés de production,
- la mise en place de centrales d'achats dans lesquelles les producteurs peuvent trouver des engrais mais aussi des produits phytosanitaires spécifiques à la filière.

Deux recommandations sont proposées pour limiter la contrainte de la **disponibilité en plants** :

- un appui par la recherche pour poursuivre des essais variétaux afin d'optimiser le choix variétal,
- la mise en place, dans chaque zone, d'une filière complète privée de production de plants avec les éléments suivants :

- un laboratoire de production de vitro-plants,
- la mise en place de sociétés de production de plants réalisant au maximum 3 multiplications successives pour arriver aux plants à vendre aux producteurs de consommation (G1, G2 et G3), avec un appui significatif pour l'adoption de techniques de production appropriées (physiologie, sélection positive et négative, protection phytosanitaire, stockage...),
- la création d'une fédération des multiplicateurs au sein d'une structure régionale et nationale des multiplicateurs,
- l'établissement et le renforcement du système de contrôle de la qualité des plants.

Pour une meilleure **maîtrise par les producteurs des maladies/parasites** de la culture, mais également pour compléter certains aspects économiques et phytotechniques, ce guide a été rédigé ainsi que des posters d'appui à la vulgarisation.

Les expériences de **conservation des plants** au Kivu ainsi que celles de la pomme de terre de consommation en Afrique de l'Ouest démontrent qu'il est possible de conserver hors frigo de la pomme de terre de consommation pendant 3 à 4 mois. Pour y arriver, les mesures suivantes doivent être prises :

- vulgarisation des techniques de conservation,
- mise à disposition de crédits d'investissements permettant de construire des magasins de stockage et des caisses. Formation à la gestion communautaire des entrepôts de stockage (traçabilité, responsabilités) de manière à assurer :
 - une qualité de « conservation » (90 % de la conservation dépend de la qualité de la matière première, donc du soin durant sa culture et la récolte),
 - une plus-value de conservation au niveau du producteur, en fonction de la qualité du produit qu'il a livré.

Les crédits d'investissements devraient également être élargis pour permettre l'achat de tracteurs, pour faciliter les labours dans les régions le permettant, et de pulvérisateurs motorisés à dos.

Limiter les contraintes de commercialisation

La mise en place de **filières de commercialisation plus courtes** est, non seulement, importante pour maintenir une meilleure plus-value au niveau des producteurs mais, plus encore, pour permettre d'offrir aux consommateurs un produit plus accessible à leur pouvoir d'achat.

Afin de s'imposer plus en aval dans les filières, les mesures suivantes sont proposées aux producteurs :

- la création de centrales de vente gérées par les producteurs qui disposent :
 - d'un endroit de stockage et de conditionnement dans les centres urbains,
 - de points de vente (éventuellement franchisés),
 - d'un commercial recherchant des livraisons pour des collectivités, l'hôtellerie et la restauration, et des contrats d'exportation vers d'autres zones de RDC et/ou vers les pays voisins,
- la création de points de vente par les producteurs en bordure de route,
- la création de centrales d'achats et de vente d'intrants gérées par les producteurs : engrais, produits phytosanitaires, emballages.

La représentation, aux niveaux régional et national, est nécessaire pour :

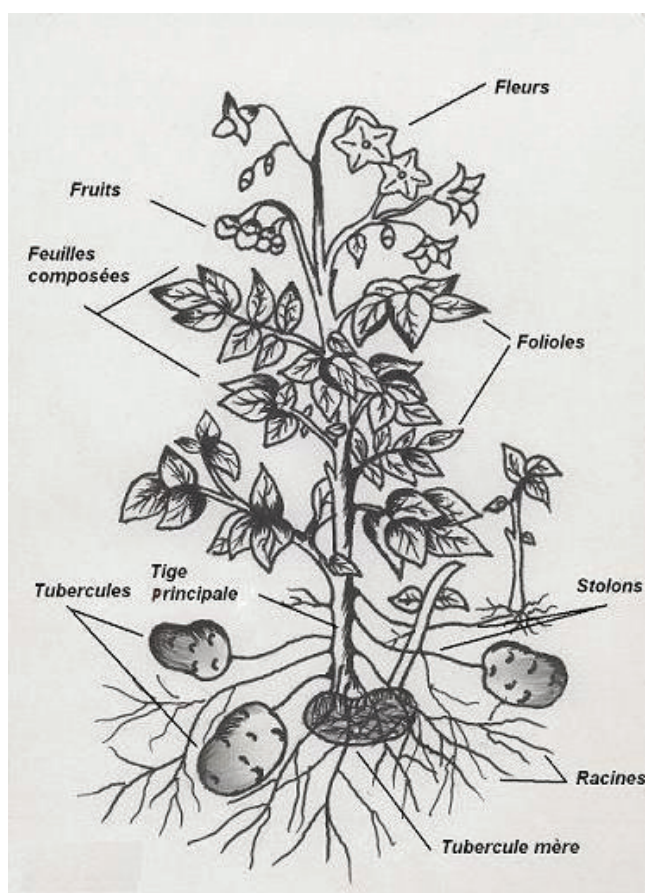
- définir les grandes lignes d'une stratégie d'expansion (par exemple de limitation des prix),
- promouvoir des actions de marketing,
- réaliser du lobbying (par exemple pour la limitation des importations au moment d'une importante offre locale et pour la réhabilitation de certaines dessertes agricoles).

2. La description générale et la terminologie

Pour une bonne compréhension des lecteurs, ce chapitre reprend une description générale de la plante et de sa physiologie permettant de préciser une terminologie propre à la culture. La description de ces éléments se termine généralement par une idée maîtresse que le lecteur s'appropriera.

2.1. La plante : *Solanum tuberosum* L. (famille des Solanacées)

TUBERCULE MERE = plant (ou tubercule planté) qui va donner naissance à la plante,



TIGE PRINCIPALE = tige aérienne avec feuilles développées au départ d'un germe,

RACINES = pouvant se développer jusqu'à 60 cm sous le tubercule mère

STOLONS = tiges souterraines dont le renflement donne naissance aux nouveaux tubercules,

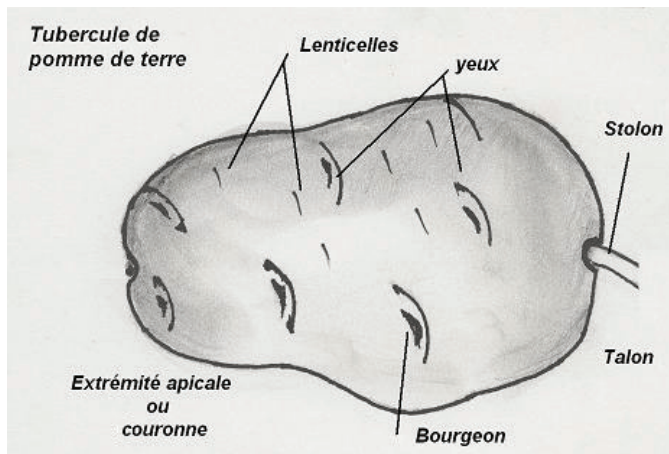
TUBERCULES = nouvelles pommes de terre issues du renflement de tiges souterraines (aussi dénommés TUBERCULES – FILS),

TUBERISATION = processus de formation et de grossissement des tubercules sur les stolons.

2.2. Le tubercule

2.2.1. La description

Une pomme de terre est donc un tubercule issu d'un renflement d'une tige souterraine qui va grossir, alimenté par la végétation en surface et les racines. C'est un organe de stockage de substances de réserve produites par la photosynthèse.



TUBERCULE = renflement d'une tige souterraine (ce n'est pas une racine mais une tige !),
STOLON = tige souterraine qui naît à la base d'une tige et donne naissance au tubercule fils,
TALON = partie du tubercule située du côté du stolon,
EXTREMITE APICALE = COURONNE = partie du tubercule à l'extrémité opposée au talon,
YEUX = légères excavations qui porteront des **BOURGEONS**,
BOURGEONS = cellules des yeux qui deviendront des **GERMES** puis des tiges principales,
LENTICELLES = pores dans l'épiderme du tubercule permettant les échanges gazeux.

2.2.2. La composition chimique du tubercule

La composition chimique de la pomme de terre⁹ : pour 100 g de matière fraîche

Constituants	Teneur moyenne	Ecart observés
Eau	77,5 g	63 à 86 g
Matière sèche :	22,5 g	13 à 36 g
- Glucides (= sucres)	19,4 g	13 à 30 g
- Protides (= acides aminés)	2 g	0,7 à 4,6 g
- Lipides (= acides gras)	0,1 g	0,02 à 0,96 g
- Minéraux	1 g	0,4 à 1,9 g

La pomme de terre fraîche est composée en moyenne de 20 % d'amidon (glucides) et 80 % d'eau !

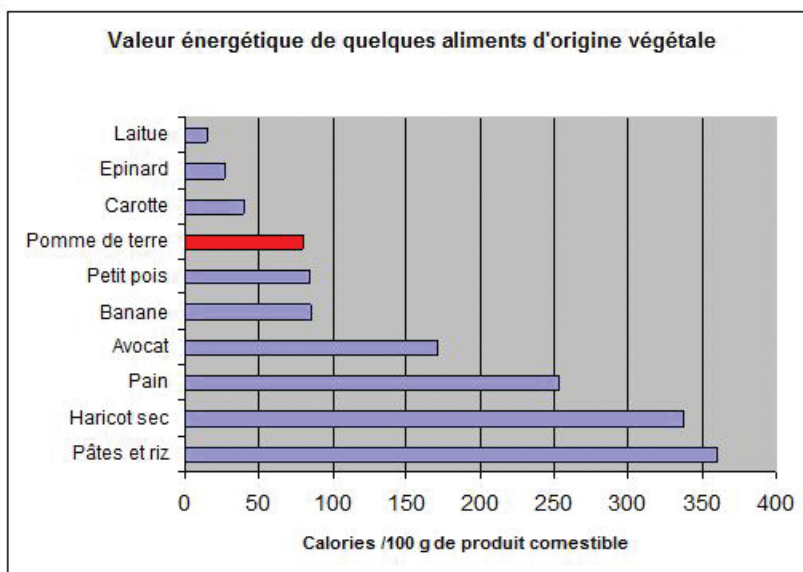
⁹ D'après Talburt et Smith, 1987

2.2.3. La valeur nutritive du tubercule

Le tableau ci-dessous précise la contenance en composés nutritifs de la pomme de terre par rapport au pourcentage de la quantité journalière recommandée pour une consommation de 200 g de pomme de terre¹⁰.

Composé nutritif	Contenance dans 200 g de matière fraîche	% de la quantité journalière recommandée
Calories	154 kcal	8
Hydrates de carbone	34 g	11
Protéines	4 g	8
Lipides	0,1 g	0,3
Fibres alimentaires	4,4 g	22
Potassium	842 mg	20
Cuivre	1,6 mg	9
Magnésium	46 mg	12
Vitamine C	39 mg	65
Acide folique	32 µg	8
Thiamine	0,2 mg	11
Niacine	2,1 mg	11
Pyridoxine	0,6 mg	30

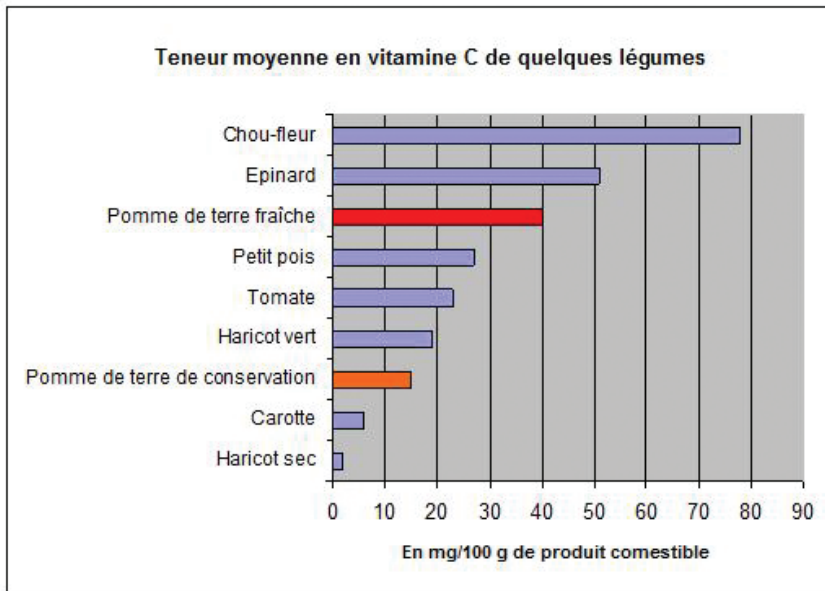
La pomme de terre a une haute valeur nutritive. Le graphique suivant compare la valeur énergétique de 100 g de matière comestible de quelques aliments¹¹.



De plus, la teneur en vitamine C de la pomme de terre fraîche est également remarquable (même source).

¹⁰ USDA (2002)

¹¹ D'après P. Rousselle et Y. Robert, 1996, La pomme de terre



La pomme de terre est donc un aliment nutritif

2.3. L'évolution du tubercule

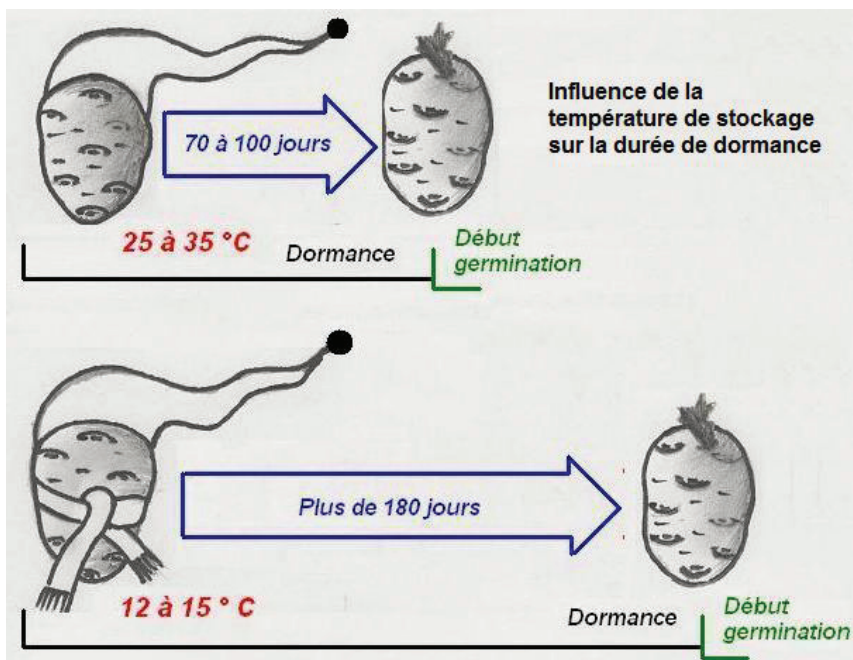
Ce paragraphe est très important car il permet de raisonner par la suite le stade optimum de plantation des plants et d'orienter les modalités de la conservation.

Dès la formation d'un tubercule, celui-ci démarre sa propre vie.

Lorsque la plante cesse de les alimenter, les tubercules passent d'abord par une période dite de « **DORMANCE** ». Durant cette période, le tubercule est dans un état de **repos végétatif** pendant lequel son aspect extérieur ne se modifie pas. Le tubercule ne germe pas même s'il est mis en conditions favorables. Ensuite, il va se « réveiller » en émettant des germes, c'est la « **GERMINATION** ».

La durée de la dormance est avant tout une caractéristique variétale, mais elle est également directement liée aux conditions de conservation. La température de conservation est un facteur déterminant. Les durées de dormance des variétés utilisées en Afrique, conservées entre 20° et 30°C, varient de 60 à 120 jours. Si les températures de conservation sont plus fraîches (12° à 15°C), la période de dormance est allongée et les pommes de terre peuvent se conserver plus longtemps (5 à 6 mois). Pour une conservation à long terme (8 à 12 mois), il est préférable de stocker les tubercules à basse température (2° à 4°C) ; mais ceci n'est valable que pour les plants car les tubercules de consommation peuvent prendre un goût sucré à ce niveau de température.

La conservation des plants de pommes de terre doit être gérée afin d'obtenir, en fin de conservation, des tubercules possédant un maximum de capacité germinative (vigueur des germes et nombre de germes).



Durant ce repos végétatif, le tubercule reste bien vivant et « respire ». Bien entendu, ceci implique une perte d'eau et donc de poids des tubercules.

Le « réveil » des tubercules se caractérise par l'entrée en croissance d'un bourgeon situé dans les yeux du sommet du tubercule (partie apicale). Les autres yeux restent temporairement dormants : c'est le phénomène de dominance apicale. Le bourgeon se développe en germe grâce aux réserves du tubercule. Après 15 à 30 jours, d'autres yeux répartis sur tout le tubercule vont donner à leur tour des germes : le phénomène de dormance apicale disparaît. Après plantation, chaque germe se développe en une tige portant les feuilles. Au niveau des bourgeons de la partie souterraine, des tiges vont se former ; ces tiges souterraines sont appelées « stolons », sur lesquels se formeront ensuite les nouveaux tubercules.



Le phénomène de dominance apicale peut être réduit par un passage au frigo de 3 à 4 semaines en diminuant progressivement la température jusqu'à 6 ou 8° C.

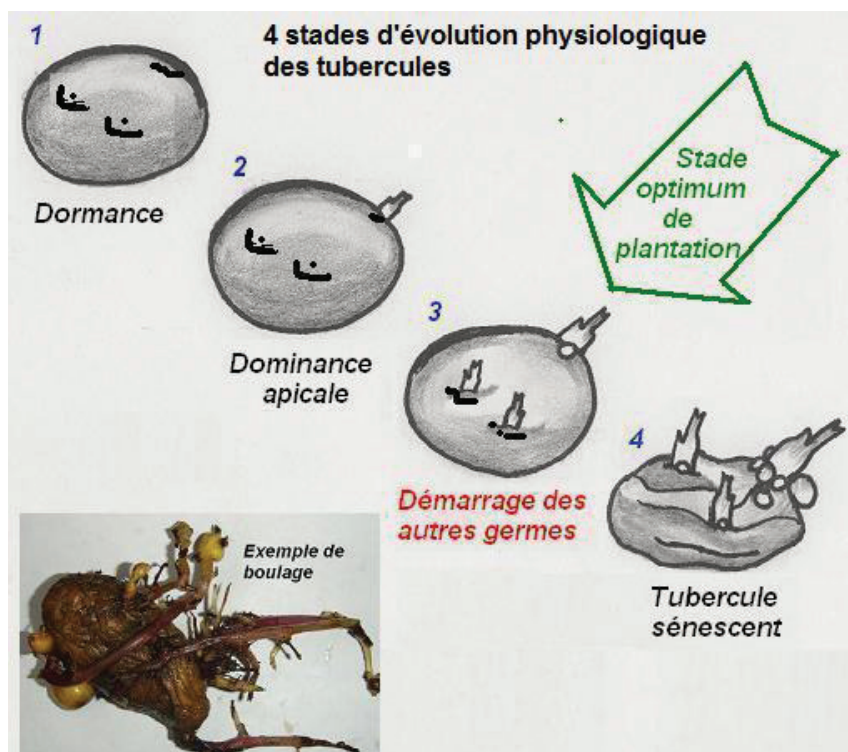
On peut donc distinguer très clairement 4 stades par lesquels le tubercule va successivement passer :

1° Le tubercule est en dormance. On ne distingue pas de germes développés au niveau des yeux. On ne peut pas planter à ce stade.

2° Un seul germe apical se développe à l'extrémité du tubercule. On parle de dominance apicale. Planté à ce stade, le tubercule risque de ne développer qu'une seule tige et le rendement peut en être diminué.

3° Plusieurs germes se sont développés. Il s'agit du stade optimal de plantation. La vitesse de croissance des germes est maximale pour une levée rapide et chaque tubercule va donner plusieurs tiges. Le rendement potentiel est à ce stade souvent optimal.

4° Les tubercules sont desséchés et rabougris, ils présentent des germes longs (si stockés à l'obscurité). On peut trouver des petits tubercules développés sur les germes : c'est le phénomène de « boulage ». Le matériel est trop vieux (incubé) et, s'il est planté à ce stade, la vigueur de la végétation sera très réduite, la tubérisation rapide mais peu importante en volume : la récolte sera donc faible.



2.4. Le développement des germes

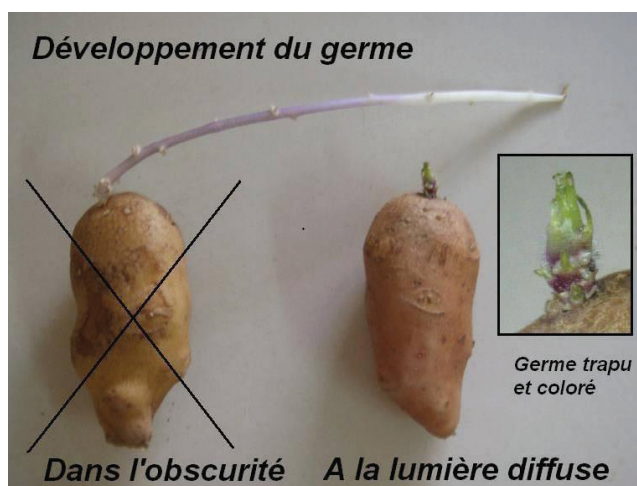
Deux remarques sont très importantes en matière de germination :

- Le nombre moyen de germes qui se développent sur un tubercule bien « germé » (ou convenablement incubé) dépend notamment du calibre de ce dernier. Le tableau suivant définit un ordre de grandeur :

Calibre du tubercule	Nombre de germes
28/35 mm	3 à 4
35/45 mm	5 à 6
45/55 mm	7 à 8

- La croissance des germes est directement influencée par la lumière. En effet, à l'obscurité, le germe se développe en longueur pour chercher de la lumière. Pour un tubercule non encore planté mais conservé à l'obscurité, le germe s'allonge (50 cm et plus), devient très fragile et épuise le tubercule. Par contre, s'il reçoit de la lumière, le germe s'épaissit pour devenir trapu et robuste et il se pigmente également. C'est pourquoi, en Afrique, là où les entrepôts de stockage réfrigérés n'existent pas, les plants de pomme de terre sont souvent conservés en magasins dits « à la lumière diffuse ». De tels germes sur le plant vont permettre de transporter celui-ci vers le champ et de le planter avec un minimum de pertes (bris de germes).

Dans le cas d'une conservation en entrepôt frigorifique, il peut être intéressant, 2 à 3 semaines avant plantation, de placer les plants à température ambiante dans une salle éclairée par la lumière du jour. Ainsi la germination des tubercules est accélérée, produisant des germes courts et robustes permettant une levée rapide au champ.

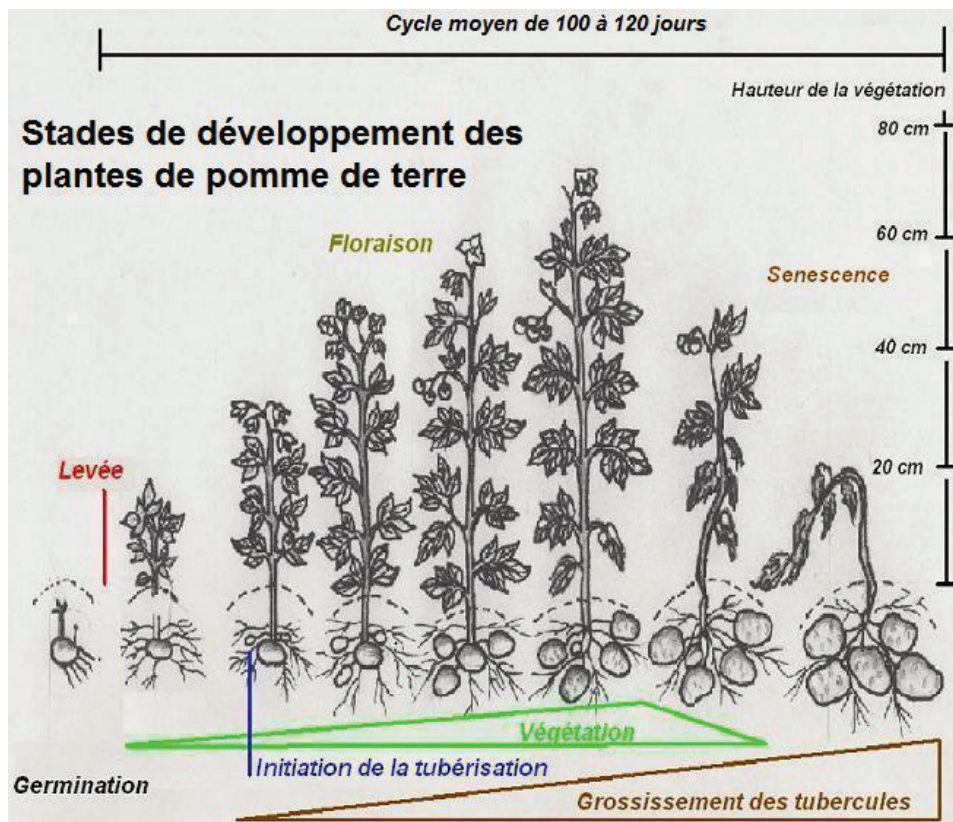


Il faut retenir que :

- de petits tubercules (taille d'un œuf de poule) portent 3 à 4 germes et les plus gros jusqu'à 7 à 8 germes,
- pour produire des germes courts et trapus, le tubercule doit recevoir de la lumière diffuse (mais pas exposé directement au soleil).

2.5. Les stades de développement de la plante

Le cycle végétatif moyen de la plante de pomme de terre pour les variétés traditionnellement cultivées en Afrique varie de 100 à 120 jours. La plante passe par différents stades qui demandent des interventions spécifiques. Il est donc important de bien les discerner¹² !



PHASE de GERMINATION = les germes se développent dans le sol pour atteindre la surface,

LEVEE = les germes émergent et se développent en jeunes tiges,

INITIATION DE LA TUBERISATION = moment où les extrémités des stolons grossissent pour former des tubercules, correspond généralement au début de la période de floraison,

GROSSISSEMENT DES TUBERCULES = l'amidon produit par la végétation grâce à la photosynthèse est accumulé dans le tubercule,

SENESCENCE = la plante dépérit (jaunissement puis dessèchement).

Il faut mentionner que la phase du développement de la masse des tubercules est décalée par rapport au développement de la végétation. Les tubercules continuent donc à croître pendant la phase de sénescence.

¹² Sur base du « BBCH scale for phenological growth stages of potato »

3. Conditions préalables pour la culture de la pomme de terre

Certaines conditions préalables déterminent la réussite de la culture ; c'est-à-dire « **du profit pour le producteur** ». Il est donc essentiel de passer en revue les conditions et les moyens qu'il faut réunir **avant d'entamer la culture**.

3.1. Une demande avérée du produit

Dans toute la RDC, la pomme de terre est une culture de rente. Il s'agit donc d'une culture qui, bien menée, peut apporter aux producteurs des revenus supérieurs aux autres cultures plus traditionnelles (manioc, patate douce, céréales,...). Cependant, elle demande également des investissements très conséquents. Dès lors, si le producteur échoue à cause d'une quantité et d'une qualité insuffisantes à la récolte et/ou s'il ne parvient pas à bien vendre, il sera déficitaire et probablement endetté.

Si ce guide a pour but de fournir un maximum de conseils pour bien produire et conserver le produit, il se doit aussi d'attirer l'attention sur le fait qu'il est impératif d'**évaluer le marché avant toute nouvelle extension ou installation de nouvelles zones de culture**.

Pour ce faire, le minimum est de réaliser une enquête dans les villes les plus proches pour essayer d'évaluer les quantités vendues sur le marché, leur provenance (évaluation de l'offre) et leur prix ; c'est d'ailleurs déjà un bon moyen de se faire connaître auprès des vendeuses au détail.

La question d'évaluation de la demande peut être approchée par une enquête chez les « ménages » pour essayer de déterminer quelle pourrait être l'augmentation des quantités consommées en fonction d'un prix d'achat décroissant. Des questions seront également posées par rapport à la qualité du produit : couleur peau, calibre, goût, destination (pomme vapeur ou frite)...

Dans une nouvelle zone de production, pour minimiser les risques pour le producteur, il faut débiter avec un nombre restreint de ceux-ci (5 à 10) sur des surfaces réduites (1.000 m²/producteur). Les sociétés plus importantes réaliseront, pour leur part, des études de marché en bonne et due forme.

3.2. Les conditions climatiques

La plante a un optimum de développement entre 15° et 25°C. Les températures moyennes plus élevées, observées en Afrique, sont un handicap qui est toutefois compensé par une forte intensité lumineuse favorisant la croissance et la photosynthèse. Cependant, pour bien tubériser, les variétés classiques ont besoin d'une thermo-période journalière prononcée, c'est-à-dire des variations importantes de températures entre le jour et la nuit (10° à 15 °C de différence idéalement). En zones tropicales, ces différences de températures importantes ne peuvent s'obtenir qu'avec l'altitude ou en saison sèche. Ceci explique donc des différences de potentiel global de production selon que l'on se situe en altitude ou en région de basse altitude, en saison sèche ou en saison humide.

En ce qui concerne la RDC, pays dans lequel on trouve des régions d'altitude variée (jusqu'à 3.000m) mais aussi des régions d'altitude plus faible avec une thermopériode importante en saison sèche, on peut évaluer le potentiel de rendement comme suit, dans les zones ciblées par le projet :

- Bas Congo en saison sèche = 500 à 700 m = 15 à 20 t/ha,
- Bas Congo en saison des pluies : 10 à 15 t/ha
- Katanga en saison sèche= 1.000 à 1.200 m = 20 à 30 t/ha,
- Katanga en saison des pluies : 10 à 15 t/ha
- Kivu en toutes saisons= supérieur à 2.000 m = >30 t/ha

Cultiver la pomme de terre en basse altitude en saison des pluies dans ces régions comporte le risque de mauvaise tubérisation mais aussi des problèmes d'ordre phytosanitaire plus importants (champignons, bactéries). Cependant, il existe des variétés mieux adaptées que d'autres aux conditions plus chaudes de basse altitude : le CIP (Centre International de la Pomme de terre) possède plusieurs programmes de recherche pour l'obtention de telles variétés (variétés tropicales de basse altitude).

Toutefois et de manière générale, il faut retenir que la pomme de terre a besoin de nuits fraîches pour bien tubériser, il faut donc favoriser une culture :

- **en altitude,**
- **en saison sèche, dans le cas des régions de basse altitude comprise entre 500 et 1.200 m.**

Ce principe déterminera les cycles culturaux détaillés au point 4.1.

3.3. Le choix de la parcelle

3.3.1. Les caractéristiques du sol

La pomme de terre aime les sols légers (sableux ou sablo-limoneux) avec un pH relativement neutre. Cependant elle peut supporter des sols légèrement acides (pH 5 à 6,5). Les sols légers d'origine volcanique du Nord Kivu sont particulièrement bien adaptés à la culture de la pomme de terre.

3.3.2. La rotation

La pomme de terre est une solanacée et il faut impérativement planter dans un sol qui n'a pas été cultivé avec une plante de la même famille (tomate, aubergine, piment, poivron...) depuis au moins 3 saisons de culture. Avant de choisir la parcelle, se renseigner si les légumes précédemment cultivés n'étaient pas attaqués par des nématodes (galles ou kystes sur les racines). Si le principe des rotations n'est pas respecté, on s'expose inévitablement à de graves problèmes parasitaires liés à l'infestation des sols (nématodes, champignons, bactéries...). L'option de location de terres adéquates devient alors une solution à envisager par le producteur.

La pomme de terre est un excellent précédent car, d'une part, elle demande beaucoup de travail du sol (celui-ci est donc, après la récolte, bien meuble et propre pour la culture suivante) et, d'autre part, les reliquats de fumure sont bien valorisés par la culture suivante. La rotation suivante peut être proposée :

Pomme de terre → Maïs → Légumineuse (haricot) (→ jachères)

3.3.3. La disponibilité en eau

Il peut être nécessaire de réaliser la culture en saison sèche pour augmenter les rendements. Dès lors, la culture doit être irriguée et demande beaucoup d'eau : entre 5.000 et 7.000 m³/ha, soit une moyenne de 50 à 70 m³ d'eau par jour et par hectare (quantités indicatives à adapter aux type de sol, stade de développement de la culture et matériel d'irrigation).

Il est impératif de bien choisir les sites où la ressource en eau ne tarira pas avant la fin de la culture. La culture est sensible au manque ou à l'irrégularité des apports d'eau, surtout durant la phase de tubérisation. A l'inverse, les excès d'arrosage sont préjudiciables à la qualité (difficulté de conservation) et peuvent favoriser certaines maladies.

Dans des conditions sèches, l'arrosage peut démarrer dès la plantation (pour une levée homogène), mais la quantité d'eau apportée devra être progressivement adaptée au développement foliaire de la culture (voir détail point 4.7.3 Irrigation).

3.3.4. La mise en défens et l'accès des parcelles

Le feuillage de la pomme de terre est très appétissant pour le petit et le gros bétail. Les porcs peuvent également faire des dégâts importants en déterrants les tubercules. En considérant les investissements consentis dans une parcelle, il peut être désastreux de ne pas la clôturer !

Un accès facile à la parcelle pour évacuer la production est souhaitable car, en bonnes conditions, on peut dégager plus de 25 tonnes de produit à l'hectare.

Il faut retenir que :

- **la pomme de terre aime les sols plutôt légers,**
- **il est recommandé (sauf cas particulier) de respecter une rotation d'au moins 4 saisons,**
- **la pomme de terre est consommatrice d'eau : 5.000 à 7.000 m³/saison et par hectare sous irrigation (50 à 70 m³/jour),**
- **la parcelle doit impérativement être sécurisée et d'un accès facile.**

3.4. Les besoins en matériels

Dans la plupart des cas, les travaux de préparation du sol, plantation et entretien sont réalisés à la main. Bien entendu, l'utilisation de la traction attelée ou d'un tracteur avec charrue, pour un labour plus profond que la houe traditionnelle, est toujours souhaitable.

Pour débiter la culture dans une zone, il n'est aucunement nécessaire d'acheter du matériel spécifique à cette culture. C'est en fonction des résultats et surtout des surfaces cultivées qu'il faudra étudier par la suite si les achats du buttoir (outil tracté pour faire les buttes) et/ou d'une souleveuse (outil tracté qui récolte les tubercules et qui les dépose au sol) peuvent apporter plus de rentabilité aux producteurs.

En ce qui concerne les apports d'eau, on observe une variété de moyens en fonction de la ressource en eau et des investissements consentis. Si la pomme de terre est consommatrice d'eau, **elle ne supporte PAS d'être « noyée »**. Dès lors, le classement par mode d'irrigation, du moins intéressant au plus adéquat, est le suivant :



Veillez à :

- **Ne pas commencer une campagne de production en irrigué avec une motopompe peu fiable ! Prévoir toujours une solution de dépannage (pompe de secours appartenant au groupement, location...),**
- **Avoir à portée de main un pulvérisateur à dos en cas de besoin de traitements phytosanitaires (insecticides et/ou fongicides)**

3.5. L'évaluation du compte d'exploitation prévisionnel

Ce point évalue les besoins financiers de la culture mais également le moment d'engagement des dépenses afin d'avoir une idée du plan de trésorerie.

3.5.1. L'évaluation des charges de production

L'évaluation des charges de production a été réalisée pour les trois zones : Bas Congo, Katanga et Kivu. Pour les deux premières, la culture est réalisée en saison sèche pour augmenter les rendements, et donc avec irrigation. Au Kivu, la culture est étudiée en saison des pluies, donc sans irrigation. Bien entendu, il s'agit de valeurs indicatives et le lecteur veillera à ajuster les prix des intrants, de la main d'œuvre et/ou des travaux « tracteur » aux valeurs actualisées dans sa zone ; un canevas est proposé dans ce sens.

Les intrants :

Dans tous les cas étudiés, les intrants représentaient plus de 60 % des charges. Dans celles-ci, les plants représentent toujours plus de 66 % des intrants, sauf au Nord Kivu où ils ne dépassent pas 48 %. On observera que ce sont les prix des intrants et, en particulier, des plants qui différencieront les charges de production entre zones.

Evaluation du coût des plants (relevé dans les ateliers CDE) :

Zone	Origine des plants	Quantité/ha	PU (US \$)	Total (US \$)
Bas Congo	Importés d'Europe	1.600 kg	2,8	4.480
Katanga	Origine locale	1.500 kg	1,3*	1.950
	Importés d'Europe ou Afrique du Sud	2.000 kg	3	6.000
Nord Kivu	Origine locale	2.020 kg	0,60	1.120
Sud Kivu	Origine locale	2.100 kg	1	2.100

* peut atteindre les 2 \$

La fumure organique est rare. Même les petits producteurs (1 ha) ont des difficultés à s'en procurer. Elle ne sera donc pas comptabilisée. On s'orientera vers l'utilisation d'engrais vert.

L'apport des engrais minéraux est généralement calculé sur base des exportations, c'est-à-dire des quantités d'éléments minéraux qui sont enlevées du sol par la production et sur base de ce que le sol et les amendements organiques fournissent naturellement :

$$\begin{aligned} \text{Besoin de la culture en engrais minéraux} = \\ \text{besoin de la culture} - \text{fourniture naturelle par le sol} \\ - \text{fourniture par les amendements organiques.} \end{aligned}$$

La production de pomme de terre (fanés et tubercules) exporte 5 kg d'azote, 6 kg de potasse et 1,6 kg de phosphore par tonne de tubercules produits. Une production de 25 t/ha a donc un besoin théorique de 125 kg d'azote, 150 kg de potasse et 40 kg de phosphore. A ces quantités, il faut alors retrancher les apports réalisés naturellement par le sol et par les amendements organiques. Ce calcul nécessite toutefois une mesure de la fertilité naturelle du sol, ce qui est souvent impossible en RDC en l'absence de laboratoires spécialisés. On préconise alors souvent des apports moyens par type de culture et de sol selon le résultat d'essais de fumure réalisés dans les stations de recherche. En ce qui concerne le phosphore, il faut également tenir compte de la fixation de ce dernier par les sols tropicaux, le rendant peu disponible pour les plantes. En général, on apporte alors plus que la quantité recommandée. Voici quelques exemples de quantités moyennes d'engrais minéraux apportés à la culture de la pomme de terre selon les différentes régions en RDC (sur base des échanges avec des producteurs des différentes régions) :

Zone	Type	Quantité/ha	PU (US \$)	Total (US \$)
Bas Congo Katanga Sud Kivu	10-10-20 + S + Mg	800 kg	2	1.600
Nord Kivu	10-10-20 + S + Mg	400 kg	2	800

Afin d'assurer une couverture phytosanitaire, les traitements suivants minimaux ont été relevés. Bien entendu, en fonction de la pression du mildiou, des traitements supplémentaires pourraient être réalisés.

Zone	Type	Quantité/ha	PU (US \$)	Total (US \$)
Toutes	Produits fongiques 3 traitements à 0,5 kg/ha	1,5 kg	36	54
	Produits insecticides 2 traitements à 2 l/ha	4	25	100

Si la culture est irriguée, on prévoit également un poste carburant à raison de 225 l par pompe et 2 pompes/ha par campagne¹³.

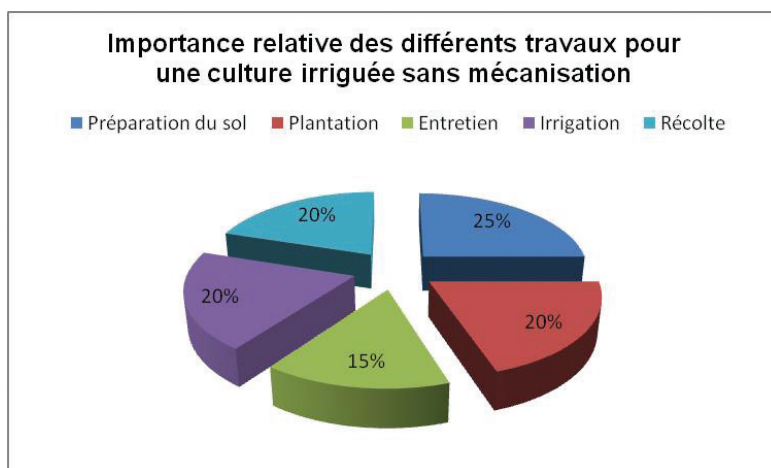
La main d'œuvre :

Le besoin en main d'œuvre dépendra d'un nombre important de paramètres (travail à la tâche ou nombre d'heures travaillées par jour, sol facile à travailler ou non, présence d'adventices, irrigation nécessaire...). De manière globale, le tableau suivant évalue les besoins en « hommes jour »¹⁴ pour les travaux à réaliser pour un hectare de culture, qui ne devraient pas dépasser 500 H/J. pour une parcelle irriguée et 400 H/J sans irrigation.

Activité	Détail	Nbr. H/J par hectare
Préparation du sol	Nettoyage de la parcelle	25
	Labour	100
Plantation	Engrais + plantation	100
Entretien	Buttage + sarclage + pulvérisation	75
Irrigation	Irrigations	100
Récolte	Récolte + tri	100
Total		500

¹³ Utilisation de petites motopompes : 2 pompes/ha consommation de 1,5 l/h à raison de 25 irrigations de 6 h à 1,5 \$/l

¹⁴ Journée de travail d'un homme ou d'une femme de 7 à 8 heures de travail



Les coûts moyens de la main d'œuvre observés varient suivant les zones : 2,17 US \$/HJ au Katanga 2,5 US \$/HJ au Kivu et 3,8 US \$ par H/J au Bas Congo.

Les charges additionnelles :

Pour permettre une bonne rotation des sols, il a été prévu de louer des champs à un maximum de 200 \$ par saison de culture.

En cas de culture irriguée, on ajoutera l'amortissement de 2 motopompes et du matériel d'irrigation correspondant.

Zone	Type	Quantité/ha	PU (US \$)	Nbr. De culture	Amortissement / culture (US \$)
Toutes	Moto pompe petit modèle	2	250	2	250
	Matériel irrigation (tuyaux)	2	250	5	100

L'évaluation des charges de production par zone :

Le tableau ci-dessous présente les charges de la culture relevées en 2012, exprimées en US \$/ha en fonction de la zone :

Type de charges	Zones			
	Bas Congo (irrigué)	Katanga (irrigué et plants locaux)	Nord Kivu (sans irrigation)	Sud Kivu (sans irrigation)
Plants	4.480	1.950	1.120	2.100
Engrais	1.600	1.600	800	1.600
Pesticides	154	154	154	154
Carburant	675	675	0	0
Main d'œuvre	1.900	1.085	1.000	1.000
Location	200	200	200	200
Amortissement	350	350	0	0
TOTAL	9.359	6.014	3.274	5.054

Le calcul prévisionnel des charges pour un cas précis :

Le tableau ci-dessous permet à l'encadreur ou au producteur spécialisé d'estimer ses charges en remplaçant les points d'interrogation par les données relevées dans sa zone :

Rubrique	Charges	Quantité/ha	PU (US \$)	Total (US \$)
Intrants	Plants	? (entre 1.200 et 2.000 kg/ha en fonction des calibres) ¹⁵	?	A calculer
	Engrais	? (800 kg maximum de 10-10-20) ¹⁶	?	A calculer
	Pesticides			154
	Carburant	? (en fonction consommation pompe)	?	A calculer
Main d'œuvre	Travaux manuels	400	?	A calculer
	Irrigation	100	?	A calculer
Charges additionnelles	Amortissements	? en fonction prix de la pompe et du nombre d'année d'utilisation	?	A calculer
	Location	En fonction de la nécessité et de la surface	?	A calculer
	Autres	?	?	A calculer
TOTAL				A calculer

En conclusion, on notera que :

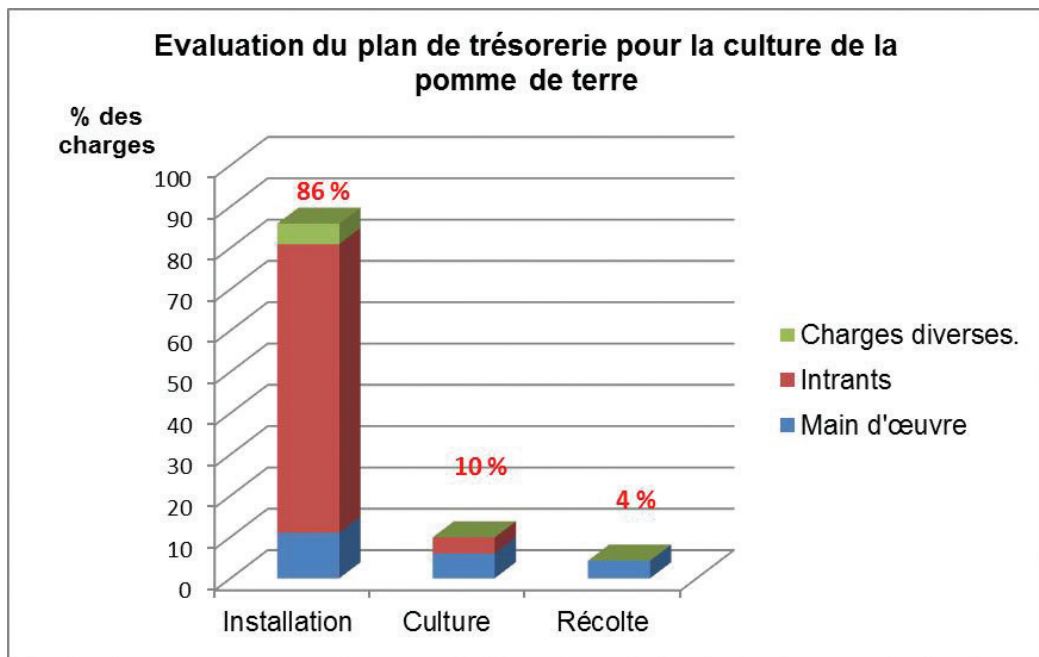
- la culture d'un hectare de pomme de terre nécessite un apport financier considérable entre 3.000 \$ US et 9.500 \$ US.
- la différence des charges entre zones provient principalement du prix des intrants et, dans une moindre mesure, de la nécessité ou non d'irriguer la culture.

¹⁵ Voir point 4.6.1 La densité de plantation

¹⁶ Voir point 4.4 La fumure

3.5.2. Le plan de trésorerie

La première période comprenant l'achat des intrants, la préparation du sol et la plantation, concentre 86 % des charges totales de la culture. L'entretien de la culture demandera environ 10 % des charges et la récolte 4 %.

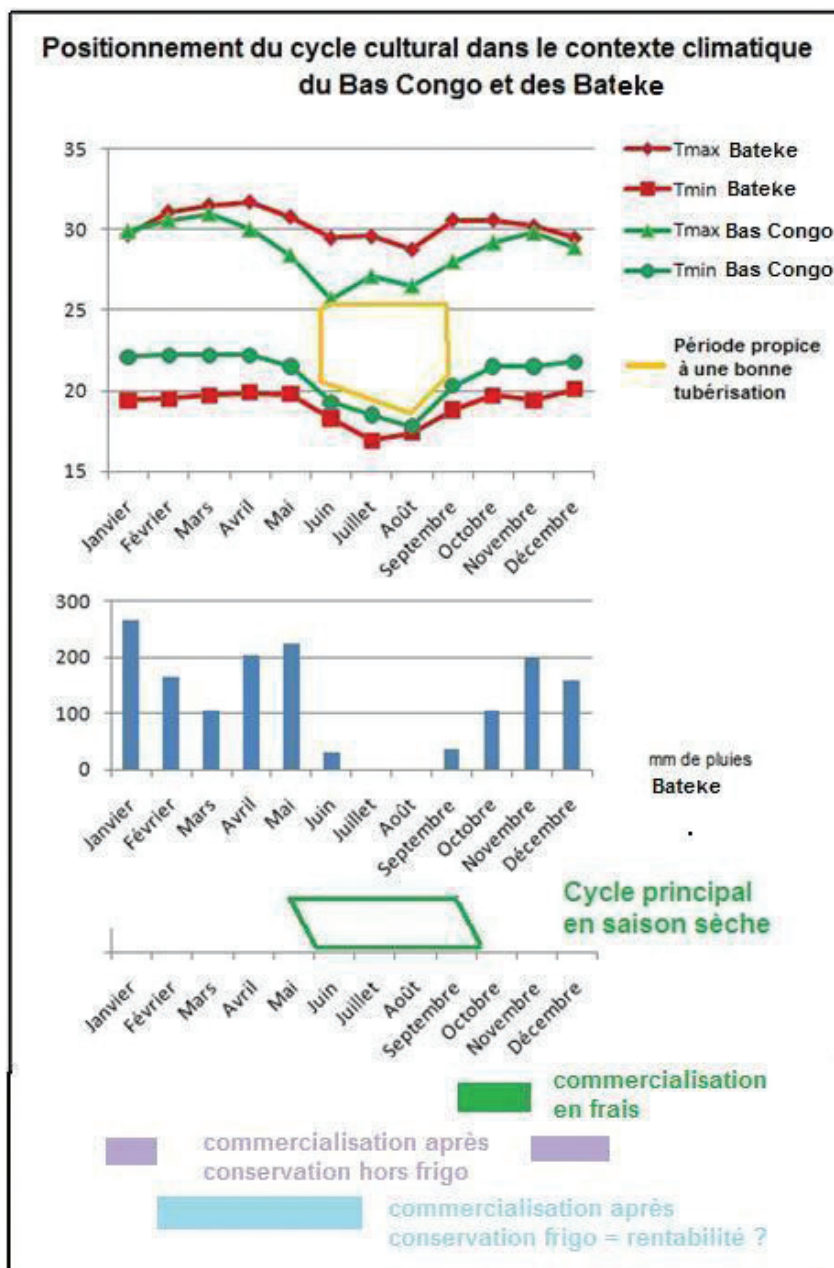


Il faut donc bien prévoir que plus de 80 % des charges de culture doivent être réalisés à l'implantation de celle-ci.

4. La phytotechnie

4.1. Les cycles cultureux

Trois schémas sont repris pour permettre de positionner les cycles cultureux dans le contexte climatique de chaque zone visée (température et pluviométrie). Une fois la période de culture la plus favorable identifiée, on peut prévoir les périodes au cours desquelles les récoltes (produits) seront disponibles sur le marché.

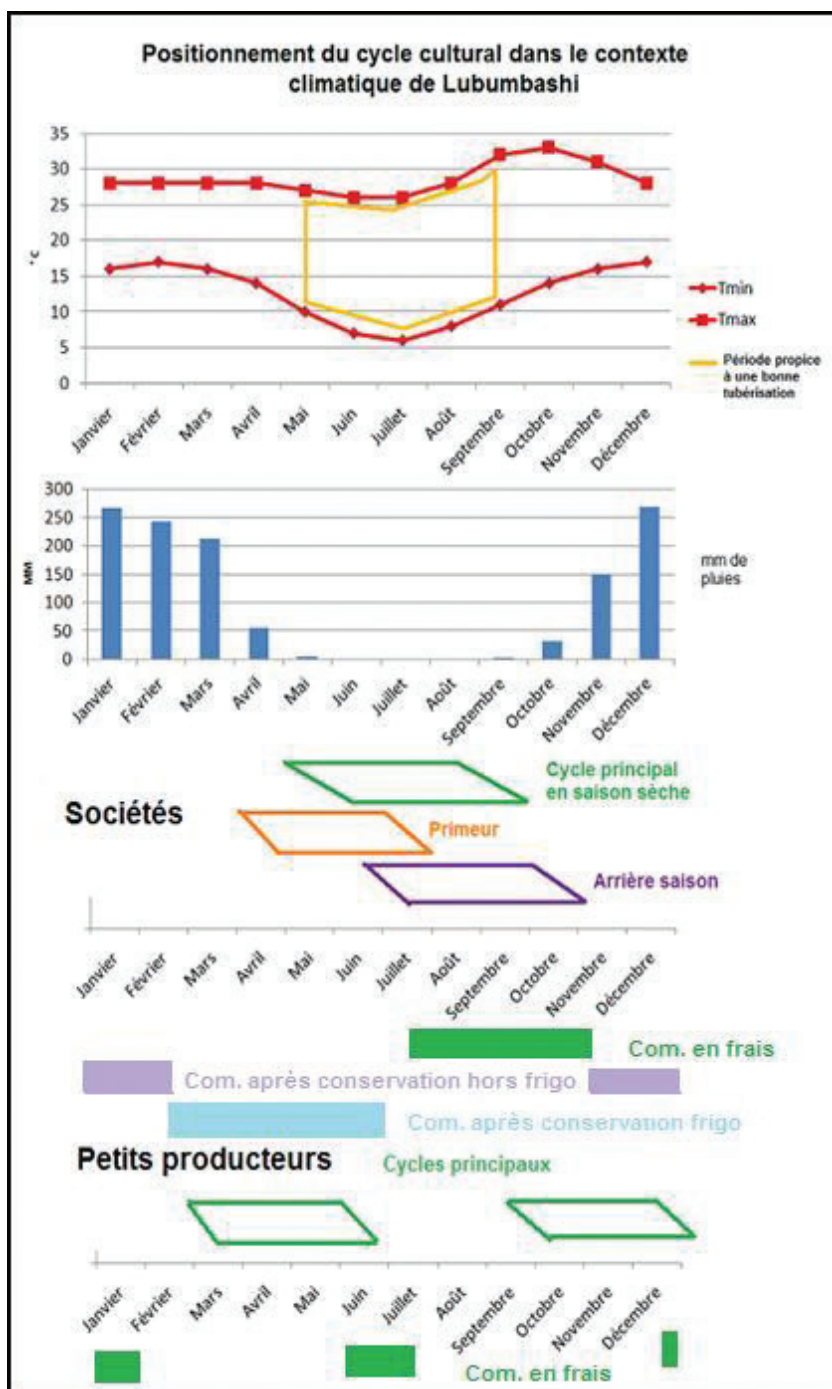


Les courbes des températures moyennes mensuelles maximales et minimales permettent de positionner une période propice à une bonne tubérisation (début juin à fin août) du fait d'une thermo-période importante (encadré jaune). On observera que le potentiel de production du point de vue des conditions climatiques devrait être légèrement plus élevé dans les Bateke (dû à l'altitude) que dans le Bas Congo. Le graphique des températures montre que, pour bénéficier d'un différentiel important de température entre le jour et la nuit, il faut planter en saison sèche. Etant donné que la saison propice (pour des variétés classiques) s'étale uniquement sur 3 mois et demi, un seul cycle optimal de culture se positionne avec des plantations du 15 mai au 1 juin et des récoltes de la mi-septembre au début octobre. Dans ce schéma, la pomme de terre fraîche sera mise sur le marché d'octobre à la mi-novembre. Ensuite, le produit pouvant être conservé hors frigo pendant 3 à 4 mois, elle pourra être vendue jusqu'à la mi-février. Une conservation frigo est techniquement possible, ce qui permet, à peu de chose près, d'approvisionner le marché toute l'année. L'option de conservation frigo pour la pomme de terre de consommation doit être étudiée de près, car elle est chère et risque de ne pas être concurrentielle par rapport aux importations. Bien entendu, les producteurs vont essayer d'étaler leurs plantations (primeur et arrière-saison), au risque de diminuer les rendements. Certains iront même jusqu'à produire en saison des pluies en produisant moins, mais sans investissement d'irrigation.

Le même exercice, réalisé pour la région de Lubumbashi, permet d'observer une période propice plus large (mai à septembre), due à une altitude plus élevée; celle-ci se positionne également en saison sèche.

Au Katanga, deux systèmes différenciés s'observent, cependant, en fonction des cycles :

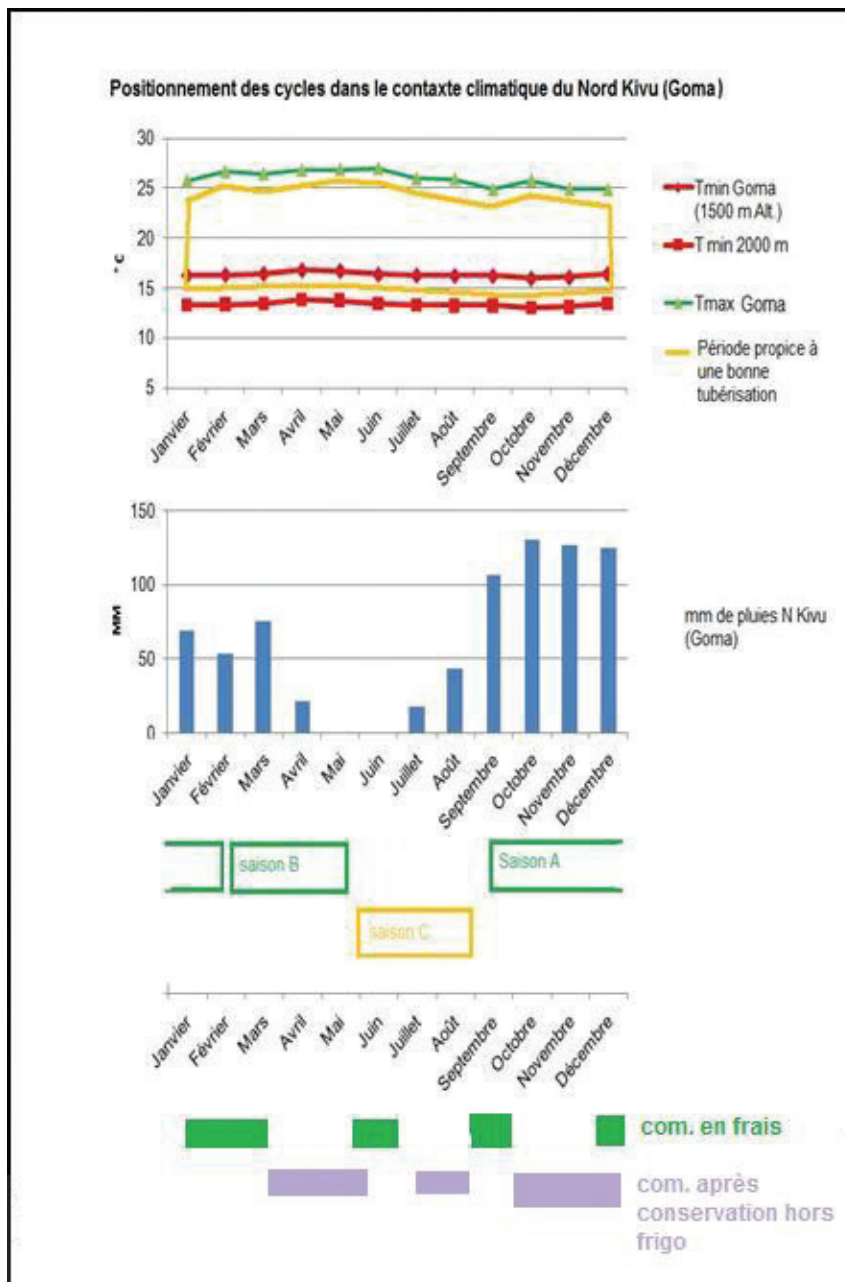
- Les sociétés vont exploiter la période la plus propice en saison sèche pour obtenir des rendements conséquents (supérieurs à 25 t/ha). Elles vont cependant étaler les plantations pour permettre des récoltes et des ventes en frais du 15 juillet au 15 novembre. Une conservation hors frigo est réalisable pour assurer l'approvisionnement jusqu'à la mi-février. Une conservation frigo pourrait boucler l'année, toujours en ayant au préalable vérifié sa rentabilité,
- Des petits producteurs s'inscrivent dans un tout autre schéma de production, en saison des pluies, car ils ne disposent pas de moyen d'irrigation. Leurs rendements sont inférieurs à ceux des sociétés, mais leurs charges sont moindres car dans ce système, d'une part, le prix du plant est réduit car il est « récupéré » d'une culture à l'autre et, d'autre part, il n'y a pas ou peu de frais d'irrigation. Suite à une culture en saison des pluies, la pomme de terre de consommation est plus difficile à conserver. Dès lors, la pomme de terre devra être vendue rapidement juste après les deux périodes de récolte.



En résumé, le lecteur retiendra les principes suivants pour le Bas Congo, les Bateke et le Katanga :

- les périodes les plus propices à la tubérisation se situent en saison sèche,
- des plantations en saison des pluies vont limiter les rendements et la capacité de conservation des tubercules, mais demandent des investissements moins importants.

L'établissement d'un tel schéma devrait être repris pour toute étude d'introduction de la culture dans une nouvelle zone géographique.



L'exercice permet également de clairement mettre en évidence le potentiel de production du Kivu.

On y observe des courbes de températures moyennes mensuelles maxima et minima qui définissent une thermo-période importante toute l'année. A 2.000 m d'altitude, elle peut être estimée à plus de $\pm 10^{\circ}\text{C}$. A 2.500 m, l'écart sera de $\pm 13^{\circ}\text{C}$. Dès lors, on peut considérer que la pomme de terre peut être plantée tous les mois de l'année avec un potentiel important de production. Dans ce contexte, les producteurs privilégient une pro-

duction en saison des pluies pour limiter les coûts. Cependant, certains vont planter en fin de celle-ci pour limiter les problèmes de mildiou et de pourriture des tubercules (mais avec des pertes de rendement possibles selon la précocité de la saison sèche). Ils profitent alors de la rosée en altitude. Une production réduite est également réalisée en saison sèche dans les marais (saison C).

Une altitude de plus de 2.000 m permet de planter en saison des pluies et en saison sèche (si des moyens d'irrigation sont disponibles).

4.2. Le choix variétal

Les variétés utilisées actuellement en RDC peuvent se classer globalement en deux groupes, en fonction de leur origine :

- variétés issues de sélections européennes, d'Amérique du Nord ou d'Afrique du Sud utilisées au Bas Congo, dans les Bateke et au Katanga,
 - variétés cultivées au Kivu et issues de programmes de sélection d'Afrique centrale et de l'Est (Rwanda, Burundi, RDC, Ouganda, Kenya), souvent en collaboration avec le CIP¹⁷.
- Les critères de choix des variétés annoncés par les producteurs lors des échanges sont différents suivant les zones :

- Au Bas Congo et au Katanga, l'offre en pomme de terre de consommation étant actuellement moins importante que la demande, les producteurs ont priorisé les critères comme suit :
 1. tolérance aux maladies (mildiou et bactériose¹⁸),
 2. rendement élevé,
 3. bonne aptitude à la conservation,
 4. pourcentage élevé de gros calibres,
 5. précocité,
 6. couleur de la peau.

On observe que le choix se porte avant tout sur des critères qui favorisent une bonne production étant donné que le marché est ouvert et moins exigeant.

- Au Kivu, l'offre est plus importante, dès lors le classement est le suivant :
 1. qualités demandées par le marché : couleur chair et peau, pourcentage de gros calibres, pomme de terre à frites...,
 2. rendement élevé,
 3. bonne aptitude à la conservation,
 4. tolérance aux maladies,
 5. précocité,
 6. dormance courte : dans le cas d'une plantation de saison B aux mois de mars-avril avec les tubercules produits en saison A et récoltés au mois de décembre précédent.

Dans cette zone, les producteurs sont obligés de répondre avant tout aux critères de la demande, ensuite seulement viennent les critères pour faciliter la production.

Au Bas Congo et au Katanga, le choix variétal reste un problème dans la mesure où la recherche locale s'est peu investie ces 20 dernières années dans le choix variétal, au contraire du Kivu ayant pu bénéficier des acquis de la station de Mulungu, du CAP-SA Luotu et du Rwanda voisin. Au Katanga, les variétés d'origine sud-africaine ou européenne, cultivées en Afrique du Sud, sont tout de même assez répandues. Au Bas Congo, des essais variétaux ont été réalisés ces dernières années, montrant l'adaptation

¹⁷ Centre International de la Pomme de terre

¹⁸ *Rastonia solanacearum*

de certaines variétés d'origine européenne ou américaine, mais il reste du travail d'évaluation à faire pour l'identification de variétés bien adaptées. Toutefois, on peut caractériser les variétés à promouvoir selon divers critères :

Critère 1 : le marché visé : primeur, vente en frais, vente en frais et conservation.

Objectif	Caractéristique
Primeur	Variété à cycle court pour arriver rapidement sur le marché, produisant de moyens et gros tubercules. A planter en fin de saison des pluies/début saison sèche.
Vente en frais après culture en saison sèche	Variétés à cycle plus long donnant des rendements très importants et de gros tubercules pouvant être peu aptes à la conservation. A planter en début de saison sèche.
Vente en frais ou après conservation	Variétés à cycle plus long donnant des rendements très importants avec une bonne capacité de conservation hors ou en frigo. A planter en saison sèche.

Critère 2 : les autres exigences du marché :

- une couleur de peau : blanche ou rouge,
- une couleur de chair : blanche ou jaune,
- une belle présentation : peau lisse, régularité dans le calibre,
- pas de défauts internes (cœur creux, coups bleus, tâches cendrées),
- un pourcentage élevé de gros tubercules.

Pour les caractères d'utilisation, toutes les variétés proposées dans le tableau ci-dessous sont du groupe B, qui se caractérise comme suit : pomme de terre à chair assez fine, un peu farineuse, se délitant peu à la cuisson. Avec le développement de la production et de la consommation, on pourrait voir l'apparition de nouvelles exigences, parmi lesquelles des variétés aptes à la transformation (chips, frites).

Critère 3 : les exigences de la production :

- rendement,
- maturité (précocité),
- sensibilité mildiou, bactériose,
- repos végétatif,
- aptitude à la conservation.

Le tableau des variétés d'origines européennes et nord-américaines reprend un certain nombre de variétés qui sont déjà utilisées (en gras) ou qui auraient un potentiel à confirmer en saison sèche. Des essais variétaux devraient les tester en incluant d'autres variétés.

Pour une production en saison des pluies au Bas Congo, dans les Bateke et au Katanga, le choix devrait se porter vers des variétés tropicales de basse altitude dont certaines sont disponibles au CIP. A noter cependant que ces variétés sont d'un aspect plus rustique (yeux enfoncés, tubercules ronds,...) qu'une belle pomme de terre sélectionnée en Europe. La sélection d'une variété performante en saison des pluies est un objectif majeur pour la recherche car elle permettrait, d'une part, d'étaler la production pour commercialiser toute l'année, et, d'autre part, de bénéficier de plants locaux moins chers car non conservés en frigo. Il serait également intéressant d'évaluer, pour les cultures de saison des pluies au Bas Congo et au Katanga, le potentiel des variétés utilisées à l'Est du pays.

Le Kivu a bénéficié directement ou indirectement de plusieurs programmes de sélection des années 80 dans la zone des Grands Lacs. A l'Est, les producteurs estiment que le choix variétal est suffisant mais que certaines variétés sont dégénérées et ne produisent plus suffisamment (Mabondo, Sangema). L'approvisionnement régulier en matériel de pré-base indemne dans une filière courte de multiplication (3 multiplications : pré-base, base et certifié) devrait solutionner le problème.

Un tableau précise les variétés rencontrées. Certains clones d'une même variété portent des noms différents en fonction des zones de production. Il sera nécessaire de clarifier les dénominations en vue de réintroduire le matériel végétal de pré-base de la variété demandée.

L'utilisation de variétés tolérantes à la bactériose doit être évaluée avec soin. En effet, si à court terme, ce caractère permet à l'agriculteur de limiter les dégâts, il n'empêche que la bactérie peut se propager par les plants d'autant plus facilement que ces variétés expriment peu ou pas de symptômes : la production de plants sains de ces variétés est donc compliquée par le fait qu'il est difficile d'identifier visuellement et d'épurer les plants malades. Dans de nouvelles zones de culture, vierges de bactériose, on privilégiera donc des variétés sensibles, ceci pourvu qu'un système de production de plants bien maîtrisé soit mis en place. Pour les zones déjà touchées, on veillera à utiliser des variétés tolérantes mais issues de multiplications dans des zones vierges de bactériose.

Sur le volet des variétés on retiendra que :

- **pour les variétés importées, on choisira d'abord la variété en fonction du marché visé : primeur, frais, conservation. Le producteur aura de toute manière intérêt à « panacher » les mises sur le marché pour limiter les risques ; les critères imposés par le marché sont ensuite à prendre en compte (couleur, calibre...) car ils s'imposeront de toute manière à moyen terme,**
- **l'objectif, pour toutes les variétés, réside dans une mise à disposition des producteurs de plants de qualité éventuellement certifiée,**
- **il faut privilégier uniquement les variétés qui ont déjà prouvé un potentiel et n'importer de nouvelles variétés qu'une fois validées par la recherche,**
- **pour démarrer une production dans une nouvelle zone, il faut se cantonner à des variétés connues et qui se conservent bien, ce qui permet de limiter les risques en cas de surestimation de la demande et les risques d'engorgement du marché.**

Variétés d'origines européennes et nord-américaines.

Marché visé	Variété	Exigences du marché			Exigences de la production			
		Couleur peau	Couleur chair	% gros tubercules	Rendement ¹⁹ t/ha	Maturité ²⁰	sensibilité mildiou	Repos végétatif ²¹
Primeur	Apollo	Blanche	Jaune	Elevé	Faible 47,7 t/ha	70-75 j	Peu sensible	50-70 j
	Sahel	Blanche	Jaune	Moyen	Moyen 55,1 t/ha	95-100 j	sensible	30-50 j
	Sirtema	Blanche	Jaune	Elevé	Faible 46,7 t/ha	60-75 j	sensible	<30 j
Vente en frais	Spunta	Blanche	Jaune	Très élevé	Elevé 58,3 t/ha	70-75 j	Moyenne	70-90 j
	Tebina	Blanche	Jaune	Elevé à très élevé	Très élevé	125-130 j	Bonne résistance	110-130 j
	Atlas	Blanche	Jaune	Très élevé	Moyen 59,3 t/ha	110 à 120 j	Sensible	90-110 j
	Pamina	Blanche	Jaune	Elevé à très élevé	Très élevé 68,2 t/ha	115-120 j	Moyenne	90-110 j
	Kennebec	Blanche	Blanche	Elevé	Elevé	100 à 120 j	Moyenne	110-130 j
Vente en frais ou après conservation	Red Pontiac	Rouge	Blanche	Elevé	Elevé	120-130 j	Moyenne	70-90 j
	Mondial	Blanche	Jaune	Assez élevé	Elevé 78,2 t/ha	115-120 j	Sensible	70-90 j
	Agria	Blanche	Jaune	Elevé à très élevé	Moyen 58,8 t/ha	110-115 j	Assez sensible	90-110 j
	Désirée	Rosée	Jaune	Elevé	Moyen 54,6 t/ha	110-120 j	Moyenne	>130 j
	Claustar	Blanche	Jaune	Elevé à très élevé	Moyen 58,3 t/ha	95-100 j	Assez sensible	70-90 j

¹⁹ Sur base d'un rendement moyen de la référence Binjtje entre 50 et 55 t/ha (= 52,5 t/ha) sur 10 ans sur les sites d'évaluation CTPS en France. Ces valeurs servent de références pour comparer les variétés entre elles (et non pas prévoir les rendements en Afrique !)

²⁰ Correspondance : 60-65 j = très précoce, 70-75 j = précoce, 95-100 j = demi-précoce, 100-105 j = demi-précoce à moyen, 110-115 j = moyen, 115-120 j = demi-tardif, 120-125 j = demi-tardif à tardif, 125-130 j = tardif, 135-140 j = très tardif. Attention, durée des cycles à confirmer en Afrique.

²¹ Durée à partir de la récolte pour des tubercules restés dans le sol 3 à 4 semaines après défanage. Conservation dans des conditions favorables à la germination : température entre 15 et 20°C et hydrométrie supérieure à 90%. Correspondance : < 30 j = très court, 30 à 50 j = court, 50-70 j = Assez court, 70-90 j = moyen, 90-110 j = assez long, 110-130 j = long, >130 j = très long

Variétés issues de programmes locaux ou sous-régionaux de sélection

Nom	Cycle (jours)	Couleur peau	Couleur chair	Rdt (T/ha)	Longueur de dormance (Jours)	Résistance / Tolérance bactériose	Résistance/ tolérance Mildiou	Niveau préférence*	Remarque
N'Simira	90-100	Blanc	Blanc	20-25	70-84	Tolérant	Tolérant		
Kinja	80-90	Rose	Crème	20-25	70-84	Tolérant	Tolérant		
Cruza	120-135	Jaune (yeux violets)	Jaune pale	15-25	28-42	Résistant	Peu sensible	N°3 Kivu	Anneau vasculaire violet
Gahinga ²²	120-130	Rouge	Jaune	20-30	70-84	Sensible	Assez tolérant	N°1 Kivu	
Montsama	90-105	Rouge	Jaune	42-56		Sensible	Assez tolérant		
Sangama	100-115	Rose	Jaune	15-20	70-98	Tolérant	Sensible	N°7 Kivu	Apprécié pour frites
Mabondo	100-110	Bicolore							
Kirundo	100-110	Blanc	Jaune	25	50-60	Tolérant	Peu sensible	N°4 Kivu	Sensible gale
Victoria	100-110	Rouge	Jaune	25	30-50	Tolérant	Peu sensible		
Gikungu	100-120	Blanc	Jaune	34,7	70	Tolérant	Peu sensible		
Kigega	100-120		Jaune	39,8	70	Tolérant	Peu sensible		
Mizero	100-120			40,5	60	Tolérant	Peu sensible		
Rukinzo									
Ingabire	120-130								
Pnap ou Maharare	90-100	Violet	Blanc	20-25	30 - 60	Sensible	Tolérant		
Kinigi ²³				20	30	Tolérant	Tolérant	N°2 Kivu	Petits calibres et bonne conservation
Kenya		Rouge	Blanc/jaunâtre					N°5 Kivu	CIP 378699-2
Kilela		Blanc	Jaune					N°6 Kivu	
Kipushi ²⁴		Rouge	Jaune						
Red Eye		Blanc	Blanc						

* Rendements évalués en stations d'essais en conditions locales

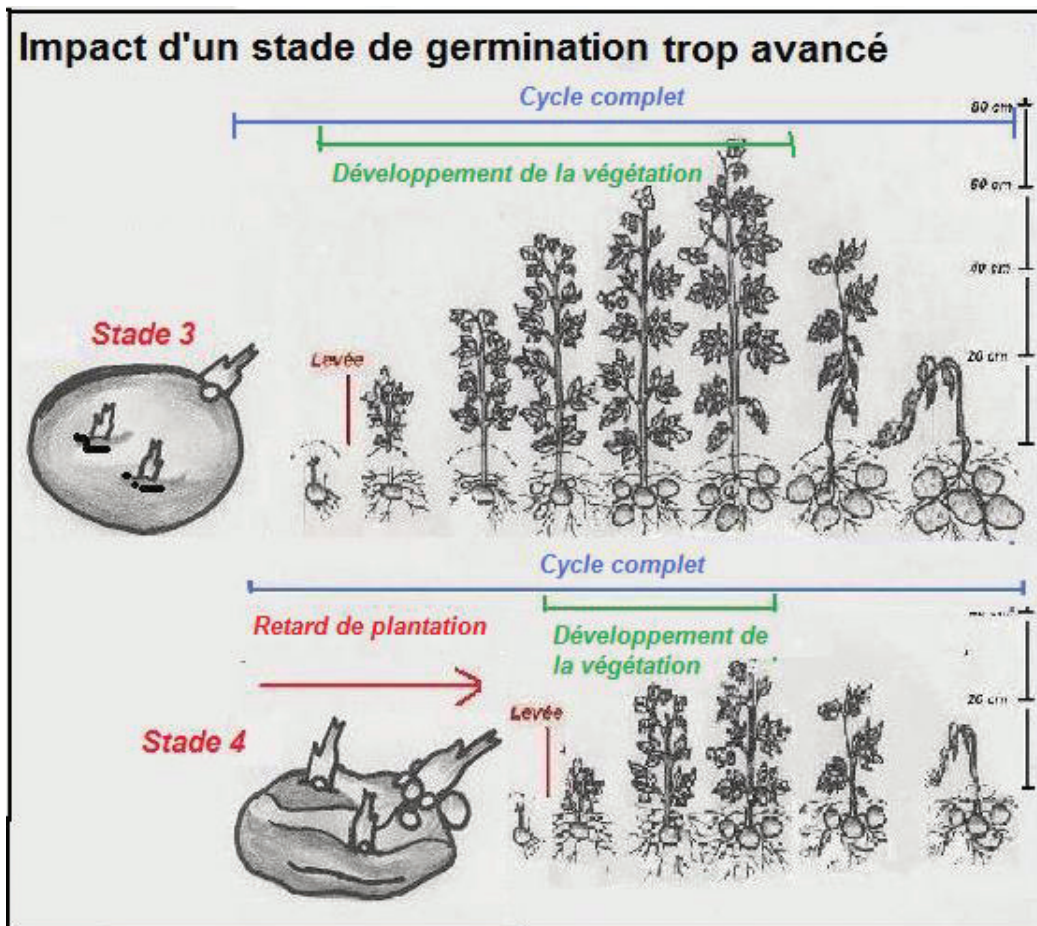
²² Supposée être l'Uganda 11 et appelée aussi Rutuku (?) = CIP 720097²³ CIP N° 378699-2²⁴ Appelée Lombe

4.3. La préparation des plants

4.3.1. La gestion de la germination

Rappelons qu'un tubercule commence son cycle de développement dès la germination (stade 2) et que, planté ou pas planté, il va tubériser après une période correspondant à sa maturité (longueur du cycle).

Dès lors, une plantation réalisée avec de vieux tubercules, dont le stade de germination est trop avancé, conduit à une culture dont la végétation est peu vigoureuse, dans laquelle la tubérisation sera très rapide et la maturité avancée. Dès lors, les tubercules formés seront insuffisamment nourris et le rendement sera faible.



Il est donc important de ne pas planter de plants physiologiquement trop vieux (entre le stade 3 et 4, mais bien au stade 2 ou début 3).

Dans le cadre de plants importés d'Europe pour un cycle en saison sèche (plantation mars pour primeur et jusqu'à juin pour arrière-saison), les tubercules auront un passé de 6 à 9 mois de conservation à basse température, ce qui aura ralenti considérablement leur évolution physiologique. Leur transport d'Europe vers la zone de production sera idéalement réalisé en utilisant des conteneurs frigorifiques pour ne pas arriver dans un état physiologique trop avancé. Le maintien du froid durant leur transport est également un gage de préservation de la qualité sanitaire.

Attention, il est TOUJOURS préférable de faire venir le plant en conteneur frigorifique pour pallier d'éventuels retards logistiques.

Si, à l'ouverture des caisses ou des sacs, on constate que des germes apicaux sont excessivement longs, il faut procéder à un égermage, c'est-à-dire que l'on casse ces germes pour provoquer le démarrage plus rapide des autres germes. Les plants seront ensuite disposés à la lumière diffuse pour la période précédant la plantation. Attention au fait que certaines variétés ne supportent pas bien l'égermage : il vaut mieux connaître le comportement des variétés pour ce phénomène avant de procéder à l'égermage.



**Egermage = casser le germe
« filé » pour permettre les
démarrage des autres germes**

Il est également possible que des plants arrivent non pré-germés. Dans ce cas, on peut disposer les plants sur une couche de sable humide et les recouvrir d'un sac de jute. L'humidité ambiante favorise le démarrage des germes.

**Placer les tubercules sur
le sable avec la couronne
vers le haut**



Pour les variétés multipliées localement, les durées de dormance sont majoritairement courtes, ce qui permet de réaliser aisément une conservation et une pré-germination entre deux cultures (notamment au Kivu, entre deux saisons des pluies).

Dans cette région, les tubercules pour plantation sont conservés dans des hangars traditionnels à lumière diffuse sur des étagères.



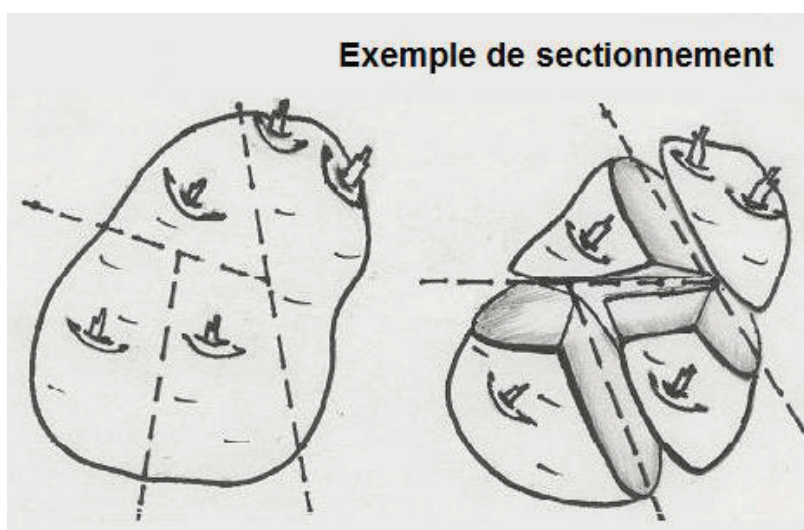
Le producteur vérifiera que les plants ne soient pas trop vieux au moment de la plantation (tubercules fripés avec des germes trop développés).

Une bonne germination des plants est un facteur déterminant pour une bonne récolte.

4.3.2. Le sectionnement (ou coupe) des plants

Le sectionnement des plants est une opération qui consiste à couper les plants de gros calibre (>45 mm) avant la plantation.

Le sectionnement se réalise la veille de la plantation. Les sections de tubercules resteront la nuit à l'air libre pour sécher. On peut passer les sections coupées dans la cendre ou de la chaux éteinte pour favoriser la cicatrisation.



Le sectionnement a des avantages et des inconvénients et doit donc être utilisé à bon escient :

Avantages	Inconvénients
Nécessite une quantité réduite de plants/ha (par exemple calibres >50 mm non sectionnés = + de 2 t/ha et en sectionnement multiples – de 1 t/ha)	Risque de propagation de maladies (surtout bactéries et champignons), si la lame du couteau n'est pas désinfectée entre chaque tubercule ²⁵
Permet d'obtenir à la récolte un pourcentage plus important de gros calibres (tiges moins nombreuses par plant, moins de tubercules par plant mais de plus grosse taille)	Un sectionnement en multiples morceaux donne un germe avec une faible quantité de réserve. Le terrain doit être parfaitement préparé et l'irrigation sans défaut.
	La technique de sectionnement d'un tubercule en plusieurs plançons demande un travail plus important de préparation du terrain et des plants ; elle est difficile à gérer sur de grandes surfaces (>1 ha)

Attention, on ne doit jamais sectionner les tubercules pour une plantation :

- en saison des pluies (car les fragments risquent de pourrir dans le sol),
- si les tubercules au départ présentent des problèmes sanitaires (tubercules pourris dans le lot).
- si une production de plants est envisagée avec ces tubercules.

Si les tubercules sont sectionnés, la distance entre les plants sur la ligne est réduite à 20 cm (voir densité de plantation).

4.4. La fumure

4.4.1. Les exportations des éléments par la culture :

Les exportations moyennes de la pomme de terre, en éléments, à l'hectare, en fonction du rendement, sont évaluées comme suit :

Éléments minéraux	Azote	Acide phosphorique	Potasse	Magnésie	Soufre
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	SO ₂
Exportations des tubercules et végétation en kg par tonne de production	5	1,6	6	0,4	0,3
Besoins en kg pour 25 t de production	125	80 (doublé)	150	10	7,5
Équilibre global (rapport entre éléments)	1,5	1	2	-	-

Remarque : la plante de pomme de terre a des difficultés à absorber le phosphore qui est fixé au sol, d'où l'intérêt de doubler les apports²⁶.

Veillez à ne pas avoir de carence en soufre et magnésie. Un engrais composé spécifiquement pour la pomme de terre peut être préconisé (contenant du soufre et de la magnésie).

²⁵ Alternance de deux couteaux trempés dans une solution d'eau de javel

²⁶ Cas d'un engrais de fond, mais peut être diminué en fonction du type d'engrais (par exemple foliaire) et de sa solubilité

On retiendra que :

- la pomme de terre se caractérise par des besoins importants en potasse ; il est dès lors important de respecter un équilibre général $N - P - K^{27}$ de 1,5 - 1 - 2,
- le rendement de la pomme de terre est très étroitement lié à la disponibilité des éléments minéraux ; des carences auront des incidences directes,
- une fertilisation suffisante mais sans excès sera un élément majeur de la réussite pour la quantité, la qualité et la rentabilité de la production.

4.4.2. Une fertilisation raisonnée :

Etant donné l'importance de la fertilisation, le prix élevé des engrais minéraux et la rareté de la matière organique, il est essentiel que le producteur apporte toute son attention pour initier une fertilisation raisonnée intégrant de bonnes rotations et l'utilisation d'engrais verts. Malheureusement, le producteur ne peut souvent pas faire analyser la fertilité naturelle ou résiduelle de son sol pour déterminer les quantités optimales d'engrais minéraux à apporter. Le producteur travaille alors souvent de manière empirique, en apportant des quantités « raisonnables » d'engrais minéraux (souvent limitées par ses moyens !).

Nous ne pouvons donc que conseiller aux associations de producteurs et aux sociétés de susciter le développement de laboratoires spécialisés au niveau de la recherche afin de définir ensemble un plan de fertilisation spécifique et de rotation, se basant sur un raisonnement classique résumé ci-dessous.

1. Analyse de sol après défrichage ou culture précédente pour avoir au moins une idée globale dans une zone de ce que le sol contient comme éléments nutritifs disponibles pour la culture.
2. Pour les apports, la priorité sera donnée à la recherche de la matière organique par rapport aux engrais minéraux pour les raisons suivantes :
 - elle renforce la fertilité et la vie microbienne du sol,
 - elle limite les achats d'engrais minéraux,
 - elle donne une bonne structure au sol pour retenir l'eau et les éléments minéraux,
 - elle accroît l'aptitude à la conservation de la pomme de terre (sauf si elle est trop riche en azote).

La disponibilité de déjections animales étant cependant limitée, surtout pour des grandes parcelles (>1 ha), on privilégiera l'utilisation d'engrais verts (légumineuses avec incorporation de la végétation).

3. Seul, le solde des besoins sera apporté sous la forme d'engrais minéraux.

4.4.3. La fumure organique :

Déjections animales et sous-produits

Le tableau suivant permet d'évaluer les teneurs en éléments des diverses sources de matières organiques :

Une tonne de chaque type de matière organique comprend en moyenne les éléments suivants (en kg) :

²⁷ Il s'agit d'un équilibre général, car en cas de culture de pomme de terre primeur, l'azote peut être sur-dosé (2-1-2) pour accélérer le développement végétatif et, en pomme de terre de consommation de conservation pour des variétés à fort rendement, la potasse peut également être augmentée (1,5-1-2,5 à 3).

Eléments	Azote	Ac. phosphorique	Potasse	Magnésie	Soufre
Formule	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	SO ₂
Fientes de volaille et déjections de chauves souris	3,5	2.5	1.4	1	2
Déjections de mouton	2	1.5	3	2	1.5
Déjections de chèvre	1.5	1.5	3	-	
Déjections de cheval	4.5	1.5	3.5	1	0.5
Déjections de porcs	3,5	2,3	3,4	1	
Fumier de bovin	2	1.5	2	1	0.5
Compost	5	2,5	4,5	-	-
Sang desséché	130	20	10	-	-
Poudre d'os	40	225	-	5	5
Poudre de corne	40	225	-	5	5
Cendre de bois	0	10 à 30	60	20 à 30	

Attention à bien vérifier que la matière organique soit suffisamment décomposée et sans parasites. Le passage par une phase de compostage est vivement conseillé, pour autant que l'on vérifie que le compost « chauffe bien » permettant ainsi une désinfection naturelle. Veillez, évidemment, à ne pas mettre dans la compostière des tubercules pourris ou tout autre déchet de cultures malades. Ceux-ci seront jetés dans une fosse prévue à cet effet.

Appliquer la fumure organique avant la fumure minérale.

Les espèces fixatrices d'azote

Diverses espèces de légumineuses peuvent fixer l'azote dans le sol. On différenciera les légumineuses plantées annuellement des arbres ou arbustes.

En fonction de la zone, le plan de culture peut prévoir une rotation d'une légumineuse suivie de pomme de terre afin d'apporter de l'azote au sol (haricot, soja, arachide,...). Ces apports dépendront d'un nombre important de facteurs (espèces, développement, type de sol...). A noter que, si les légumineuses piègent l'azote de l'air (+ 50 % de l'azote total de la plante), elles restent dépendantes d'apports initiaux d'azote dans le sol pour leur développement.

On peut également réaliser des jachères améliorées avec des légumineuses qui sont enfouies dans le sol ; *Mucuna* (*Mucuna pruriens*), *Crotalaria* (*Crotalaria grahamiana*), *Stylosanthes* (*Stylosanthes* sp.), le pois carré africain (*Psophocarpus scandens*)...

Au Kivu, le *Mucuna* ou pois mascate, est semé sur des sols meubles en poquet de 40 x 40 cm à 50 x 50 cm à une profondeur de 2-4 cm. En 3 mois de temps, une biomasse importante est formée qui va limiter le développement des mauvaises herbes. Son développement est contrôlable par fauche ou traitement herbicide (2,4-D). Son apport a été évalué au Bénin à plus de 100 kg d'azote/ha sur une culture de maïs suivante.

Différentes ***Crotalaria*** sont également utilisées comme engrais vert avec l'avantage de limiter les nématodes (Méloïdogynes).

L'agroforesterie a déjà prouvé l'intérêt d'utiliser des variétés de leucaena (*Leucaena spp*) ou d'acacias afin de fertiliser de manière naturelle les sols. Les terrains améliorés sont valorisés en bandes entre les arbres ou après la coupe de ceux-ci. Ces techniques intéressantes s'inscrivent bien entendu dans un développement à long terme d'une exploitation et de son terroir, dans laquelle la pomme de terre peut s'inscrire comme culture de rente pour, au final, tenter de valoriser au mieux la richesse du sol en éléments fertilisants.

L'incorporation de biomasse

L'enfouissement dans le sol de la biomasse produite par des espèces choisies est bénéfique, car sa décomposition dans le sol améliore sa structure et restitue une quantité non négligeable d'éléments fertilisants.

Les plantes du genre Tithonia sont par exemple utilisées à cet effet. Tithonia pousse sous la forme de haies le long des routes et en bordure de propriétés. Les tiges vertes et les feuilles seront coupées à un stade précoce de croissance, hachées et déposées sur les demi-buttes à raison de +/- 5 t/ha et recouverte de 5 à 10 cm de terre (finition de la butte). La plantation se réalisera après au moins une semaine après avoir vérifié qu'il n'y a plus d'échauffement dû à la décomposition. L'apport en main d'œuvre de l'opération est estimé à 40 H/J/ha.

A noter qu'il n'est pas conseillé de planter le Tithonia en association, ni même en plein champ, car elle peut devenir envahissante. C'est aussi pourquoi, il est conseillé de la tailler régulièrement. Son utilisation en engrais vert peut acidifier les sols, le pH de ceux-ci est donc à surveiller. Tithonia possède également des effets nématocide et bactéricide.



4.4.4. La fumure minérale :

Le tableau suivant résume les principaux engrais minéraux en précisant la quantité d'unités (kg) fertilisantes par 100 kg :

Engrais	Formules	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
Urée	CO(NH ₂) ₂	46	-	-	-	-
Ammoniac anhydre	NH ₃	82	-	-	-	-
Nitrate de calcium	Ca(NO ₃) ₂	16	-	-	-	-
Nitrate d'ammoniaque	NH ₄ NO ₃	33	-	-	-	-
Sulfate d'ammoniaque	(NH ₄) ₂ SO ₄	20	-	-	-	24
Phosphate mono ammonium (MAP)	NH ₄ H ₂ PO ₄	11	48	-	-	2,6
Di-ammonium phosphate (DAP)	(NH ₄) ₂ HPO ₄	16 à 20	48 à 54	-	-	-
Superphosphate	CaSO ₄ + Ca(H ₂ PO ₄) ₂ .H ₂ O	-	20	-	-	12
Triple super phosphate	Ca(H ₂ PO ₄) ₂ .H ₂ O	-	46	-	-	1
Chlorure de potassium	KCL	-	-	60	-	-
Sulfate de potassium	K ₂ SO ₄	-	-	53	-	18
Nitrate de potassium	KNO ₃	14	-	47	-	-
Sulfate de magnésium potassium	K ₂ SO ₄ .MgSO ₄	-	-	32	8	22
Dolomie	CaCO ₃ .MgSO ₄	-	-	-	13	-
Engrais composé N - P - K	Exemple 17-17-17	17	17	17	-	-

Les engrais complexes N-P-K sont à apporter à la préparation du sol.

L'azote sous forme d'engrais simple peut être apporté en deux apports :

- 50 % à la plantation,
- 50 % au premier buttage.

Certains producteurs réalisent des apports localisés de fertilisants dans les trous de plantation, ceci pour favoriser le démarrage de la végétation. Cependant, il faut veiller à ce que les engrais ne brûlent pas les germes en croissance par un contact direct.

Toujours privilégier des engrais minéraux contenant des SULFATES par rapport aux CHLORURES pour apporter du soufre.

Afin de pouvoir ajuster une fertilisation, il sera toujours intéressant de disposer d'une réserve d'engrais simples (urée, superphosphate et sulfate de potassium).

Exemple de calcul:

1° Calcul des besoins sur la surface pour une récolte espérée de 25 t/ha :

Pour une parcelle cultivée de 2500 m², les besoins sont :

Elément	Formule	Besoins pour 1 ha	Pour 2500 m ²
		Kg	Kg
Azote	N	125	31
Phosphore	P ₂ O ₅	80	20
Potasse	K ₂ O	150	37,5
Magnésie	MgO	10	2,5
Soufre	SO ₂	7,5	1,9

2° Liste des matières premières à disposition :

On dispose de 500 kg de fientes de volailles et 400 kg de déjections de porc.

Sur le marché on trouve des engrais (pour céréales) de type 15 – 15 – 15, de l'urée et du sulfate de magnésium potassium.

3° Etablissement du tableau des éléments :

- On établit le tableau suivant avec, en première ligne, les besoins,
- On calcule, pour les matières organiques, les apports en éléments,
- On fait le sous-total des éléments apportés par la matière organique,
- On calcule le solde à apporter avec les engrais minéraux,
- On complète avec des engrais minéraux.

		N	P ₂ O	K ₂ O	MgO	S
Besoins		31	20	37,5	2,5	1,9
Matières organiques	500 kg fientes	1,75	1,25	0,7	0,5	1
	400 kg déjections porc	1,4	0,9	1,36	0,4	-
Sous-total matière organique		3,15	2,15	2,06	0,9	1
Solde à apporter avec les engrais minéraux		27,85	17,85	35,44	1,6	0,9
Engrais minéraux	125 kg de 15 – 15 – 15	18,75	18,75	18,75	-	-
	20 kg d'urée	9,2	-	-	-	-
	52 kg de sulfate de magnésium potassium	-	-	16,7	4,2	11,4
TOTAL apports		30,9	20	37,5	5,1	12,4

Au total, on doit donc épandre sur la parcelle 500 kg de fientes + 400 kg de déjections porc + 5 sacs de 25 kg de 15-15-15 + 20 kg urée + 52 kg de sulfate de magnésium potassium.

Le total d'azote apporté par les fumures organiques et minérales ne doit jamais excéder les besoins de la plante. Un excès peut provoquer un développement exagéré de la végétation, un retard de maturité et des pertes en conservation. Une végétation très dense peut également favoriser le développement du mildiou.

En conclusion, il est important de retenir que les apports d'engrais minéraux varient en fonction des conditions du sol et du climat. S'adressant à différentes zones de RDC, les apports proposés dans ce guide ne sont que des indications générales, qui devraient permettre d'obtenir des rendements satisfaisants.

Cependant, en tenant compte du prix important des engrais minéraux, les techniciens responsables sont invités à optimiser rapidement les doses à utiliser dans leur propre zone de culture et ceci principalement en fonction des sources locales de matières organiques. La valorisation de celles-ci permet généralement de diminuer le coût de production et de limiter la dépendance vis-à-vis des importations d'engrais minéraux, dont le coût pour le producteur est élevé.

Par contre, l'encadrement technique veillera à ce que les éléments nutritifs soient bien apportés en suffisance, afin de permettre de valoriser les investissements importants consentis en plants et produits de protection.

4.4.5. Le chaulage :

Aucune expérience de chaulage n'a été relevée durant l'enquête. Malgré tout, et bien que la pomme de terre puisse supporter des sols plus ou moins acides (pH 5.5 à 6.5), il est important d'essayer de s'informer sur le pH du sol avant la culture.

Les sols sableux du plateau des Bateke, par exemple, sont connus pour leur acidité (en plus de leur faible fertilité et capacité de rétention en eau). Une correction progressive du pH par l'apport d'amendements calcaires ou calco-magnésiens (dolomie) ou même par l'application de phosphates naturels (roche phosphatée de Kanzi) peut, dans certains cas, s'avérer intéressante. Au Rwanda, sur les sols très acides de la crête Congo-Nil, on corrige le pH avec un apport de chaux à raison de 2,5 t/hectare.

L'épandage est effectué après le second labour et la plantation est réalisée au minimum 2 semaines après l'épandage de chaux.

4.5. Les travaux du sol

4.5.1. Le défrichage

La pomme de terre préfère les sols reposés (fertiles et sans pommes de terre depuis plusieurs saisons). Elle est, de ce fait, régulièrement placée en tête de rotation et il arrive fréquemment que le champ destiné à sa culture doive être d'abord défriché. Le défrichage est alors réalisé par destruction à la machette de la végétation existante, suivie de deux labours successifs à la houe. Si des machines agricoles sont utilisées, plusieurs hersages successifs sont pratiqués à une semaine d'intervalle, en saison sèche, afin d'épuiser les rhizomes des mauvaises herbes.

Dans le cadre d'une rotation, l'utilisation du *Mucuna* avant la tête de rotation permet également de « nettoyer » un sol car il recouvre celui-ci rapidement et étouffe certaines adventices.

Il est également possible de traiter le terrain infesté de mauvaises herbes avec un herbicide. Dans ce cas, et si la végétation est fortement développée, il convient tout d'abord

de la détruire mécaniquement et de traiter les jeunes repousses par un herbicide systémique contenant du glyphosate à raison de 6 l/ha. Cette opération doit être effectuée au moins un mois avant le labour et la plantation, afin de laisser le temps à l'herbicide d'agir complètement.

4.5.2. Le labour

Un labour profond de 30 à 40 cm est nécessaire et un émottage fin est souhaitable, afin de permettre un bon développement racinaire et un buttage facile.

Il faut vérifier que le sol soit bien travaillé en profondeur et que sa surface soit bien plane pour éviter des zones dans le champ où pourrait s'accumuler l'eau de pluie ou l'eau d'irrigation.

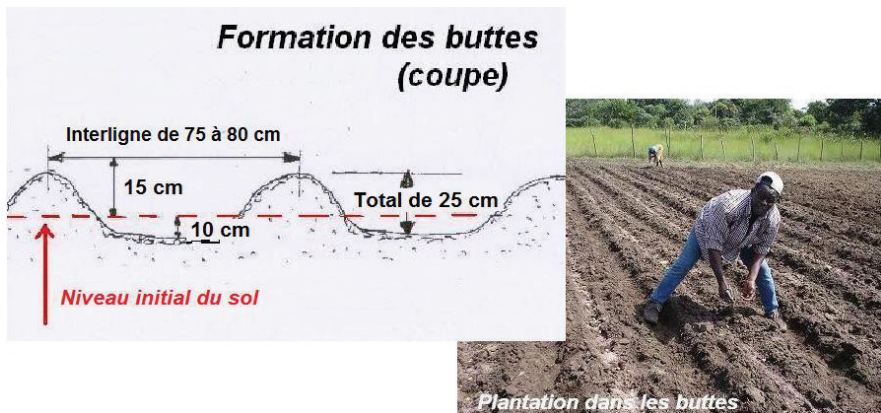
4.5.3. La préparation du « lit » de plantation

Trois méthodes de préparation du lit de plantation ont été relevées : en butte, en billon ou à plat.

Les buttes

La plantation en buttes est une pratique classique de la culture de la pomme de terre. La butte constitue une masse de terre autour de la plante dans laquelle les tubercules-fils trouvent de bonnes conditions de croissance : à l'abri de la lumière et au-dessus du niveau du sol en échappant ainsi à l'excès d'humidité en cas de forte pluie ou d'irrigation excessive.

On préconise donc une préparation en buttes pour une plantation en saison des pluies. A la plantation, on forme des buttes d'une vingtaine de centimètres de hauteur et l'on peut réaliser la forme définitive de la butte (environ 40 cm de hauteur) en opérant un second buttage 2 à 3 semaines après la levée. Ce second buttage permet aussi de nettoyer la parcelle des mauvaises herbes (sarco-buttage). L'intérêt de la plantation en butte est aussi qu'elle permet la plantation en ligne (lignes distantes de 60 à 80 cm, le mieux étant 80 cm pour pouvoir plus facilement confectionner les buttes), permettant un meilleur contrôle des distances entre plantes (30 à 50 cm) et un entretien plus facile de la culture (adventices). De plus, le travail de plantation en buttes alignées peut être mécanisé.



Les billons :

Dans certaines zones géographiques (Kivu), les producteurs confectionnent des billons de 2 à 2,5 m de large et d'une hauteur variable (20 à 40 cm). Cette technique est utilisée sur des terrains plats, souvent plus lourds, pour faciliter le drainage. En règle générale, on observera +/- 3 lignes de plantation par billon.



Billons à la levée (gauche) et en pleine végétation (à droite)



A noter qu'une fois les plantes développées, les entretiens deviennent plus difficiles (butage, traitements phytosanitaires).

La plantation en planches (ou « à plat ») :

Pour la saison sèche et/ou dans des zones dont les sols sont légers, les producteurs privilégient une plantation à plat qui permet d'assurer une meilleure humidification au niveau des plants pour permettre une levée homogène.

Plantation à plat

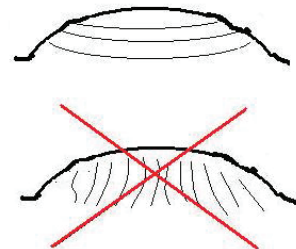


En l'absence de contre-indication et pour faciliter les travaux ultérieurs, on préconise une plantation en butte donc en ligne pour faciliter le respect des écartements, les traitements phytosanitaires et les autres opérations d'entretien.



Les buttes ou billons seront toujours réalisés dans le sens perpendiculaire à la pente.

Orientation des lignes de plantation par rapport à la pente



4.6. La plantation

4.6.1. La densité de plantation

L'objectif de la culture est d'arriver à couvrir le sol mais sans concurrence trop importante entre plantes. Une densité de 150.000 tiges à l'hectare est suffisante. Cette densité relativement peu élevée (moyenne européenne de 200.000 tiges/ha) est choisie car :

- la plupart des variétés utilisées ont un développement végétatif important,
- le marché demande de gros tubercules : en plantant plus serré, la récolte comprendra plus de tubercules, mais plus petits.

Le nombre de tiges dépend du nombre de germes sur les tubercules qui, lui-même, est directement fonction du calibre des tubercules. La quantité de plants nécessaire par hectare sera donc fonction de leur calibre. Le tableau suivant prend en compte ces paramètres pour arriver à définir la quantité de plants nécessaire à l'hectare.

Calibre	Nombre de germes/plant qui donnera le nombre de tiges/plant	Nombre moyen de tubercules dans 1 kg de plants d'un calibre donné	Nombre moyen de germes dans 1 kg de plants d'un calibre donné	Quantité de plants pour arriver à 150.000 tiges/hectare
28/35 mm	3 à 4 = 3,5	36	126	+ - 1.200 kg
35/45 mm	5 à 6 = 5,5	18	99	+ - 1.500 kg
45/55 mm	7 à 8 = 7,5	10	75	+ - 2.000 kg

Il est intéressant de constater, dans la 4^e colonne de ce tableau, que les plus petits calibres sont économiquement les plus intéressants car ce sont eux qui, par kilo de plants, produisent le plus grand nombre de germes (c'est également l'une des raisons de leur prix plus élevé en Europe).

Le transport des petits calibres est également proportionnellement moins onéreux.

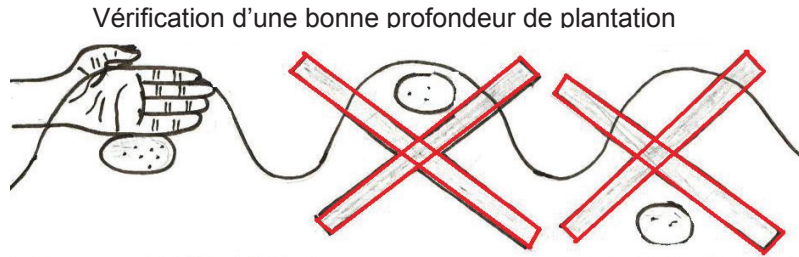
En règle générale, en plantation en buttes, on prend un minimum de 75 à 80 cm d'interligne pour avoir suffisamment de terre pour former les buttes. Les écartements dans la ligne (entre les tubercules) varient en fonction du calibre de plants choisis suivant les calculs du tableau suivant :

Calibre	Nombre moyen de tubercules dans 1 kg de plants d'un calibre donné	Quantité de plants pour arriver à 150.000 tiges/hectare	Nombre de tubercules plantés à l'hectare	Ecartement sur la ligne (pour un interligne minimum de 75 cm)
28/35 mm	36	+ - 1.200 kg	43.200	+ - 30 cm
35/45 mm	18	+ - 1.500 kg	27.000	+ - 50 cm
45/55 mm	10	+ - 2.000 kg	20.000	Maximum 50 cm
Fragments de tubercules (uniquement saison sèche)				20 cm à 25 cm

Dans le cas de billon de 2 à 2,5 m de large, on confectionne 3 lignes avec une distance entre les plants de 60 cm.

4.6.2. La profondeur de plantation

Les tubercules sont enfouis entre 5 et 10 cm de profondeur par rapport au sommet de la butte. Si la plantation est réalisée à plat, la profondeur sera réduite entre 5 et 7 cm.



On peut retenir une profondeur de plantation moyenne d'une main.

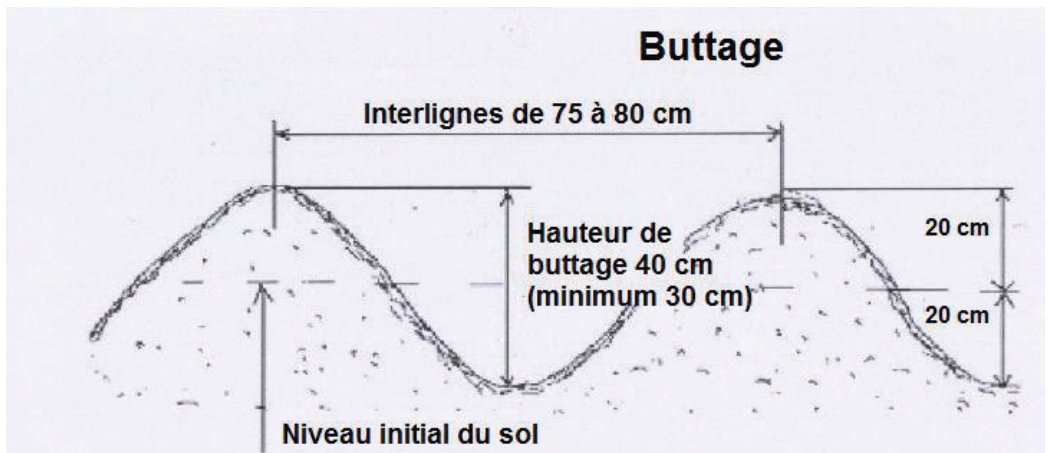
Ne jamais tasser le sol après plantation.

Idéalement, la plantation doit être réalisée avec des plants d'un calibre homogène : la végétation de la parcelle sera plus régulière et facile à entretenir.

4.7. Les entretiens

4.7.1. Le buttage

Il s'agit de l'opération qui consiste à ramener la terre de l'inter-butte sur la butte pour élever celle-ci.



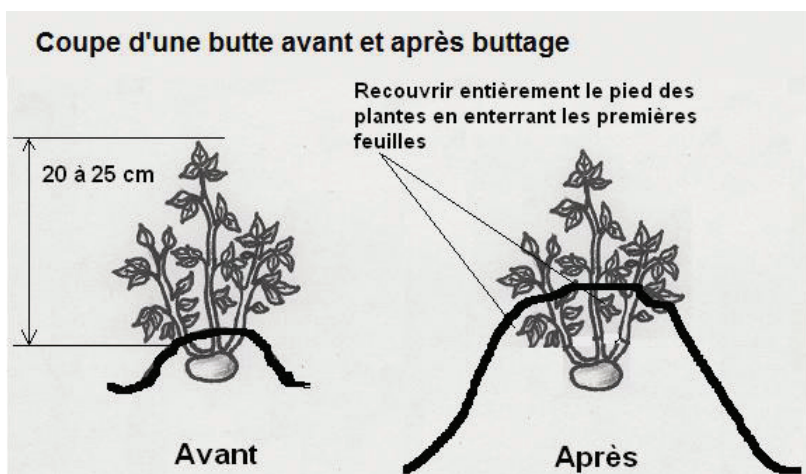
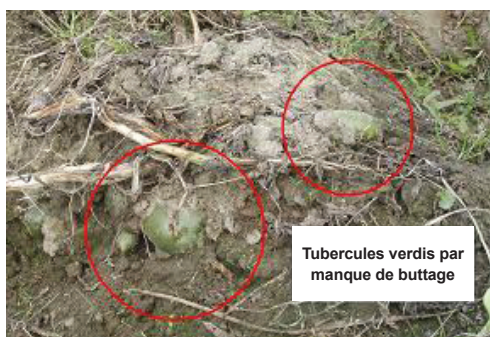
En culture de pomme de terre, le buttage est essentiel pour plusieurs raisons :

- en début de tubérisation, les stolons qui ne sont pas enterrés se développent en tiges aériennes au lieu de former dans le sol des tubercules,
- les tubercules-fils qui ne sont pas bien enterrés reçoivent le rayonnement solaire qui provoque le verdissement des tubercules, dû à la formation de chlorophylle. Ce verdissement s'accompagne de la formation de solanine qui est toxique,
- les tubercules formés dans une butte haute peuvent facilement se développer dans un sol meuble sans déformation et sont à l'abri d'un excès d'humidité (voir point suivant),
- des buttes hautes protègent les tubercules de l'attaque de certains parasites comme la teigne et limitent aussi les risques d'attaques de mildiou sur les tubercules,
- le buttage fait également office de sarclage pour éliminer les mauvaises herbes.

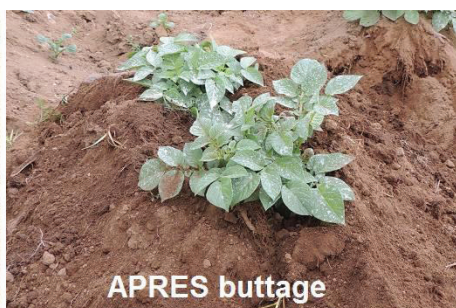


Lorsque les tubercules sont plantés à plat, le premier buttage est réalisé lorsque les plantes ont une hauteur de 20 à 25 cm, mais toujours avant l'initiation de la tubérisation !

Il ne faut pas hésiter à recouvrir entièrement le pied des plantes, même en enterrant les premières feuilles.



Le second buttage est réalisé, si nécessaire, 2 à 3 semaines plus tard en pleine végétation. Il est recommandé d'entretenir les buttes lorsque celles-ci sont érodées par l'eau (irrigation, pluies) et/ou que les tubercules affleurent la surface de la butte, ceci autant de fois que nécessaire ! Le producteur doit s'assurer que les buttes sont maintenues jusqu'à la fin du cycle.





A noter que, pour réaliser un buttage suffisant, la distance de l'interligne doit être suffisante (75 cm minimum), ceci afin d'avoir suffisamment de terre pour monter la butte.

La photo ci-contre détaille un interligne trop faible pour réaliser un bon buttage.

4.7.2. Le désherbage

En règle générale, si le terrain était propre (peu de mauvaises herbes), un sarclo-binage est réalisé deux semaines après la levée. Le buttage va ensuite également permettre de nettoyer la parcelle. Par après, le feuillage de la pomme de terre couvre assez le sol pour limiter le développement des plantes adventices.

En saison des pluies, les producteurs citent des « sarclo-binages » pour limiter également le compactage des sols pour un bon développement des plantes ;

Après sarclage, les buttes effondrées seront reconstituées.

4.7.3. L'irrigation

Les BESOINS en eau :

La pomme de terre a besoin d'une alimentation en eau suffisante et régulière (de 5.000 à 7.000 m³ par hectare sur tout un cycle²⁸), mais les besoins ne sont pas uniformes :

- 20 % au cours du développement végétatif (1er mois),
- 70 % au cours de la tubérisation,
- 10 % au cours de la sénescence.

La GESTION de l'irrigation

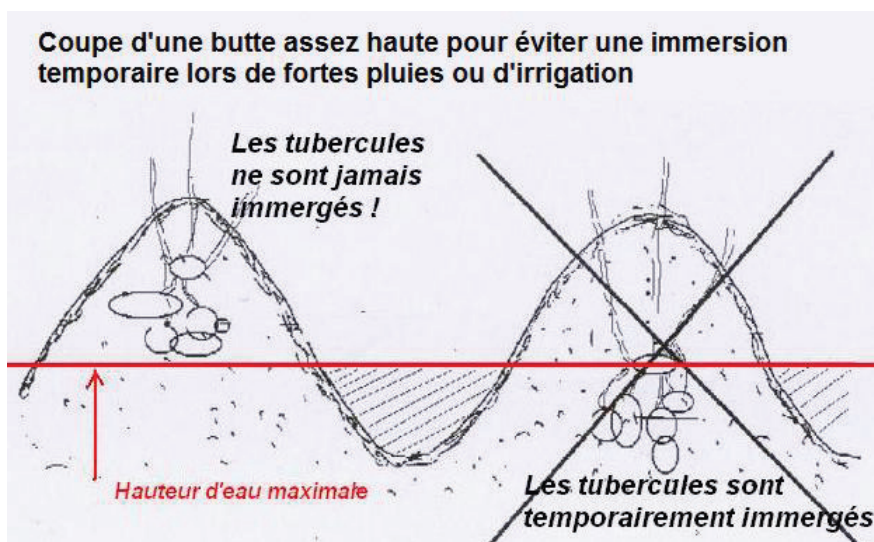
Il faut impérativement éviter que les tubercules en formation soient immergés lors des irrigations. C'est pourquoi le terrain doit être bien plan et les buttes suffisamment hautes. Les tubercules immergés, même temporairement, sont sujets au pourrissement.

Des tubercules ayant grossi dans un environnement saturé en eau ne pourront se conserver. Un symptôme d'excès d'humidité sur le tubercule se caractérise au champ par la présence, au niveau des lenticelles, de « **PETITES ETOILES BLANCHES** » qui sont des éclatements de lenticelles accompagnés de proliférations cellulaires, plus ou moins abondantes, et qui constituent des voies d'entrées d'agents de pourritures.



Dans un tel cas, il faut, si possible, limiter les apports d'eau et/ou butter une nouvelle fois de manière à creuser plus profondément les sillons et éviter que les tubercules ne baignent dans l'eau. Il ne faudra pas stocker les tubercules provenant de zones inondées avec le reste de la récolte car le risque de pourriture de ces tubercules est important.

²⁸ La quantité par hectare peut être réduite en travaillant avec une irrigation au goutte à goutte.



Le CHOIX DE LA TECHNIQUE D'IRRIGATION :

Le système d'irrigation par aspersion (calebasse, arrosoir, asperseur) est recommandable. Par contre, l'irrigation gravitaire est difficile à gérer pour limiter un excès d'eau dans le sol et impose un buttage plus important.

L'irrigation au goutte à goutte est le meilleur système d'irrigation pour son économie d'eau mais également parce que les tubercules ne sont jamais immergés et les plantes jamais mouillées.

L'ARRET de l'irrigation :

En règle générale, les apports d'eau doivent être arrêtés une dizaine de jours avant la récolte pour permettre aux tubercules de se « ressuyer » et de former une peau résistante. Cependant, certaines contraintes imposent des aménagements à cette règle :

- en sol lourd, il est conseillé de poursuivre l'irrigation jusqu'à la récolte. Ceci permet d'éviter que le sol ne se dessèche, durcisse et se fende permettant, d'une part, à la teigne de pondre sur les tubercules, du mildiou de les infecter et, d'autre part, à la lumière de les verdier,
- en sol infesté de termites, même si celui-ci est léger, la poursuite de l'irrigation jusqu'à la récolte peut limiter les attaques de ces insectes.

4.8. La protection phytosanitaire

Les conditions climatiques et environnementales de la RDC sont propices au développement de nombreuses maladies et aux attaques de plusieurs ravageurs de la pomme de terre, en culture et en conservation. Ces parasites peuvent, en plus, cumuler leurs effets et rendre la production non rentable, voire impossible.

Pour lutter valablement contre une maladie ou un ravageur, il faut d'abord les reconnaître, évaluer leur importance et leur risque en fonction du stade de la culture. Le risque ne s'arrête pas à la récolte, mais il continue et prend parfois toute son importance durant la période de stockage. La protection des plantes et des tubercules requiert donc

une attention durant tout le processus de production, jusqu'à la commercialisation. Dans un premier temps, les maladies, les ravageurs et les parasites les plus communs de la pomme de terre, cités par les producteurs congolais, seront décrits afin de pouvoir être reconnus. Ensuite, des tableaux synthétiques résumeront les méthodes de lutte. Un dernier paragraphe rappellera comment préciser le dosage en matière active et la quantité de bouillie à pulvériser par hectare.

4.8.1. La description des maladies, des ravageurs et des parasites

Les maladies à virus

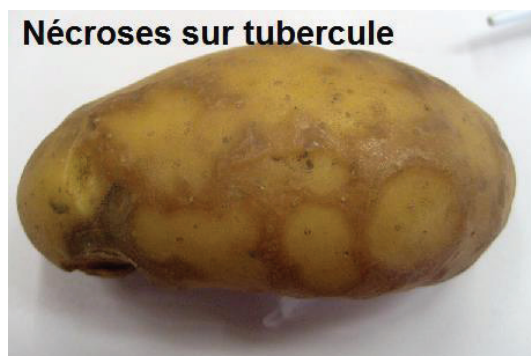
Les virus affectant la pomme de terre sont nombreux. Le plant infecté est généralement à l'origine des premiers foyers d'infection dans les cultures. Les infections virales doivent particulièrement être combattues dans les parcelles destinées à la production de plants. En effet, l'utilisation de lots de plants trop infectés pour la production de consommation met en danger le potentiel de production. Certains virus peuvent aussi dégrader l'aspect des tubercules en induisant des nécroses à la surface et dans la chair. La dispersion des virus dans les champs résulte souvent de l'action combinée de deux facteurs : la présence d'une source d'infection dans le champ ou à proximité de celui-ci et l'action de vecteurs qui vont transmettre l'infection entre les plantes. Les vecteurs de virus les plus importants sont les pucerons. Mais d'autres voies sont possibles : autres insectes piqueurs, nématodes du sol, champignons du sol ou même l'homme par simple frottement sur les vêtements avec une plante malade et nouveau frottement au même endroit avec une plante saine.

Deux virus parmi les plus importants et répandus en RDC sont présentés ci-dessous ; le virus Y et le virus de l'enroulement de la pomme de terre.

Le VIRUS Y

Le virus Y de la pomme de terre (PVY, Potato virus Y) est très répandu dans les cultures de pommes de terre à travers le monde. Différentes souches de ce virus existent, parmi lesquelles on peut citer la souche ordinaire (provoquant des mosaïques sur les feuilles de tabac) et la souche nécrotique (provoquant des nécroses des nervures sur les feuilles de tabac). Il existe aussi de nombreuses recombinaisons entre ces deux souches faisant du virus Y un virus très variable sur le plan génétique. Les symptômes observés sur les plantes sont également variables et dépendent non seulement de la souche en cause mais aussi de la variété de pomme de terre et des conditions du milieu : ces symptômes peuvent être des mosaïques, des déformations foliaires, des taches nécrotiques ou nécroses très développées des feuilles. Une souche particulière peut aussi provoquer des nécroses au niveau des tubercules, les rendant impropres pour le commerce. Le virus Y se transmet par l'action de diverses espèces de pucerons qui, piquant une plante malade et se déplaçant ensuite pour piquer une plante saine, transmettent le virus à cette dernière. La lutte contre la dissémination du virus est surtout importante dans les parcelles de multiplication pour la production de plants et non pas dans les parcelles en production pour la consommation. En effet, la plantation de lots de plants très contaminés par le virus Y induit automatiquement une baisse du potentiel de production se situant entre 5 et 80%, en fonction de l'importance de la contamination et en fonction de la souche et de sa virulence. La règle essentielle, lorsque l'on produit du plant, est l'utilisation pour cette production d'un lot de plants pratiquement sain (maximum, 0,5% d'infection au départ) : en effet, la dissémination de l'infection dans une parcelle de multiplication se réalise surtout au départ des sources d'infection situées dans la parcelle elle-même (tubercules plantés déjà infectés). La lutte dans les parcelles de multiplication doit

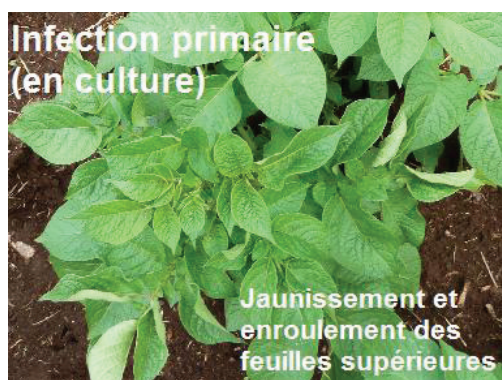
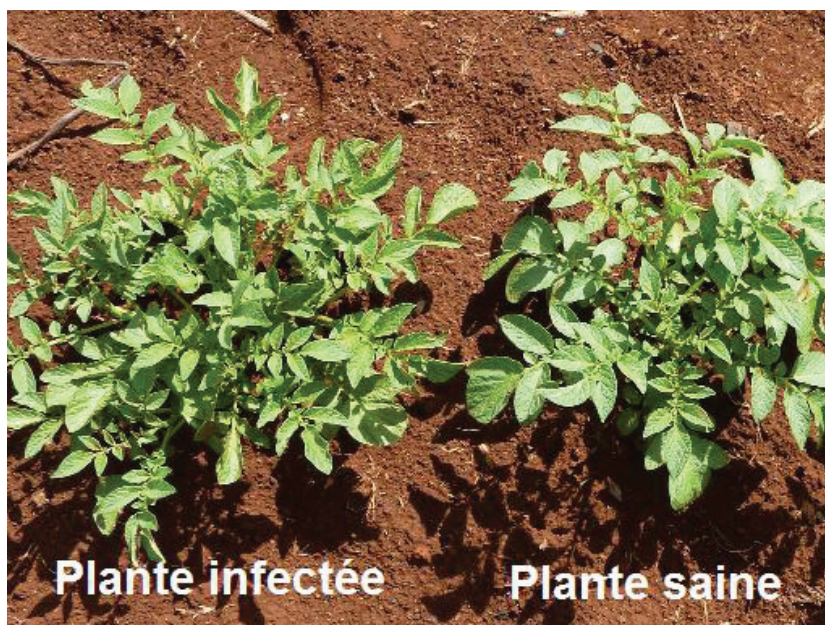
d'abord être faite par les épurations (sélection négative), c'est-à-dire l'enlèvement des plantes montrant des symptômes, cela le plus tôt possible. Ensuite, dès que les tubercules-fils sont d'un calibre suffisant, il convient d'arrêter la culture en détruisant la végétation de manière à ne pas laisser cette dernière exposée trop longtemps aux processus d'infection. La pratique de production de plants en même temps qu'une production de consommation (on garde les petits calibres et on vend en consommation les plus gros calibres) n'est pas souhaitable car on a alors tendance à laisser la culture se développer pour obtenir une fraction suffisante de tubercules de gros calibre pour la vente de consommation. En ce qui concerne la lutte chimique, il faut savoir que l'utilisation d'insecticides n'est pas très efficace et il faut plutôt baser cette lutte sur l'emploi d'huiles minérales paraffiniques qui, appliquées sur les feuilles de manière régulière, empêche le processus de contamination des plantes.



Le VIRUS DE L'ENROULEMENT

Le virus de l'enroulement (PLRV, Potato Leaf Roll virus) est régulièrement observé dans la région du Bas Congo mais est également très présent à l'Est du Congo. Le virus est potentiellement dangereux car des infections importantes des plants peuvent provoquer de fortes diminutions de rendement dans la récolte issue de leur utilisation (jusqu'à 80%). La variété Cruza (Ndinamangara) est particulièrement sensible à ce virus. Le virus de l'enroulement est également transmis par quelques espèces de pucerons dont la pomme de terre est une source d'alimentation. La lutte contre ce virus est, comme pour le virus Y, surtout importante dans les parcelles de multiplication afin de produire du plant de bonne qualité sanitaire pour des productions de consommation. Les principes de lutte sont les mêmes que ceux expliqués pour le virus Y, à l'exception du fait que l'utilisation d'insecticides permet ici souvent un bon contrôle de la dissémination. Ceci est dû au mode différent de transmission de ce virus de plante en

plante par les pucerons : transmission de type non persistant pour le virus Y, de type persistant pour le virus de l'enroulement, c'est-à-dire, principalement et au contraire du virus Y, que le puceron reste infecté tout au long de sa vie, que la transmission nécessite de longues piqûres d'alimentation, et qu'il existe un temps de latence entre l'acquisition du virus et la capacité du puceron à retransmettre ce virus à une autre plante. Les huiles minérales paraffiniques ont peu d'effet dans ce cas. Toutefois, il faut toujours faire prévaloir sur les mesures de lutte de type « chimique », les mesures préventives, telles que l'utilisation de lots de plants sains ou quasi-sains pour la production de plants, les épurations, le défanage précoce de la culture. Les symptômes observés peuvent être de deux types selon la nature de l'infection. S'il s'agit d'une infection primaire (infection réalisée durant la période de culture), la plante présentera un aspect plus ou moins érigé avec un jaunissement des feuilles du sommet ainsi qu'un léger enroulement de ces feuilles. Par contre s'il s'agit d'une infection secondaire (infection provenant du tubercule-mère infecté au cours de sa production la saison précédente), on assistera à un enroulement plus ou moins sévère des feuilles de la bas, accompagné, éventuellement d'une bordure violette sur les feuilles. Les feuilles enroulées sont cassantes, du fait de l'accumulation de sucres en réaction à l'infection.



Les maladies à bactéries

Les attaques bactériennes de la pomme de terre se caractérisent, au début, par un flétrissement du feuillage. Il convient de vérifier en premier lieu si ce flétrissement n'est pas dû à des dégâts provoqués par un insecte au niveau du système racinaire et/ou du collet. On distingue :

Le **flétrissement bactérien**, provoqué par *Ralstonia solanacearum*, est une des principales causes de pertes en culture de pomme de terre en Afrique. Elle est présente dans toutes les zones de production en RDC. Cette bactérie opère sous une palette variée de climats. Il y a des souches avec peu de plantes hôtes mais d'autres souches sont capables d'infecter plus de 400 espèces de plantes dans plus de 50 familles botaniques, en particulier dans les Solanacées. Ces cultures, notamment celle de la tomate et du piment, jouent un rôle socio-économique important. La diversité de *Ralstonia solanacearum* en RDC n'est pas connue.

L'utilisation de plants locaux paraît la première source de la maladie. Fréquemment, ces tubercules sont invisiblement infectés, surtout quand ils ont été cultivés en altitude. Sa dissémination se fait aussi avec du matériel contaminé (p.e. des couteaux) et l'eau d'irrigation. Le sol et la plante règlent la vie de cette bactérie. Elle peut se conserver plusieurs années dans le sol, surtout quand des résidus de pomme de terre persistent (repousses) ou une autre Solanacée, comme la tomate ou l'aubergine, est cultivée sur la parcelle. Sa capacité de survie dans un sol non-cultivé est très discutée. Un sol argileux est suppressif. Avec la dessiccation, la fermeture du réseau poreux des argiles entraînerait un effet mécanique létal pour la bactérie.

Sur les plantes, la maladie débute par un enroulement des feuilles de quelques tiges. Il y a alors un flétrissement des tiges ou de la plante pendant les heures les plus chaudes de la journée. Si le développement bactérien est important, un exsudat laiteux apparaît sur une section de tige.



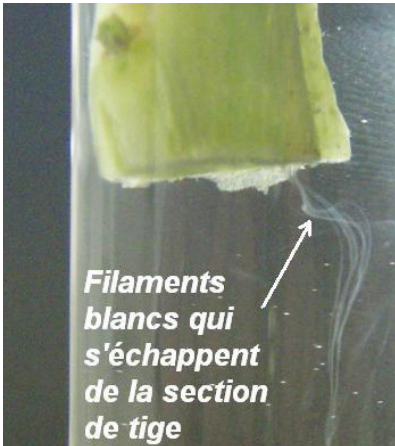
Sur les tubercules, on observe en coupe un jaunissement, puis un brunissement de l'anneau vasculaire qui présente des gouttelettes d'exsudat. Cet exsudat peut aussi s'écouler naturellement au niveau des yeux ou du talon.

Deux autres bactéries provoquent **la pourriture molle et la jambe noire**. Ces maladies, attribuées à *Pectobacterium* ou *Dickeya*, sont peu connues en RDC. Elles ont en commun de se manifester dans des conditions asphyxiantes dans le sol et de provoquer des symptômes de pourriture sur les tubercules. Le plant contaminé est le mode principal de dissémination. Ces bactéries se distinguent par une nécrose brun foncé à la base des tiges et une pourriture de la moelle. La gamme de ces bactéries est tellement variée qu'elles peuvent opérer dans des conditions de température très diverses.

Le test de l'exsudat permet facilement de différencier le *Ralstonia solanacearum* des autres attaques avec des symptômes de flétrissement. Pour le réaliser, le technicien doit se munir d'un verre transparent et d'eau claire. La tige de la plante suspecte est sectionnée au niveau du collet et plongée verticalement dans le verre d'eau. S'il s'agit bien de flétrissement bactérien, de fins filaments blancs (exsudat bactérien) s'échappent de la tige après 2 à 3 minutes d'immersion.



Les symptômes d'attaques des bactéries fréquentes sont différenciés ci-dessous :

Nom Commun	Jambe noire et/ou pourriture molle	Flétrissement bactérien
Agent causal	<i>Pectobacterium</i> et <i>Dickeya</i> .	<i>Ralstonia solanacearum</i>
Ancien nom	<i>Erwinia carotovora</i> et <i>Erwinia chrysanthemi</i>	<i>Pseudomonas solanacearum</i>
Flétrissement de la plante		
Symptômes sur les basses tiges	<p>Pourriture humide sur la base des tiges</p> 	<p>Test de l'exsudat positif</p>  <p>Filaments blancs qui s'échappent de la section de tige</p>

	Jambe noire ou pourriture molle	Flétrissement bactérien
<p>Symptômes sur tubercules</p>	<p>Taches noires au niveau des lenticelles (entrée des bactéries)</p>  <p>Pourritures molles internes</p>   <p>Odeur nauséabonde dans certains cas.</p>	<p>Brunissements au niveau de l'anneau vasculaire</p>  <p>Gouttelettes d'exsudat au niveau de l'anneau vasculaire</p>  <p>La terre colle au niveau des yeux et du talon du fait de la présence d'exsudat bactérien</p>  <p>Sans odeur</p>

La GALE COMMUNE

Provoquée par des bactéries du genre *Streptomyces*, la gale commune se manifeste sous forme de lésions « liégeuses » à la surface des tubercules, qui peuvent être superficielles ou plus profondes et qui déprécient la présentation des tubercules, mais n'altèrent pas le goût ni, en général, le rendement. Le sol est la source principale d'infection qui s'exécute via les lenticelles lorsque les conditions favorables sont réunies : temps sec, sols légers et aérés au moment de l'initiation des tubercules. L'application d'amendements calcaires, juste avant la culture, peut favoriser l'infection. Le niveau de sensibilité variétale est aussi un facteur pouvant aggraver les symptômes. Toutefois, la gale commune est peu observée dans les conditions de culture de la RDC.



Les maladies à champignons

Le MILDIOU

Le mildiou (*Phytophthora infestans*) est la maladie fongique la plus répandue dans le monde. Elle est aussi commune dans toutes les zones de culture en RDC. Ce champignon attaque également les cultures de tomate, ce qui augmente ainsi la pression d'infection dans les zones où ces cultures se côtoient.

Le développement de la maladie requiert des conditions climatiques favorables (humidité et température) ainsi que des sources d'infection. L'eau, particulièrement, joue un rôle important : il faut une présence d'eau sur les feuilles pour permettre la germination des spores ou des sporanges constituant les organes de propagation de la maladie. Ces spores ou sporanges sont produits à la fin du cycle du champignon constitué de 3 étapes :

- l'infection (= germination des spores sur la feuille, suite à la présence d'eau libre sur cette dernière),
- l'incubation (= développement du mycelium formé par le champignon, à la suite de la germination dans l'épaisseur de la feuille),
- la fructification (= formation des nouveaux sporanges contenant les spores, à l'extérieur de la feuille, et visualisée par la présence d'un duvet blanchâtre sur la face inférieure des feuilles ou sur les tiges).

Ce n'est qu'au moment de la fructification qu'apparaissent les symptômes : taches nécrotiques foncées, bordées, du duvet blanchâtre contenant les organes fructifères sporanges et spores. Il est alors pratiquement trop tard pour réagir et c'est pourquoi la

lutte contre cette maladie doit être préventive (application de fongicides avant l'apparition des symptômes). Il convient de la contrôler convenablement parce qu'elle peut rapidement prendre un caractère épidémique et détruire une parcelle en quelques jours. Les périodes où l'humidité est forte (pluies régulières, brouillards matinaux, rosée matinale prolongée) et où la température se situe dans une gamme de 12 à 25°C sont particulièrement favorables à son développement. La sensibilité variétale joue aussi beaucoup..

Les tubercules peuvent être infectés par le lessivage par la pluie des spores sur le sol rendant l'attaque des tubercules possible. Les spores sont alors déplacées à travers les crevasses du sol vers les tubercules. Ceux-ci, infectés, présentent des taches brun à gris-violacé sur leur peau et leur chair est marbrée de couleur de rouille. Ces tubercules infectés ne seront pas conservables car rapidement surinfectés par des bactéries pectinolytiques les liquéfiant.



Les sources de la maladie au champ peuvent être des plants infectés, mais aussi et surtout des plantes voisines (d'un autre cycle cultural par exemple ou des tomates) insuffisamment protégées et infestées. Les repousses, dans les champs non protégés contre la maladie, peuvent facilement être infectées et servir à leur tour de foyers d'infection.

L'ALTERNARIOSE

La maladie est signalée comme fréquente dans toutes les zones de culture de la pomme de terre. Les conditions climatiques, avec une température élevée et une alternance de périodes sèches et humides, sont favorables à la maladie. L'alternariose se caractérise par deux types de symptômes selon l'espèce d'alternariose responsable : petites taches nécrotiques sur les feuilles (*Alternaria alternata*) ou taches nécrotiques plus grandes brun/noir avec des anneaux concentriques sur les feuilles (*Alternaria solani*).

Cette maladie se développe notamment lorsque la culture est dans des conditions défavorables (irrégularité d'irrigation, déséquilibre de nutrition, températures plutôt élevées, sénescence). Les tubercules peuvent être atteints et présentent alors des nécroses ou pourritures brunes en dépression. Les spores sont dispersées par le vent et les irrigations. Les irrigations sont parfois favorables au développement de la maladie car elles provoquent des alternances bien marquées de périodes sèches et humides.

La lutte contre cette maladie consiste en l'utilisation de variétés résistantes ou tolérantes et en la pulvérisation de fongicides spécifiques de manière préventive. Il faut faire remarquer ici que tous les fongicides efficaces contre le mildiou ne le sont pas nécessairement contre l'alternariose. Les symptômes d'alternariose sont parfois confondus avec ceux provoqués par l'ozone.



La FUSARIOSE

Les champignons du genre *Fusarium* pénètrent dans les tubercules par les blessures occasionnées lors de la récolte ou des manipulations ; le champignon peut alors se développer durant la conservation. Il provoque des pourritures brunes internes qui, en se desséchant, font apparaître des stries concentriques sur la peau des tubercules. Des coussinets blancs fructifères sur la peau du tubercule ou dans la chair sont caractéristiques de la maladie.

La maladie est observée dans toutes les zones de culture en RDC, où elle peut être responsable de pertes importantes en conservation. Il s'agit d'une des maladies de conservation parmi les plus importantes surtout si les conditions de récolte et de conservation ne sont pas optimales : tubercules mal subérines (délai défanage/récolte insuffisant), blessures à la récolte, tubercules récoltés humides, température de conservation trop élevée. La plage de température optimale pour le développement des fusarioses est comprise entre 15° et 25°C. La lutte contre cette maladie consiste surtout en des mesures préventives : utilisation de plants sains, locaux de stockage nettoyés avant l'entreposage de la nouvelle récolte, récolte de tubercules non blessés à peau indurée, pré-triage avant l'entreposage afin d'éliminer les tubercules blessés, non entreposage de

tubercules humides. Les plants peuvent être traités préventivement lors de l'entreposage par un fongicide spécifique : néanmoins, ce traitement exige un appareil permettant la pulvérisation de la bouillie fongicide à très bas volume (1 à 2l par tonne) afin de ne pas humidifier exagérément les tubercules avant le stockage.



Symptômes de fusarium



Le RHIZOCTONE

La maladie est provoquée par l'infection d'un champignon, *Rhizoctonia solani*. Elle est fréquemment observée sur tubercules partout au Congo. Elle se développe à partir de résidus de récoltes antérieures, infectés et maintenus dans le sol, ou à partir des plants infectés (sur la peau des tubercules infectés on peut facilement voir les organes de conservation du champignon appelés sclérotés). Lorsque les conditions lui sont favorables (temps frais, humide, ne permettant pas une levée rapide de la culture et une croissance vigoureuse), le champignon attaque les germes en croissance dans le sol et provoque une levée très irrégulière. Durant la période de végétation, le champignon attaque la partie souterraine des tiges, empêchant ainsi la circulation normale de la sève dans la tige avec, comme symptôme sur la végétation, des feuilles enroulées, un jaunissement du feuillage de la tige infectée, la formation de tubercules aériens. Lorsque ces symptômes sont observés en végétation, il suffit de déterrer la tige concernée pour observer des nécroses sur sa partie souterraine. En plus, lorsque les conditions sont humides, un manchon mycélien et fructifère blanc peut être observé à la base de la tige (maladie des manchettes).

Les tubercules issus des plantes malades sont petits, crevassés et difformes et présentent souvent des croûtes brun noir, les sclérotés.

La lutte contre cette maladie consiste essentiellement en l'utilisation de plants sains, à éviter des rotations comportant des espèces sensibles et pouvant servir de refuge au champignon, et à promouvoir une levée rapide de la culture après la plantation, par exemple en prégermant les tubercules avant plantation. Les plants sont parfois traités avant plantation à l'aide de fongicides spécifiques.



* Ne pas confondre avec virus de l'enroulement ou infection bactérienne : voir la partie souterraine de la tige (nécroses sèches).

La DARTROSE

L'agent responsable de cette maladie fongique, appelée aussi maladie des points noirs, est *Colletotricum coccodes*. La dartrose a été observée au Bas Congo, mais sans importance notable.

La maladie présente un risque potentiel pour les cultures car elle peut provoquer un dépérissement accéléré de la végétation (jaunissement des feuilles, dessèchement des tiges). Le champignon se conserve sur les tubercules sous forme de microsclérotés ou dans des débris de végétaux dans le sol, qui sont ainsi des sources de dissémination. Elle se développe en conditions chaudes, en fin de végétation. La lutte doit être orientée sur des mesures préventives et, notamment, l'utilisation de plants sains et le respect des rotations.

Microscéroltes sur tiges et tubercules



La GALE POUFREUSE

La gale poudreuse, provoquée par le champignon *Spongospora subterranea*, est observée dans plusieurs zones de culture de la pomme de terre au Congo, particulièrement dans les régions montagneuses et fraîches de l'Est.

Des pustules, d'abord claires puis brunes et éclatées à maturité, sont observées sur tubercules, et aussi sur les stolons et les racines. Le champignon peut se conserver très longtemps dans le sol, et la rotation n'a donc que peu d'effet. Les pustules, présentes sur la peau des tubercules, contiennent les spores qui peuvent facilement contaminer les sols indemnes. Il convient donc d'être prudent lors de transfert de lots de plants de zones contaminées vers des zones indemnes. De plus, ce champignon est vecteur d'un virus dangereux, le virus du mop-top (PMTV, Potato Mop Top virus) provoquant des nécroses dans la chair des tubercules contaminés. Toutefois, ce virus n'a pas encore été trouvé dans les zones concernées. La lutte est essentiellement dirigée vers l'implantation des cultures de pomme de terre dans des terres indemnes de ce parasite et l'utilisation de plants sains.

La GALE ARGENTEE

L'agent responsable de la gale argentée est le champignon *Helminthosporium solani*. Elle se présente déjà à la récolte sous forme de taches circulaires d'aspect argenté sur les tubercules et peut se développer rapidement lors de phénomènes de condensation sur les tubercules, par exemple lorsqu'ils sont extraits des entrepôts frigorifiques et placés à température ambiante pour des opérations de conditionnement. En cours de conservation, ces taches prennent de l'importance. Au niveau des taches, l'épiderme devient perméable, et le tubercule se ratatine rapidement, d'où perte de qualité et de poids.

La GANGRENE ou le PHOMA

La maladie, causée par le champignon *Phoma*, apparaît sur les tubercules comme une pourriture sèche, avec des enfoncements circulaires irréguliers. Comme pour la fusariose, c'est une maladie se développant surtout en conservation. Des petits points noirs (fructifications) peuvent être observés sur ces lésions. En coupe, il y a une nécrose plate ou creuse avec un feutrage gris noir. Le champignon est un habitant naturel du sol, où il peut vivre en saprophyte. Les tubercules infectés et plantés peuvent également servir à contaminer les tubercules-fils. La contamination des tubercules se réalise surtout via les blessures occasionnées lors de la récolte ou des opérations de conditionnement. Les mesures de lutte sont les mêmes que celles devant être développées contre la fusariose, soit utiliser des plants sains, veiller à une induration suffisante de la peau à la récolte, éviter les blessures à la récolte, écarter les tubercules blessés avant l'entreposage, veiller à une bonne hygiène des locaux de stockage. Les plants peuvent être traités au moment de l'entreposage par un traitement fongicide à bas volume.



La POURRITURE ROSE

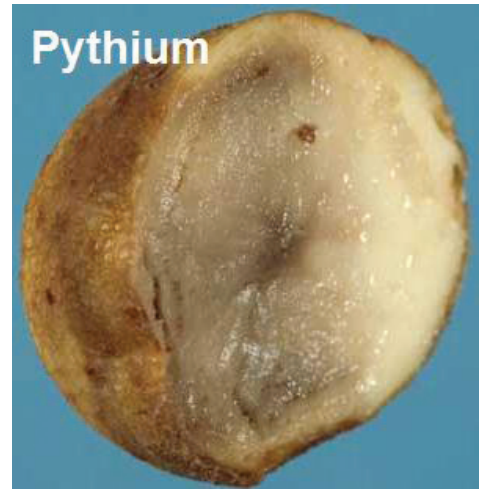
La pourriture rose des tubercules est provoquée par le champignon *Phytophthora erythroseptica*. Elle se développe surtout dans les sols chauds et humides au départ d'oospores conservées dans ceux-ci. En végétation, la plante peut manifester des pourritures humides à la base des tiges ainsi qu'un affaissement. A la récolte, des pourritures sèches peuvent être observées sur les tubercules. Lorsque l'on coupe un tubercule infecté, sa chair exposée à l'air prend progressivement une teinte rose. La maladie progresse en profondeur, mais les tissus restent fermes et sans odeur, sauf s'il y a des surinfections bactériennes. La maladie peut facilement se transmettre de tubercule à tubercule durant la période de stockage. Le champignon produit des spores de conservation (oospores) qui lui permettent de persister de nombreuses années dans le sol.



Le POURRITURE AQUEUSE

La pourriture aqueuse est provoquée par l'infection de différentes espèces de *Pythium*. Cette maladie a été observée sur la variété Spunta au Bas Congo, avec des pertes significatives. Il peut y avoir une confusion avec les pourritures bactériennes.

Le champignon est un habitant naturel du sol et profite des blessures pour infecter les tubercules.



Les ravageurs animaux

LA TEIGNE

La teigne ou *Phthorimea operculella* est un petit papillon de 10 à 15 mm d'envergure qui pond ses œufs sur les tubercules. Après 8 jours, les larves apparaissent et se développent pendant deux semaines en creusant des galeries dans les tubercules, avant de passer au stade de chrysalide qui donnera un nouvel adulte en une semaine.

Ce ravageur fait beaucoup de dégâts dans les stocks de pommes de terre à l'Est du pays mais ne semble pas encore être, ou peu, présent au Bas Congo. Il faut faire attention à ne pas déplacer l'insecte par le transport de pommes de terre contaminées de l'Est vers l'Ouest. Là où l'insecte est présent, il faut protéger les stocks de plants pour éviter leur contamination : de manière physique (filets *insectproof* protégeant les lieux de stockage), en triant sévèrement les tubercules avant leur entreposage, en utilisant dans les entrepôts des répulsifs (il semble que la plante Lantana ait un effet positif lorsque coupée et placée sur les pommes de terre stockées dans des magasins en lumière diffuse) ou alors par application d'insecticide sur les tubercules stockés (ne pas traiter aux insecticides des pommes de terre pour la consommation). Les magasins de stockage doivent être désinfectés entre les récoltes. Au champ, il convient de protéger de l'attaque des tubercules en façonnant des buttes suffisamment grandes.





Les MOUCHES MINEUSES, les SAUTERIAUX et CHENILLES

Diverses mouches dites « mineuses », c'est-à-dire dont la larve creuse des galeries dans les feuilles, peuvent attaquer la végétation.



Les champs en végétation peuvent être attaqués par des sauteriaux (criquets) et par des chenilles qui dévorent les feuilles. Les vers blancs sont des larves de noctuelles (papillons) se déplaçant dans les buttes et dévorant les tiges.

Il est important de traiter rapidement les attaques de mouches mineuses, sauteriaux ou chenilles avec un insecticide de contact. Il est impératif d'essayer de traiter le plus tôt possible, sans attendre que les attaques se propagent à toute la parcelle et aux champs voisins.

Il est, dès lors, impératif d'avoir toujours à disposition pour la parcelle au moins un pulvérisateur à dos avec un insecticide de contact.

Les PUCERONS.

Les pucerons sont des petits insectes se développant sur une gamme très large d'espèces cultivées, dont la pomme de terre. Ce sont des insectes piqueurs-suceurs, se nourrissant sur les plantes en prélevant et absorbant la sève. Leur nombre sur les plantes peut augmenter rapidement, au point d'affaiblir de manière plus ou moins importante la vigueur de ces dernières. Les feuilles deviennent poisseuses, collantes par le miellat produit par les pucerons. L'action irritante des piqûres et parfois toxique de la salive provoque des déformations des feuilles qui s'enroulent ou même rabougrissent et elle peut conduire au dépérissement complet de la plante. Il existe de nombreuses espèces de pucerons visitant la culture de la pomme de terre, mais seulement une petite dizaine d'entre elles se développent réellement en colonies sur la culture, car la pomme de terre constitue une source d'alimentation pour elles.

Les pucerons sont aussi des vecteurs importants de virus, ce qui constitue un danger dans les cultures de multiplication, mais moins dans les cultures de consommation.

La lutte contre les pucerons doit s'organiser de manière différente en fonction de la destination de la culture : plants ou consommation.

En culture pour la consommation, le principe est d'intervenir avec des insecticides adaptés en fonction de l'observation. Lorsque les infestations ne sont pas importantes, il vaut mieux laisser la nature réguler les populations. En effet, les pucerons font régulièrement l'objet de l'attaque de parasitoïdes (autres insectes venant pondre leurs œufs dans les pucerons) ou de prédateurs les dévorant (coccinelles, larves de coccinelles, syrphes,...). A cet instant, un traitement insecticide peut faire plus de tort que de bien, car souvent ces insecticides ne sont pas suffisamment sélectifs et détruisent également les populations de parasitoïdes et de prédateurs, ce qui laisse alors le champ libre aux populations de pucerons pour se développer. Avec les insecticides, en pomme de terre de consommation, il faut donc intervenir à bon escient après avoir observé la culture. De plus des traitements répétés avec le même insecticide ou avec des insecticides possédant le même mode d'action peuvent conduire à la sélection de populations de pucerons résistantes.

Par contre, la stratégie de lutte est différente dans les parcelles pour la production de plants dont la qualité phytosanitaire doit être impeccable à la récolte. Bien souvent dans ces cultures, des traitements systématiques avec des insecticides sont organisés afin de réduire au strict minimum les infections virales, surtout si les sources de virus dans l'environnement immédiat des parcelles sont importantes. La lutte se pratique ici contre les individus ailés beaucoup plus mobiles que les individus aptères (sans ailes). Toutefois, comme signalé plus haut, l'emploi des insecticides dépend de l'occurrence des virus de l'enroulement et du virus Y dans la région. Si le virus de l'enroulement est moins présent, le virus Y peut réclamer une intervention. Il faudra baser la lutte sur l'emploi d'huiles minérales paraffiniques plutôt que d'insecticides. Si les deux posent problème, la stratégie de protection devra inclure l'utilisation d'huiles et d'insecticides.



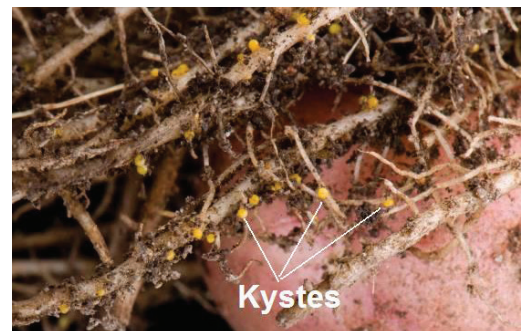
LES NEMATODES A GALLES

Les nématodes parasites des végétaux sont des petits vers microscopiques qui vivent dans le sol en très grand nombre. Il y a de nombreuses espèces capables d'attaquer les plantes. La plante devient chétive et la production est diminuée en quantité (rendement) et en qualité (valeur commerciale). Des symptômes spécifiques sont fonction des espèces de nématodes. Deux genres de nématodes sont plus particulièrement dangereux pour les cultures de pomme de terre.

Les Nématodes à galles (*Meloidogyne spp.*) sont fréquemment rencontrés dans la région et parasitent de très nombreuses espèces végétales. Ils provoquent des symptômes de galles (nodosités) sur les racines. Chez la pomme de terre, les symptômes les plus fréquents sont la déformation des tubercules et la présence de nombreuses boursofflures sur les racines et tubercules (galles). La plante reste chétive. Dans les régions chaudes, le nématode peut faire son cycle en trois semaines avec plusieurs centaines d'œufs à chaque génération. C'est donc un risque important pour les cultures, surtout s'il est associé à des germes pathogènes bactériens ou fongiques du sol, dont il facilite l'entrée dans les racines.



Le Nématode à kyste (*Globodera / Heterodera spp.*) est particulièrement dangereux pour les cultures de pomme de terre. S'il s'installe dans un sol, il peut y persister de très nombreuses années, même en l'absence de culture sensible, grâce à sa capacité de former des kystes très résistants au stress hydrique. En régions chaudes, il a plusieurs cycles par an. Il peut induire des pertes de rendement très importantes, et sa pullulation dans un sol peut même empêcher la culture de pomme de terre.



4.8.2. Les méthodes de lutttes

Les moyens de contrôle des maladies sont très variés et une bonne stratégie de lutte veillera à exploiter toutes les ressources possibles : plants sains, résistance ou tolérance variétale, mesures phytotechniques et protection chimique.

L'utilisation des produits de protection des plantes (fongicides, insecticides, nématicides) doit être réfléchie car ces produits sont généralement coûteux, souvent dangereux pour l'environnement et pour l'homme. Certaines règles doivent donc être respectées :

- développer avant tout des pratiques culturales défavorables aux parasites et ravageurs : rotation, choix de l'implantation des parcelles, utilisation de variétés tolérantes ou résistantes quand c'est possible, ...
- identifier correctement le parasite ou le ravageur afin de choisir le bon produit,
- respecter les notices techniques accompagnant les emballages de ces produits : dosages, délais d'application, rythme des applications,...
- posséder des appareils de pulvérisation en bon état de marche : buses, fuites,...
- se protéger au moment de la préparation de la bouillie de pulvérisation et durant l'application : masque, gants, salopette, bottes, éviter l'application contre le vent,...
- ne pas boire, manger ou fumer durant les traitements et se laver les mains après traitement,
- nettoyer convenablement le pulvérisateur après son utilisation et les vêtements de protection,
- ne pas contaminer les cours d'eau, notamment lors du nettoyage du pulvérisateur ou d'une pulvérisation en bordure de rivière,
- entreposer les produits dans un endroit sécurisé, à l'abri des enfants,
- ne pas utiliser les contenants des produits phytopharmaceutiques pour stocker des aliments ou boissons (bouteilles, bidons, sacs plastiques...).

Le tableau suivant renseigne le lecteur sur une série de substances actives en fonction des problèmes phytosanitaires rencontrés. Il ne s'agit pas de nom de produits commerciaux car ils peuvent être différents selon la source d'approvisionnement. Les produits commerciaux sont formulés à l'aide de ces substances actives. Au moment du choix du produit commercial, l'utilisateur devra donc s'assurer qu'il contienne bien la substance active mentionnée et surtout respecter la notice technique ou, en cas de défaut, interroger le vendeur sur la façon d'utiliser ce produit. Mais, souvent, les revendeurs de produits de protection ne disposent pas de l'expérience suffisante pour donner de bonnes informations. Dans ce cas, l'utilisateur recherchera les informations nécessaires par d'autres moyens, dont la consultation sur le web, par exemple sur :

- <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>
et/ou
- http://www.fiwap.be/index.php/accueil/actualites/document-en-ligne/liste_phyto/
- <http://www.fytoweb.fgov.be/indexFr.asp/>
et/ou les sites web des compagnies productrices.

Tableau récapitulatif des principales maladies et mesures de lutte

Dénomination et agent responsable	Lutte préventive (de base)	Lutte chimique (si nécessaire)	Substances actives utilisables dans la lutte chimique
<p>Maladies bactériennes</p> <p>Flétrissement bactérien <i>Ralstonia solanacearum</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cultiver dans un sol sans la bactérie. • Respecter les rotations (une saison sur 4) avec enlèvement des repousses. • Pratiquer une jachère nue avant la culture de la pomme de terre. • Pratiquer des épurations sévères dans les parcelles de multiplication (enlèvement des plantes entières avec tubercules et destruction dans une fausse à chaux) • Utiliser des plants sains. • Utiliser des variétés peu sensibles. • Ne pas irriguer avec de l'eau de rivière s'il y a, en amont, des cultures de pomme de terre ou d'autres solanacées infectées. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de lutte chimique 	
<p>Pourritures bactériennes <i>Dickeya sp</i></p> <p>et Jambe noire <i>Pectobacterium sp</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser des plants sains. • Respecter les rotations. • Pratiquer des épurations sévères dans les parcelles de multiplication. • Récolte sans blesser les tubercules. • Trier les tubercules avant le stockage, ne pas stocker une récolte humide. • Nettoyer et désinfecter les locaux de stockage. • Eviter les excès d'eau en culture et mettre à part au stockage les tubercules récoltés dans les zones humides. • Fumure équilibrée : éviter les excès d'azote. • Utiliser des variétés peu sensibles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de lutte chimique 	
<p>Gales communes <i>Streptomyces spp</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser des variétés peu sensibles. • Rotations avec espèces peu sensibles (éviter radis, carottes, ...). • Eviter sols trop légers. • Limiter les apports calcaires juste avant la culture s'il y a un risque de développement. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de lutte chimique 	

Dénomination et agent responsable	Lutte préventive (de base)	Lutte chimique (si nécessaire)	Substances actives utilisables dans la lutte chimique
<p>Maladies fongiques</p> <p>Mildiou <i>Phytophthora infestans</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Choisir des variétés peu sensibles. • Utiliser des plants sains. • Evaluer le risque par rapport aux cultures voisines (autres parcelles de pomme de terre ou solanacées). • Evaluer le risque par rapport au climat : périodes humides. • Détruire les déchets et repousses. • Eviter les excès de fumure azotée qui favorisent un feuillage dense, peu aéré. • Réaliser des buttes assez hautes pour protéger les tubercules-fils. • Trier les tubercules avant entreposage. 	<p>La lutte chimique est souvent indispensable et doit se pratiquer de manière préventive (commencer la protection avant l'apparition des symptômes).</p> <p>La gamme de fongicides à disposition des producteurs est très variée, le choix devant être fait sur base du mode d'action de chacun de ces fongicides.</p>	<p>• Fongicides de contact sans protection des tubercules: Les fongicides de contact ne pénètrent pas dans la plante. Ils restent à sa surface et sont lessivés progressivement par les pluies en fonction de leur résistance au lessivage. Le traitement doit être régulièrement renouvelé, surtout en période de croissance active du feuillage, lorsque de nouvelles feuilles sont formées (les nouvelles feuilles formées ne sont pas protégées par le traitement précédant leur développement). Norm des principales substances actives de contact : <i>Mancozèbe, Manèbe, Chlorothaloniil, Hydroxyde de cuivre, oxychlorure de cuivre</i></p> <p>• Fongicides de contact avec protection des tubercules : Les fongicides protégeant les tubercules sont employés dès que ces derniers sont en formation. Ces produits protègent également le feuillage et ils sont particulièrement résistants au lessivage par les pluies. Norm des principales substances actives : <i>Fluazinam, Cyazofamid</i></p> <p>• Fongicides pénétrants ou translaminaires : Les fongicides pénétrants ou translaminaires pénètrent dans la feuille mais ne circulent pas ou très peu dans la plante. Parfois ils ont une légère diffusion acropétale (ils migrent dans la feuille en formation). Ils sont souvent formulés en mélange avec d'autres substances actives. Ces substances actives sont utilisées pour éviter le lessivage par la pluie car elles protègent le feuillage de l'intérieur.</p>

Dénomination et agent responsable	Lutte préventive (de base)	Lutte chimique (si nécessaire)	Substances actives utilisables dans la lutte chimique
<p>Alternariose <i>Alternaria solani</i> <i>Alternaria alternata</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser des plants sains. • Maintenir les plantes en bon état végétatif par une fumure équilibrée et une irrigation régulière. • Utiliser des variétés peu sensibles. • Eliminer les résidus de culture précédente si une attaque d'Alternariose 	<ul style="list-style-type: none"> • La lutte chimique peut s'avérer nécessaire. • Préférer une lutte préventive (avant l'apparition des symptômes). 	<p>Ces fongicides sont intéressants à utiliser dans les cultures irriguées par aspersion (juste avant l'aspersion). Certains d'entre eux ont, en plus, une action directe sur les organes fructifères du mildiou (spores et sporanges) et une action de protection des tubercules. Ils sont donc généralement plus efficaces que les simples produits de contact lorsque les pluies sont fréquentes et ils peuvent aussi être utilisés lorsque le mildiou est présent dans la parcelle pour combattre les spores afin de diminuer le risque de dissémination de celles-ci dans le reste de la parcelle.</p> <p>Nom des principales substances actives : <i>Propamocarb, Benthiavalcarb, fenamidone, Dimetomorphe, Mandipropamide, Cymoxanil</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fongicides systémiques : Les fongicides systémiques diffusent dans la plante. Ils sont toujours associés à une substance active de contact. Ces produits sont intéressants en période de croissance foliaire active lorsque les pluies sont fréquentes. Toutefois la substance active systémique encourage l'apparition de souches de mildiou résistantes et ces fongicides doivent donc être utilisés avec parcimonie (2 x par saison maximum). <p>Nom des principales substances actives : <i>Metalaxyl (Mefenoxam), Benalaxyl</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Les fongicides de contact classiques : Ces produits sont régulièrement utilisés dans le cadre de la lutte contre le mildiou, ils protégeront en même temps contre l'alternariose. <i>Mancozèbe, manèbe.</i>

Dénomination et agent responsable	Lutte préventive (de base)	Lutte chimique (si nécessaire)	Substances actives utilisables dans la lutte chimique
	<p>y a été constatée.</p>		<p>Substances actives utilisables dans la lutte chimique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les fongicides spécifiques contre l'alternariose : Il s'agit de substances actives généralement systémiques, souvent associées avec une autre substance active afin de limiter l'apparition de souches résistantes. Ne sont pas actives contre le mildiou. <i>Ametoctradin, azoxystrobine, pyraclostrobine, difeconazole</i>
<p>Rhizoctone <i>Rhizoctonia solani</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser des plants sains. • Longues rotations avec des plantes non-hôtes. • Promouvoir une levée rapide de la culture par une bonne préparation du sol, une prégermination des plants, un premier buttage léger, une plantation à plat avec buttage progressif. • Eviter les sols froids. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lutte chimique possible par traitement des plants avant plantation ou du sol (ligne de plantation). • Appliquer la lutte chimique seulement si les mesures de base ne fonctionnent pas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Traitement dans la ligne de plantation : <i>Azoxystrobine</i>, éviter le contact direct avec les plants • Traitement des plants avant plantation : <i>Flutolanil, Pencycuron, Fludioxonil</i> possible phytotoxicité si appliqué sur pomme de terre germée
<p>Gale argentée <i>Helminthosporium solani</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser des plants sains. • Récolter dès que l'induration de l'épiderme le permet. • Pratiquer de bonnes conditions de conservation, dont une bonne hygiène des locaux, et éviter les phénomènes de condensation d'eau sur les tubercules. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lutte chimique possible par traitement des plants avant plantation. • Appliquer la lutte chimique seulement si les mesures de base ne fonctionnent pas. Ne pas traiter les tubercules destinés à la consommation. 	<ul style="list-style-type: none"> • Traitement des tubercules à l'entreposage : <i>Thiabendazole + imazali</i>, possède également une action contre les maladies de conservation de type Fusariose et Gangrène. A appliquer par nébulisation (faible volume d'eau) • Traitement des tubercules avant plantation : <i>Mancozèbe</i>
<p>Gangrène, <i>Phoma spp.</i> Fusariose <i>Fusarium spp</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser des plants sains. • Appliquer des rotations longues (au moins 4 saisons). • Ne pas blesser les tubercules à la récolte • La peau des tubercules suffisamment indurée à la récolte. • Laisser cicatriser les blessures avant entreposage. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lutte chimique préventive possible : traiter les tubercules avant entreposage. Uniquement valable pour la protection des plants (pas la consommation) 	<ul style="list-style-type: none"> • Traitement des tubercules par nébulisation (faible volume) lors de l'entreposage : <i>Imazali, Thiabendazole</i> appliqués seuls ou en association

Dénomination et agent responsable	Lutte préventive (de base)	Lutte chimique (si nécessaire)	Substances actives utilisables dans la lutte chimique
Dartrose <i>Colletotrichum coccodes</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Triage des tubercules avant entreposage. • Propreté des locaux de stockage. • Utiliser des plants sains. • Rotation d'au moins 4 saisons sans autres solanacées. • Maintenir les plantes en bon état végétatif par une fumure équilibrée et une irrigation régulière. • Récolter dès que l'induration de la peau est suffisante. • Eviter une irrigation trop importante avant récolte : les tubercules doivent être secs à la récolte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lutte chimique possible par traitement dans les lignes de plantation au moment de la plantation. 	<ul style="list-style-type: none"> • Traitement dans la ligne de plantation: <i>Azoxystrobine</i> : éviter le contact direct avec les plants
Galle poudreuse <i>Spongopora subterranea</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser des plants sains. • Eviter les parcelles réputées infectées. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de lutte chimique. 	
Pourriture rose <i>Phytophthora erythroseptica</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser des plants sains. • Ne pas planter dans une parcelle connue pour présenter un risque de développement de la maladie. • Eviter les sols mal drainés. • Eviter les blessures à la récolte. • Assurer une bonne maturation des tubercules avant la récolte. • Triier les tubercules avant l'entreposage. • Utiliser des variétés peu sensibles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Peu de moyens chimiques disponibles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Protection du feuillage par un fongicide systémique : <i>Metalaxy (Mefenoxam)</i>

Dénomination et agent responsable	Lutte préventive (de base)	Lutte chimique (si nécessaire)	Substances actives utilisables dans la lutte chimique
Nématodes Nématodes à galles <i>Ditylenchus</i> spp <i>Pratilenchus</i> spp <i>Meloidogyne incognita</i> <i>Meloidogyne arenaria</i> <i>Meloidogyne javanica</i> <i>Meloidogyne hapla</i> <i>Ditylenchus</i> spp <i>Pratilenchus</i> spp	<ul style="list-style-type: none"> Utiliser des plants sains. Eviter de planter dans les sols réputés contaminés. Pratiquer des jachères nues (exemptes de plantes). Inclure dans la rotation des espèces non hôtes pour <i>Meloidogyne</i> (<i>Crotalaria juncea</i>, <i>Tagetes erecta</i>, <i>Leucaena leucocephala</i>,...). Réduire les populations dans un système de rotation incluant le riz irrigué (asphyxie en périodes inondées). 	<ul style="list-style-type: none"> Lutte chimique par traitement du sol 	<ul style="list-style-type: none"> Traitement du sol avant plantation par épandage et incorporation : <i>Oxamyl</i>, <i>fosthiazate</i>
Insectes Teigne <i>Phthorimea operculella</i>	<ul style="list-style-type: none"> Utiliser du plant sain. Réaliser de longues rotations (au moins 4 saisons). Trier les tubercules avant entreposage et détruire les tubercules envahis. Eviter les sols et buttes crevassées. Effectuer un bon buttage. Irriguer régulièrement les parcelles. Désinfecter et protéger les locaux de stockage. Ne pas laisser les tubercules récoltés exposés aux attaques. Utiliser des répulsifs naturels dans les entrepôts de stockage (Lantana). Stocker les pommes de terre au froid (4 à 6°C). 	<ul style="list-style-type: none"> Protection chimique possible des tubercules plants stockés (ne pas appliquer pour les pommes de terre de consommation) Protection chimique des plantes en végétation 	<ul style="list-style-type: none"> Traitement des tubercules stockés à l'aide de pyrethrinoides naturels ou de synthèse : <i>Lambda-cyhalothrin</i>, <i>Cypermethrine</i>, <i>Deltamethrine</i>
Mouche mineuse <i>Liriomyza</i> sp	<ul style="list-style-type: none"> Observer la culture et intervenir dès que les dégâts sont visibles 	<ul style="list-style-type: none"> Lutte chimique seulement Attention aux phénomènes de résistance 	<ul style="list-style-type: none"> Protection foliaire par pulvérisation d'insecticides pénétrants : <i>Cyromazine</i>, <i>Abamectin</i>, <i>Spinosyn</i> (<i>Spinosad</i>, <i>insecticide naturel</i>)

Dénomination et agent responsable	Lutte préventive (de base)	Lutte chimique (si nécessaire)	Substances actives utilisables dans la lutte chimique
<p>Pucerons Nombreuses espèces</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Culture de consommation : observer la culture et intervenir si nécessaire (on peut travailler avec des seuils d'intervention (nombre de pucerons admissible par feuille entière, mais nécessite des études préalables) • <u>Culture de plants</u> : définir une stratégie de lutte en fonction des problèmes de virus rencontrés. Traitements chimiques systématiques selon un rythme établi en fonction de l'intensité des vols de pucerons (nécessite des études préalables) 	<ul style="list-style-type: none"> • Lutte chimique : attention aux phénomènes de résistance 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Protection foliaire par pulvérisation d'insecticides</u> : <p>Nombreuses substances actives caractérisées par leur mode d'action vis-à-vis des pucerons (de contact, d'ingestion, agissant par vapeur) ou par leur comportement vis-à-vis de la plante (de contact ou systémiques)</p> <p><u>Contact</u> : pyrethrinoides, <i>cyperméthrine</i>, <i>deltaméthrine</i>, <i>esfenvalérate</i>, <i>lambda-cyhalothrine</i>, carbamate : <i>pirimicarb</i></p> <p><u>Systémiques</u> : <i>Acetamiprid</i>, <i>pymetrozine</i>, <i>thiacloprid</i>, <i>thiamethoxam</i></p>

4.8.3. La détermination du volume de bouillie et sa concentration en matière active

Si la détermination du pathogène est réalisée et qu'un traitement chimique est nécessaire, le producteur devra apporter la dose recommandée de produit commercial. Trop souvent, la quantité de bouillie apportée (quantité d'eau pulvérisée/ha) et le dosage de la matière active restent empiriques.

Une méthodologie simple est rappelée dans ce paragraphe afin de définir une bonne quantité de bouillie à appliquer à l'hectare et le dosage de celle-ci en matière active.

1° Connaître la surface totale de son champ ou la partie à pulvériser = estimer la longueur moyenne et la largeur moyenne du champ²⁹ pour en définir la surface en m² (exemple = Longueur moyenne 52 m x largeur moyenne 30 m = 1560 m²)

2° Définir pour la taille de la végétation, la quantité de bouillie qu'il faut apporter pour bien « mouiller » les plantes :

A) Remplir le pulvérisateur avec de l'eau claire sans pesticide au ¼ de sa capacité (par exemple 4 l si total de 16 l).

B) Pulvériser la première ligne du champ et les suivantes jusqu'à épuisement de l'eau claire en veillant à bien mouiller la végétation et à toucher toutes les plantes.

C) Calculer la surface qui a été pulvérisée avec ¼ de pulvérisateur (par exemple : traitement de 3 lignes de 52 m de long plus une demi ligne = 182 m courant de ligne avec un interligne de 80 cm = 145 m² pulvérisés avec ¼ de capacité.

D) Définir la quantité d'eau nécessaire pour la parcelle et à l'ha. Dans notre exemple, 145 m² ont été pulvérisés avec 4 l d'eau claire. Une règle de trois permet de définir que notre parcelle aura donc besoin de $4l/145 \text{ m}^2 \times 1560 \text{ m}^2 = 43$ litres d'eau, soit l'utilisation de 275 litres d'eau/ha. On observe que, si le pulvérisateur a une capacité de 16 l, il faudra en apporter 2,7 (43 l/16l).

3° Calculer la quantité de produit phytosanitaire à mettre dans chaque pulvérisateur. Un pulvérisateur complet traitera donc 4 x la surface testée à l'eau claire. Dans notre exemple = $4 \times 145 \text{ m}^2 = 580 \text{ m}^2$. Si une dose de 2 kg/ha de produit commercial doit être pulvérisée, une règle de trois permet de définir la dose dans chaque pulvérisateur : $2 \text{ kg}/10.000 \text{ m}^2 \times 580 \text{ m}^2 = 0,116 \text{ kg/pulvérisateur}$.

4° Confection d'un gabarit de dosage par produit. Pour simplifier le travail de l'ouvrier qui prépare la bouillie et pulvérise, le technicien va lui confectionner un gabarit (boîte, bouteille plastique,...) qui, rempli à ras bord, contient la bonne quantité de produit par pulvérisateur. De cette manière, la balance n'est utilisée qu'à la ferme pour préparer le gabarit.

4.8.4. Une réserve minimale de produits phytosanitaires

En considérant les investissements importants que demande un hectare de pomme de terre, il semble évident qu'il faut sécuriser la culture. Par rapport aux nombreux pathogènes et parasites qui peuvent l'endommager, il sera judicieux de prévoir une « phyto-pharmacie de réserve » permettant d'intervenir le plus rapidement possible afin de limiter les dégâts. La liste des produits est proposée ci-dessous en tenant compte qu'il faut toujours avoir en magasin de quoi traiter deux fois avant de pouvoir se réapprovisionner :

²⁹ Si le champ est très irrégulier, le diviser en plusieurs rectangles et/ou triangles

Premier traitement = Préventivement si les conditions de développement sont réunies ou à la déclaration de la maladie ou du parasite,

Second traitement = si le premier n'est pas assez efficace.

Attaque	Matière active	Objectif
Mildiou	Préventif contre mildiou= * Contact Mancozèbe ou * Systémique Metalaxyl Curatif contre mildiou = * Cymoxanil + Famoxadone ou + Métiram ou + Propamocarbe	Empêcher le développement de la maladie Certaines substances actives permettent de traiter une infection réalisée un ou deux jours auparavant (aspect curatif)
Insectes piqueurs suceurs et teigne	Lambda cyhalothrine Cyperméthrine 200 g/l Deltaméthrine 25 g/l	Traiter la partie du champ touchée sans attendre une prolifération du ravageur

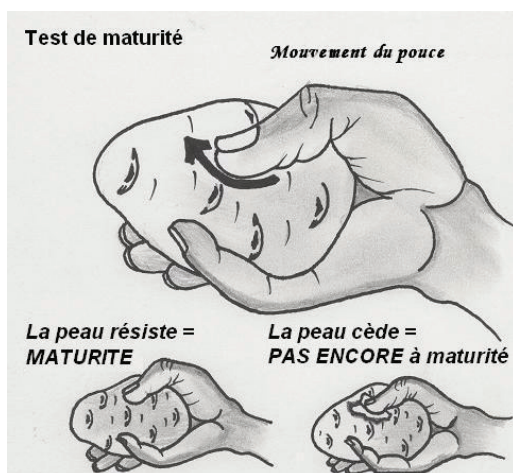
4.9. La récolte

4.9.1. La détermination de la maturité des tubercules avant récolte

Lorsque les plantes arrivent en fin de cycle, la végétation commence à jaunir et à dépérir, c'est la sénescence. La longueur du cycle végétatif est fortement influencée par le stade physiologique du plant qui a été utilisé. Si le plant était au stade 3 (voir point 2.4. : L'évolution du tubercule), il faut compter, en fonction des variétés, de 90 à 120 jours de végétation.

On peut aisément vérifier si les tubercules sont à maturité pour être récoltés : il faut que la peau adhère au tubercule après lui avoir donné un « coup de pouce » !

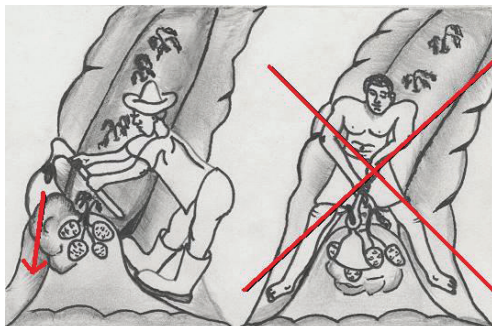
Il faut retenir que les tubercules DOIVENT être à maturité pour être récoltés, transportés et stockés sans dommage !



4.9.2. La méthode de récolte

La récolte doit se faire avec un maximum de soins ! Les tubercules blessés, pourris ou abîmés doivent être immédiatement éliminés.

Si le travail de récolte se fait avec une houe ou tout autre instrument tranchant, il ne faut pas ouvrir la butte en piochant directement dans celle-ci, mais plutôt soulever la butte en piochant sur ses côtés, en prenant garde de ne pas blesser les tubercules.



Ouverture de la butte par l'interbutte

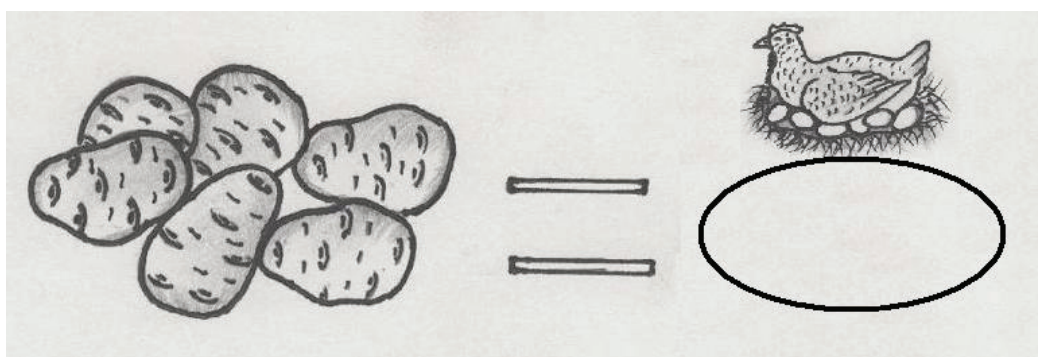
Ouverture de la butte au centre de celle-ci à éviter

Ne jamais ouvrir directement la butte mais toujours le sillon pour limiter les blessures aux tubercules

4.9.3. Les soins particuliers

Il est impératif lors de la récolte et par la suite de **NE PAS** :

- Laisser les tubercules en plein soleil (sauf pour 1 à 2 heures pour les sécher),
- Récolter sous la pluie ou de ramener sur le lieu de stockage des tubercules mouillés,
- Laver les tubercules,
- Jeter les tubercules mais les transporter délicatement dans un filet, un seau ou un panier.



UN TUBERCULE EST AUSSI FRAGILE QU'UN ŒUF !!!!

4.9.4. Le conditionnement et le transport

Les tubercules doivent toujours être triés de manière rigoureuse sur le champ avant conditionnement. Les tubercules défectueux sont écartés, au même titre que les plantes malades en culture.

Les tubercules doivent être conditionnés dans des filets (type sac à oignons) ou en caisse pour permettre l'aération et limiter l'échauffement.

Il faut éviter les sacs à céréales au tissage trop serré !

Lors du transport, on doit veiller à ne pas faire des tas trop importants de sacs de tubercules, car les sacs du dessous risquent d'être écrasés.

Enfin, il faut toujours protéger les sacs du soleil (bâche ou nappe).

5. La conservation

5.1. Les objectifs et les types de conservation

La mise en conservation de la pomme de terre de consommation a pour but d'étaler la disponibilité du produit sur les marchés et, par cette mesure, de soutenir les prix.

Deux types de conservation sont observés en fonction de la durée de celle-ci et des moyens qu'elle nécessite :

- **Une conservation courte** de 3 à 4 mois maximum pouvant, être mise en œuvre par les producteurs eux-mêmes avec des moyens réduits.
La durée de la conservation est limitée par la levée de dormance des tubercules stockés.
- **Une conservation longue** utilisant des chambres froides, mais nécessitant des investissements lourds : conservation très longue (6-8 mois) à température basse (5°-8°C), conservation longue (4-6 mois) à température moyenne (8°-10°C). Dans ce cas, le froid va allonger la durée naturelle de la dormance des tubercules.

L'expérience a largement montré qu'il est impératif, lors de l'introduction de la pomme de terre dans une nouvelle zone de culture, de prévoir, dès le début du projet, au moins une possibilité de conservation de courte durée qui peut sécuriser une partie de la récolte, si le marché ne peut absorber rapidement les produits (1 mois).

Par contre, la construction de chambres frigorifiques pour stocker de la pomme de terre de consommation demande au préalable de prouver la faisabilité technique et la rentabilité économique de l'opération. L'utilisation du froid ne peut s'envisager qu'à partir du moment où la qualité de la matière première est totalement maîtrisée sur des volumes homogènes et importants. La régularité de l'approvisionnement électrique est indispensable pour la réussite de ce type de conservation. Enfin, on observe souvent que le surcoût d'une conservation frigo d'une production locale lui enlève toute compétitivité par rapport à des tubercules importés.

5.2. Une phytotechnie appropriée permettant d'obtenir un produit conservable

La réussite d'une conservation de pomme de terre de consommation est tributaire de la qualité de la matière première. **La réussite de la conservation dépend largement (à 90 %) de la conduite de la culture et des soins à la récolte !** La pomme de terre destinée à la conservation doit donc présenter impérativement certaines qualités pour pouvoir être conservée.

5.2.1. Une variété apte à la conservation

Il est très important de choisir une variété qui a des aptitudes à la conservation. Ce critère se retrouve dans les catalogues des variétés sous la forme d'une note d'aptitude à la conservation. Il s'agit d'une indication valable dans les conditions européennes, basée sur les critères de germination tardive, de perte de poids réduite, de faible altération de la qualité... Bien entendu, une note élevée ne constituera pas une garantie totale de bonne conservation dans les conditions de l'Afrique, mais une note en dessous de la moyenne incitera certainement à éviter de choisir cette variété si l'on désire tenter de la conserver.

5.2.2. Des tubercules de qualité, issus de lots homogènes

La récolte doit être réalisée à maturité complète pour une peau bien formée, gage d'une bonne conservation. Etant donné qu'un excès de fumure azotée retarde la maturité, on doit veiller particulièrement à respecter un bon équilibre N-P-K (1,5-1-2). Seuls, des tubercules « parfaits » peuvent être mis en conservation. Le premier tri au champ et un contrôle lors de la mise en caisses doivent permettre d'éliminer toutes les pommes de terre attaquées ou abîmées.

Il faut particulièrement vérifier que les tubercules ne soient pas attaqués par des larves de teignes car celles-ci peuvent ensuite très rapidement affecter l'ensemble du stock et entièrement le détruire (dans les zones où l'insecte est présent).

On veillera également à ce que les tubercules soient bien secs. S'ils ne le sont pas, il faudra prévoir, avant l'entrée en conservation, une période de séchage. A noter également que les tubercules ne doivent jamais être lavés avant d'entrer en conservation.

Enfin, dans la mesure du possible, on rassemble des lots homogènes pour entrer en conservation et ceux-ci doivent rester différenciés lors de la conservation afin de pouvoir écouler plus rapidement les lots les plus fragiles.

5.2.3. L'utilisation d'inhibiteurs de germination

L'utilisation de produits communément appelés « anti-germes », appliqués en poudrage ou en pulvérisation à la récolte, ou en nébulisation en cours de conservation, permet de conserver plus longtemps les tubercules en retardant la germination, mais ils doivent être appliqués en respectant les précautions d'usage notamment pour les doses. La modification dans la physiologie du tubercule (limitation des divisions cellulaires) retarde la formation des germes mais permet également de perdre moins de poids en limitant la transpiration des tubercules. Les produits commerciaux utilisés sont en général à base de chlorprophame. Il est également possible d'utiliser des produits naturels comme des huiles essentielles à base de menthe.

Le dosage du produit anti-germe peut être délicat en fonction de la qualité et de la variété des tubercules. Des brûlures de l'épiderme peuvent se remarquer sur des tubercules humides ou blessés. De plus, l'application de ces derniers requiert souvent des moyens de pulvérisation spécifiques (thermofumigation). L'application de la substance active à base de chlorprophame par poudrage des tubercules peut être réalisée mais implique souvent une répartition non homogène sur les tubercules et un surdosage fréquent.

Il vaut mieux, dès lors, pouvoir conserver les tubercules de manière naturelle en utilisant des infrastructures de stockage adaptées.

Tout tubercule traité avec un anti germinatif à base de chlorprophame ne pourra plus être utilisé comme plant, car il perturbe fortement la germination.

5.3. Les caisses de conservation

5.3.1. Conservation de courte durée : caisses de 20 à 40 kg

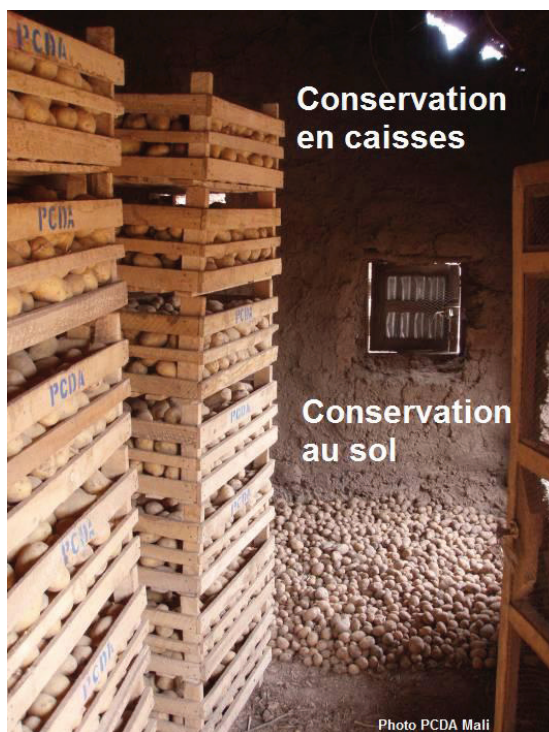
Bien des expériences ont été tentées pour trouver la meilleure technique d'entreposage des pommes de terre sous température ambiante élevée (tas au sol avec ou sans ventilation, silos, caisses...).

Deux principes de base doivent être respectés afin de permettre la conservation :

- limiter l'échauffement des tubercules au sein du volume. Il faut rappeler que la pomme de terre « respire » durant sa conservation en dégageant de l'humidité, du CO₂ et des calories. Plus les tas sont volumineux, et plus l'aération de ceux-ci est difficile. Ils risquent donc de chauffer et entraîner des pertes par pourriture,
- durant la conservation, il est important de pouvoir vérifier la qualité, trier et éliminer éventuellement des tubercules ayant mal évolué. Ce contrôle nécessite, bien entendu, que tous les tubercules soient visités, tout en limitant les manipulations et donc les nouveaux chocs.

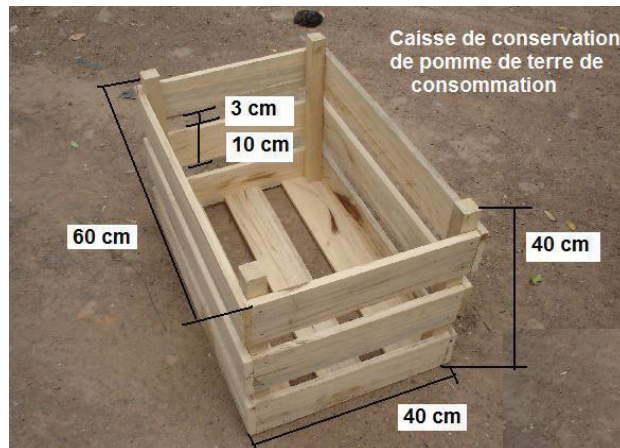
Pratiquement, dans le cadre d'une conservation sans apport de froid, l'utilisation de caisses de conservation de 20 à 40 kg permet de faciliter la mise en application des deux principes énoncés. En effet, la quantité restreinte évite un échauffement néfaste au sein du volume unitaire stocké. L'empilement des caisses laisse également la possibilité de prévoir un maximum de ventilation entre les piles. Le contrôle visuel des tubercules stockés se réalise aisément caisse par caisse. La quantité réduite des tubercules dans chaque caisse permet de les manipuler avec plus de précaution.

Bien sûr, la conservation des tubercules destinés à la consommation doit être réalisée à l'obscurité pour éviter le verdissement.



Par rapport à un étalement des tubercules directement sur le sol, l'utilisation des caisses permet également de stocker des quantités de pomme de terre plus importantes par unité de surface. En tenant compte des espaces d'aération nécessaire et des passages permettant la manipulation des caisses, équivalant à la moitié de la surface totale, on peut estimer que chaque mètre carré utile permet de stocker un maximum de 800 kg (4 caisses par m² sur 5 caisses en hauteur).

En résumé, on peut retenir comme ordre de grandeur que chaque mètre carré de hangar pourra stocker 400 kg. Un hangar de 10 m x 10 m soit 100 m² offre donc un potentiel théorique de stockage de 40 tonnes.



5.3.2. Conservation au froid : caisses palettes de 600 à 1.000 kg

Dans le cadre de l'utilisation de chambres froides, la ventilation et le refroidissement artificiel des tubercules stockés permettent d'utiliser des volumes unitaires de stockage plus importants, de l'ordre du mètre cube. Les tubercules sont alors stockés par unité de 1 à 2 m³ en caisses palettes superposables. Dans ces conditions, la manipulation nécessite des moyens importants pour le stockage et le déstockage des caisses (Clark élévateur ou chariot élévateur). Une ventilation forcée permet également de remplir totalement la chambre froide.



5.4. Le bâtiment de conservation

5.4.1. Le bâtiment pour une conservation de courte durée sans utilisation de froid

Même avec un bâtiment très bien conçu, sans une bonne qualité de la matière première et sans utiliser de caisses, il est illusoire d'espérer conserver sans pertes considérables.

Dès lors, les caractéristiques du bâtiment de conservation perdent de leur importance, pour autant que quelques notions de bon sens soient appliquées.

Pour conserver dans de bonnes conditions, il faut réunir les conditions suivantes :

- éviter autant que possible des températures très élevées à l'intérieur du bâtiment ($> 30^{\circ}\text{C}$),
- assurer un degré d'humidité élevé ($> 80\%$) à l'intérieur du bâtiment,
- stocker les tubercules à l'obscurité et à l'abri de la pluie (également des fuites du toit),
- préserver les tubercules des attaques d'insectes et/ou de rongeurs.

Pour parvenir à limiter les excès de température, plusieurs options techniques peuvent être envisagées :

- construire ou choisir un bâtiment à l'ombre de grands arbres,
- recouvrir le toit de paille (éviter les tôles nues),
- prévoir une aération sous toit (et/ou double toit) avec une orientation générale du bâtiment permettant une ventilation naturelle de ce vide ventilé.



Case de conservation construite à l'ombre de grands arbres



5.4.2. Les chambres froides pour une conservation de longue durée

Une longue conservation des tubercules demande un entreposage entre 6° et 9°C , avec le maintien de l'humidité au dessus de 95% . Cependant, il ne faut jamais atteindre le point de rosée qui pourrait provoquer une condensation et mouiller les tubercules ; ce qui favorise le développement de diverses maladies. Dans ce cas, l'utilisation de chambres froides positives de type industriel s'impose avec des volumes unitaires économiquement rentables.

Une alternative parfois utilisée pour des volumes réduits réside dans l'utilisation de climatiseurs ($\pm 15^{\circ}\text{C}$). La germination peut alors être retardée de 1 à 2 mois par rapport à une conservation à température ambiante.

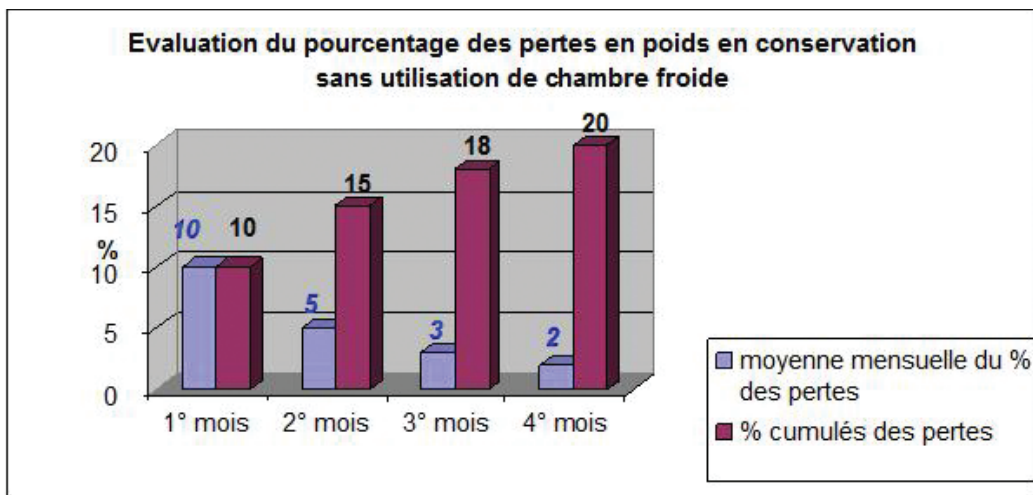
5.5. Un exemple de coût d'une conservation courte sans chambre froide

L'exercice consiste à détailler un exemple de conservation sans utilisation de chambres froides afin de présenter les paramètres pris en compte et permettre de dégager un ordre de grandeur de la rentabilité finale.

En prenant l'exemple du Bas Congo, pour un coût moyen/hectare de $8.800\ \$\text{US}$ et un rendement de 12 à 14 tonnes commercialisables, le coût de revient après la récolte varie de $0,63$ à $0,73$ à $\text{US}\ \$/\text{kg}$.

Durant une courte conservation de 4 mois, le poids des tubercules stockés diminue du fait du tri des tubercules pourris et des pertes par déshydratation.

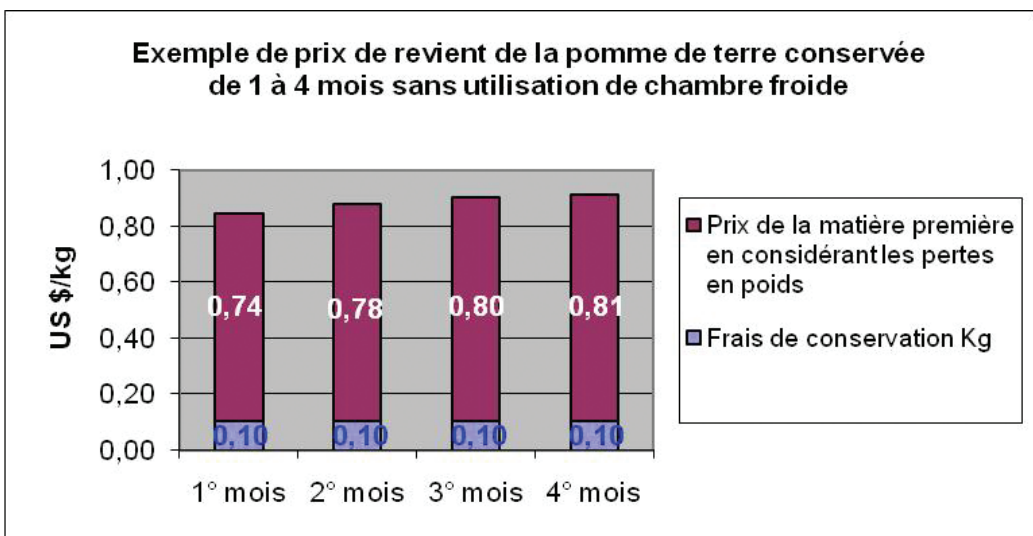
Durant le premier mois de conservation, les pertes sont toujours plus élevées, pour se stabiliser par la suite.



En conséquence, un lot dont le coût de revient initial de 0,68 US \$/kg, stocké pendant 4 mois et perdant un maximum de 20 % en poids durant la conservation, va atteindre un prix de revient de 0,82 US \$/kg. A cela, il convient d'ajouter les frais de conservation détaillés au point suivant.

Dans notre exemple, en cumulant le prix de la pomme de terre + les pertes de poids + les frais de conservation, on atteint un coût total qui varie de 0,84 à 0,91 US \$/kg selon la durée du stockage. Dans ce cas, le coût de la conservation varie de 0,16 à 0,23 US \$/kg.

Pour que la conservation soit rentable, il faut s'assurer que le prix de vente de la pomme de terre après conservation soit d'au moins de 1,36 US \$/kg (marge brute de 50 % des charges de production et conservation).



6. La disponibilité des plants

6.1. La problématique

L'approvisionnement en plants de pomme de terre a été identifié comme une contrainte majeure de la filière, tant pour des plants produits localement à l'Est du pays que pour des plants importés de l'étranger (Europe, Afrique du Sud).

Dans le cadre de l'importation de plants, les difficultés majeures résident dans :

- le prix important des plants qui représente, dans beaucoup de cas, plus de la moitié du coût de culture (voir § 3.1.5.),
- les risques de pourritures liés aux délais du transport maritime et de dédouanement,
- le choix variétal limité à la gamme de variétés produites en Europe (les variétés tropicales de basse altitude pour la saison des pluies ou de longue conservation ne sont pas disponibles en Europe),

Dans le cadre de plants d'origine locale ou sous-régionale, les agriculteurs se plaignent que le potentiel des variétés adaptées diminue d'année en année, vraisemblablement du fait de la dégénérescence de ces variétés, donc de l'absence de programmes de production de plants convenablement contrôlés sur le plan phytosanitaire et l'absence de renouvellement de matériel de pré-base.

6.2. Une filière locale de production de plants

6.2.1. Un rappel concernant le système de production de plants en Europe

Les filières de production de plants en Europe se basent sur une organisation stricte et rigoureuse de la production. Cette organisation est généralement réalisée de manière conjointe entre les producteurs et les institutions officielles en charge du contrôle de qualité. La production est réalisée sur base de règlements portant sur la manière de produire, sur le contrôle aboutissant à la certification officielle de la qualité des lots de plants mis en marché. Cette organisation de la production de semences a été progressivement mise en place à partir du milieu du siècle passé et elle nécessite des moyens importants dont des ressources humaines bien formées pour la réalisation des différentes étapes du contrôle et de la certification, des moyens techniques coûteux et bien maîtrisés (laboratoires d'analyse) et aussi une filière professionnelle bien organisée (producteurs professionnels, marché dynamique et profitable). La plupart de ces exigences ne sont pas présentes en RDC, si bien qu'il est illusoire de penser à court et moyen termes à l'établissement d'une structure de contrôle et certification aussi rigoureuse, calquée sur le modèle développé en Europe.

Il est cependant capital, pour la RDC, de suggérer des pistes quant à l'organisation d'une filière simplifiée, dans l'optique d'assurer la production en quantité suffisante et d'une qualité optimale de plants de pomme de terre. Des filières de ce type existent déjà au Kenya et dans certains pays d'Afrique australe.

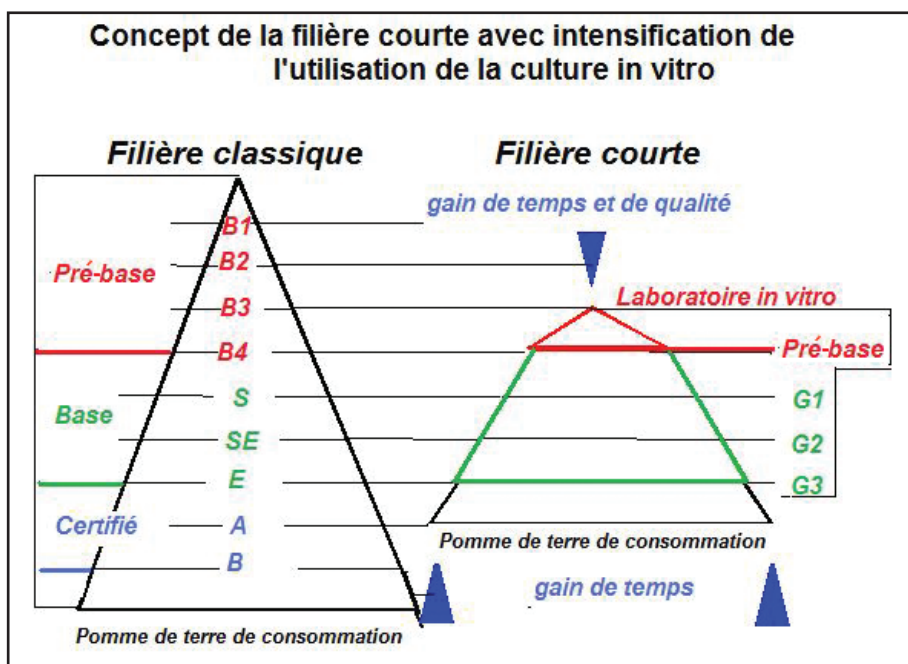
6.2.2. Un concept de filière courte pour une production locale de plants

Une filière de production de plants est toujours basée sur la multiplication, en différentes étapes, d'un lot de plants initial sain permettant in fine la mise en marché de plants en quantité suffisante pour pouvoir satisfaire la demande des producteurs de consommation.

Les différentes étapes sont constituées de cycles successifs de multiplication au champ en nombre plus ou moins important. En Europe, le nombre de cycles réalisés au départ d'un « noyau » de multiplication (matériel initial), généralement, obtenu par la multiplication de matériel végétal sain, maintenu dans des laboratoires de micropropagation in vitro, est très élevé : jusqu'à 10 à 12 multiplications au champ sont autorisées, pour autant, bien sûr, qu'à chacun des cycles, des normes relatives à l'état phytosanitaire soient respectées. Ces cycles de multiplication sont réalisés au sein de trois grandes classes de plants, les classes de pré-base, de base et certifiées. Ce sont les plants certifiés de classe A dont se servent généralement les producteurs de pommes de terre de consommation pour planter leurs champs. Chaque fois que le lot initial est multiplié, il descend d'une classe et ne peut jamais servir à produire une classe supérieure à son classement.

Le concept proposé, il y a plus de 20 ans, en Afrique de l'Ouest par le SOC International et en Afrique centrale par le CIP, réside dans la mise en place d'un schéma très court de multiplication (3 multiplications au champ) car le risque de dégradation de la qualité phytosanitaire au fil des différents cycles de multiplication est plus élevé en Afrique qu'en Europe pour différentes raisons : moins bonne maîtrise technique de la production par les producteurs, présence de pathogènes particuliers, notamment les bactéries responsables du flétrissement, inexistence ou quasi-inexistence des systèmes de contrôle officiel, ... Toutefois, cette filière courte, à nombre réduit de cycles de multiplication au champ, nécessite l'intensification de la production de matériel de pré-base issu des laboratoires in vitro (voir partie droite du schéma du concept de la filière courte) pour l'obtention d'une quantité équivalente et suffisante de plants certifiés.

Ce schéma court de multiplication a été validé, car l'expérience a montré dans divers laboratoires que le coût de production des plantules in vitro pouvait être de 5 à 6 fois inférieur à celui de l'Europe. Le facteur favorable réside, bien entendu, au niveau de la différence du coût de la main d'œuvre qui, en Europe, peut représenter 80 % des charges de production.



Ce matériel de pré-base (minitubercules ou vitrotubercules ou vitroplantules acclimatées), produit directement à partir du matériel végétal sortant du laboratoire (vitroplants) doit donc être multiplié au champ de 2 à 3 fois. Plusieurs solutions techniques sont envisageables, en tenant compte du fait que la contrainte majeure réside dans la conservation des plants entre cycles de multiplication au champ :

- si les multiplications se réalisent dans des zones d'altitude (>2.000 m) à l'Est du pays, le problème de la conservation est résolu dans la mesure où les conditions climatiques permettent 2 cultures par an. La période de conservation entre ces deux cycles culturaux n'est donc pas longue et il est possible de proposer des plants prégermés pour chaque période de plantation sans devoir conserver les plants dans des frigos. L'utilisation de magasins de type « lumière diffuse » pour la conservation et la préparation (germination) des plants suffit,
- en dehors de ces zones, notamment au Katanga et au Bas Congo, dans lesquelles il n'y a qu'une saison vraiment propice pour la production, soit la saison sèche en culture irriguée (juin à septembre), la période de conservation entre deux cycles de culture est longue (environ 9 mois) et dépasse largement la durée de dormance naturelle des variétés classiquement produites. Dès lors, deux solutions sont proposées :
 - l'utilisation de frigos pour permettre la conservation sur une aussi longue période, grâce à l'allongement de la période de dormance que cette pratique autorise,
 - l'utilisation de variétés possédant naturellement une très longue période de dormance, de manière à pouvoir les conserver sans frigos durant une longue période. Ceci implique de rechercher ces variétés qui ne sont pas, pour le moment, disponibles en RDC.

6.2.3. La production du matériel de pré-base par micropropagation in vitro

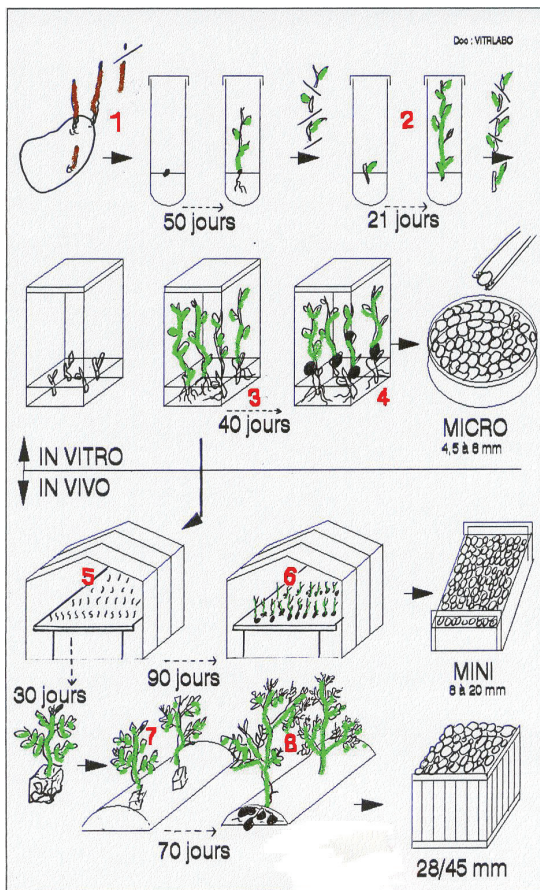
Il est important de démystifier la culture in vitro de la pomme de terre.

En effet, on notera que la multiplication massale in vitro par micro-bouturage de la pomme de terre est :

- techniquement tout à fait maîtrisée (Il s'agit donc de partir d'un explant, par exemple un nœud de germe, issu de tubercule sain, et de l'introduire en conditions de culture in vitro : son développement donnera une première plantule (étape 1). Celle-ci, une fois développée, va être multipliée par bouturage : on découpe la tige en autant de boutures qu'elle possède de nœuds (étape 2). La laboratoire peut aussi être livré directement en plantules saines issues d'une collection nationale ou internationale garantie,
- simple et peu coûteuse à mettre en œuvre (équipement de base d'un laboratoire produisant 100.000 plantules/an = +/- 35.000 \$ US),
- rapide (coefficient de multiplication de 3 à 4 en 15 à 21 jours en fonction des variétés),
- quasiment non limitée dans le nombre de subcultures pouvant être réalisées sans apparition de mutants.

La micro-propagation in vitro doit être confiée à un(e) technicien(ne) (minimum bac + 3) qui aura été préalablement formé(e) (15 jours) et qui sera assisté(e) par 1 ou 2 ouvriers(ères) repiqueurs(euses) en fonction des besoins. Ce travail répétitif ne doit pas être réalisé par un(e) ingénieur(e) ou un(e) docteur, dont le rôle peut être limité à un appui à la planification de la production et au contrôle de la qualité interne.

Lorsqu'un grand nombre de plantules ont été obtenues in vitro au laboratoire, plusieurs itinéraires techniques sont possibles pour transférer le matériel initial au champ :



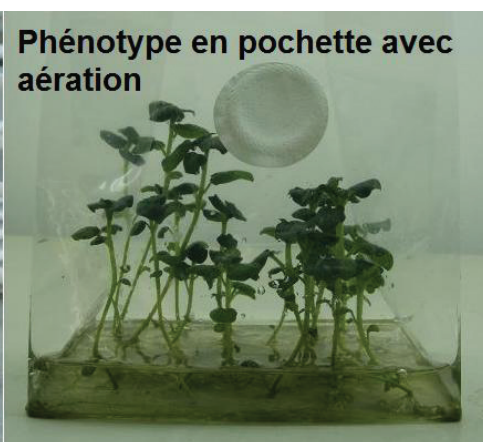
> Produire des “vitrotubercules”, soit des tubercules issus in vitro, donc au laboratoire, des plantules microbouturées, (étape 3).

Ces tubercules ont un calibre variant de 3 à 8 mm, c’est pourquoi on les appelle communément des “microtubercules” (étape 4).

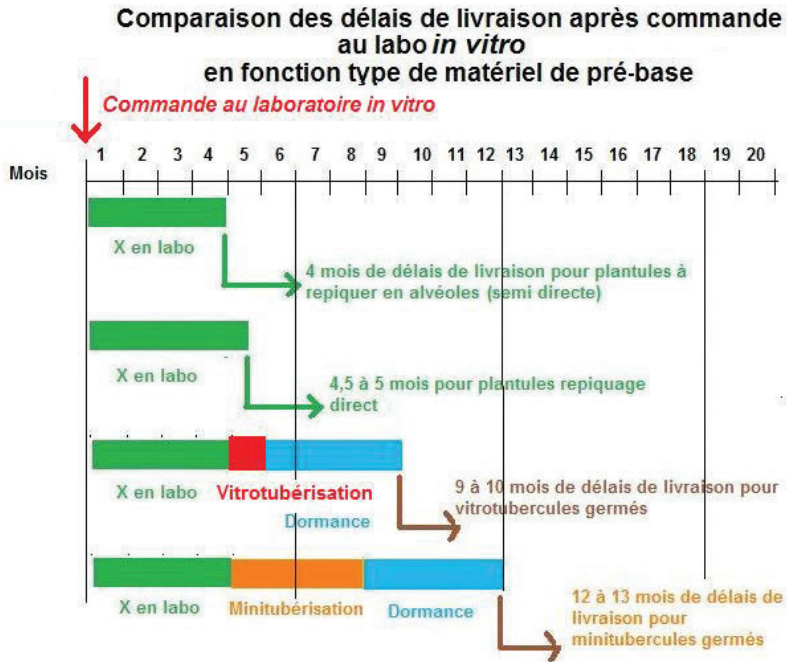
> Les plantules in vitro peuvent être acclimatées en serre (étape 5) et produire en serre des “minitubercules” d’un calibre de 8 à 20 mm (étape 6).

> Les plantules in vitro peuvent être uniquement acclimatées en serre jusqu’à un stade de 10 à 15 feuilles, ensuite transplantées en plein champ (étape 7). La tubérisation en plein champ donnera des calibres normaux de 28 à 45 mm (étape 8).

Actuellement, on développe de plus en plus la production de plantules in vitro, au départ de contenant permettant des échanges gazeux, ce qui permet d’obtenir des plantules très développées (tige, feuilles...) plus aisées à acclimater directement en plein champ, sans passer par une phase d’acclimatation en tunnel.

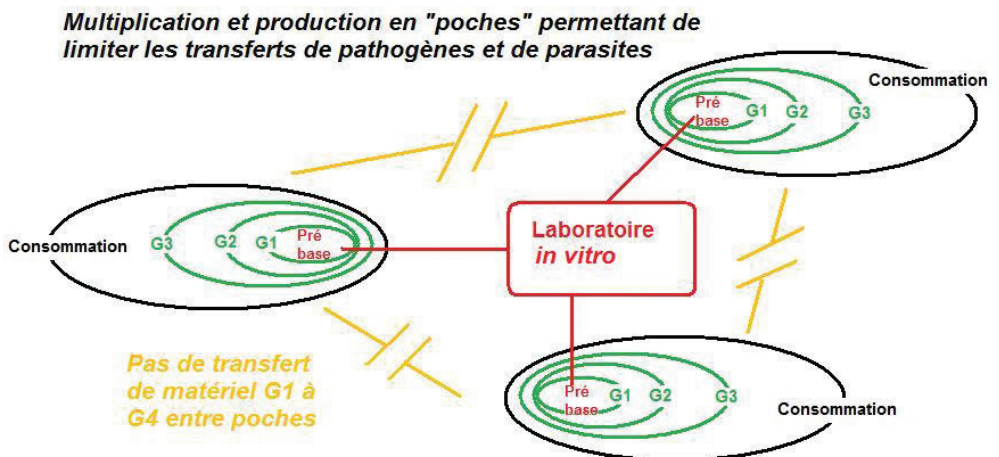


Le transfert direct de plantules au champ a l'avantage de permettre une production rapide de tubercules au champ, tandis que la production au champ de tubercules au départ de minitubercules ou vitrotubercules demande un délai plus important, puisqu'il faut d'abord produire ces derniers (délai de 12 à 13 mois). Le schéma ci-dessous compare les délais de production en fonction du produit commandé³⁰.



6.2.4. L'organisation de la production en « poches géographiques »

Ce système se base sur une production de plants réalisée en « poche ». Il s'agit donc de produire du plant dans une zone géographique restreinte pour servir les clients de proximité qui produiront de la consommation dans la même zone.



³⁰ Le temps nécessaire à la multiplication *in vitro* dépend, bien entendu, du nombre de plantules nécessaires pour assurer la production. Dans notre exemple, on part d'un noyau de 1.000 plantes X 5 multiplications. Avec un coefficient de 3, on arrive à +/- 81.000 plantules.

Le concept se base sur 3 caractéristiques principales :

1. toute la chaîne de production est réalisée par le secteur privé,
2. un laboratoire *in vitro* envoie dans chaque zone du matériel de pré-base,
3. dans une zone, les multiplicateurs réalisent eux-mêmes 3 multiplications successives (G1 à G3) du matériel reçu du laboratoire, avant de vendre les plants dans la même zone ; il s'agit donc d'une filière courte.

Cette organisation de la production engendre des avantages concurrentiels importants :

- l'intégration, en début de chaîne, d'un laboratoire *in vitro* permet de garantir l'état sanitaire des plants initiaux et leur origine variétale,
- une proximité des multiplicateurs par rapport à ses clients est très favorable à une bonne détermination des besoins de ceux-ci (variétés/quantités),
- l'envoi de matériel de pré-base issu de l'*in vitro* limite les transferts possibles de maladies d'une zone à l'autre et offre donc un matériel avec une plus grande garantie de qualité sanitaire,
- les multiplications successives, de la G1 à la G3, réalisées par le même multiplicateur limitent les prises de bénéfices à chaque étage et permettent d'offrir un produit à un prix plus intéressant.

A noter que du matériel de base (de classe Super Elite ou Elite) peut également être importé des filières européennes pour être multiplié une seule fois et ensuite distribué aux producteurs de pommes de terre de consommation. Ce procédé est largement utilisé en Afrique du Nord et de l'Ouest. Cette voie permet, au démarrage d'un projet, d'obtenir, dès la fin de la première année, des plants à commercialiser. Cependant, ce matériel de base pour des variétés commerciales est souvent difficile à obtenir et requiert des filières de transport et de commercialisation bien organisées, pour une livraison de plants de bonne qualité sanitaire et physiologique à la bonne période de plantation. Il est, par ailleurs, impossible d'obtenir les variétés spécifiques africaines (notamment celles sélectionnées dans l'Est du Congo) par ces filières.

6.3. La production traditionnelle de plants et des pistes d'amélioration

Au niveau du producteur de consommation ayant, pour diverses raisons, difficilement accès à de bonnes semences, la pratique est souvent de récupérer les tubercules de petit calibre dans sa production de consommation : ceux-ci sont alors conservés puis replantés la saison suivante pour les nouvelles cultures de consommation. Bien entendu, si ce système comporte des avantages économiques, il fait prendre aux producteurs des risques considérables de propagation de maladies et/ou de parasites. En effet, en rassemblant les petits calibres d'une parcelle destinée à la consommation pour en faire du plant, le producteur concentre les tubercules qui n'ont pas grossi normalement, ceci pouvant être provoqué par des attaques de pathogènes ou nématodes. Par cette pratique, il sélectionne donc des plants pouvant être de (très) mauvaise qualité phytosanitaire et il n'est donc pas étonnant de voir la production décliner rapidement !

Pourtant, à défaut d'accès à des plants de bonne qualité, le producteur a, à sa disposition des techniques simples pouvant lui permettre malgré tout de produire (sélectionner) des plants de qualité suffisante. C'est l'application des principes de sélection négative et positive.

- Sélection négative : le producteur élimine toutes les plantes lui semblant malades ; tubercules en formation y compris.
- Sélection positive : le producteur repère et identifie (piquet) les plus belles plantes et/ou repère à la récolte les plantes ayant donné le plus de tubercules pour y puiser ses petits calibres (futurs plants). Ceci impose que la récolte se réalise plante par plante (on laisse en tas les tubercules d'une même plante).

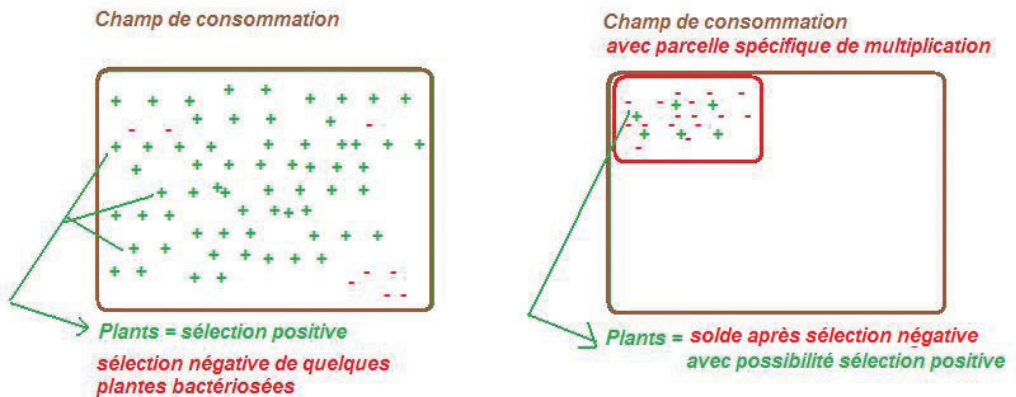


Pratiquement, la sélection négative n'est pratiquée strictement que lorsque le producteur a réservé une parcelle de son champ de consommation pour la multiplication. Cette partie sera particulièrement surveillée pour appliquer une sélection négative maximale.

Lors de la récolte de cette parcelle, une sélection positive peut encore être réalisée, afin d'assurer une qualité optimale.

Lorsque tout le champ est prévu en consommation, sans parcelle spécifique pour le plant, le principe de sélection négative sera toujours d'application mais souvent réalisé moins sévèrement. Par contre, la sélection positive y restera le meilleur garant pour préserver la qualité sanitaire.

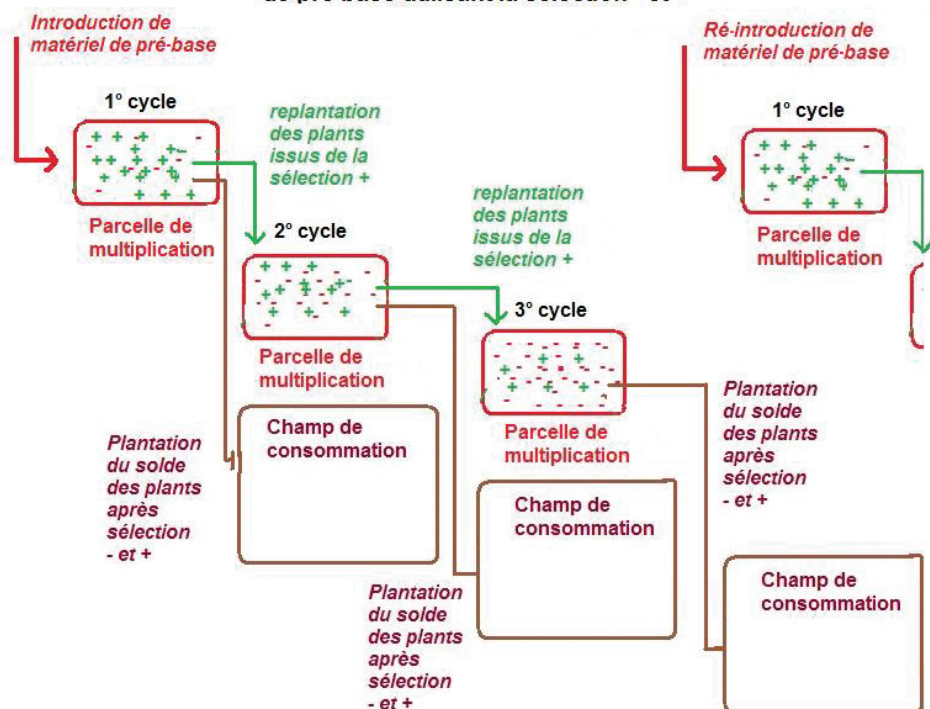
Exemples d'organisation au champ de la sélection négative et positive



Une autre technique, un peu plus complexe, alliant la production d'origine in vitro et la production classique, est celle des petites parcelles de multiplication. Le producteur se procure du matériel végétal sain d'origine in vitro, par exemple des minitubercules, mais en petite quantité. Ces minitubercules sont plantés dans une petite parcelle dont le choix est bien réfléchi (sol reposé, indemne de bactéries, à l'écart de sources d'infection comme autres cultures pour la consommation, ou cultures de tomates). Le producteur applique une sélection négative sévère dans cette parcelle, si nécessaire (épuration), et il combine cette sélection avec une sélection positive : les tubercules issus des plantes sélectionnées sont conservés pour reproduire une nouvelle petite parcelle de multiplication l'année suivante, dans laquelle les mêmes processus de sélection sont conduits.

Les autres tubercules sont destinés à être plantés pour la production de consommation. Ainsi le producteur, année après année, conserve un noyau de bonnes semences lui permettant de reproduire des semences chaque année ou chaque saison, pour sa parcelle de multiplication et pour ses parcelles de consommation. Lorsque le noyau commence à extérioriser trop de problèmes phytosanitaires, il le renouvelle en acquérant à nouveau une petite quantité de minitubercules, afin de redémarrer le processus. Ce système de production évite au producteur de devoir acquérir chaque année du matériel initial sous forme de minitubercules : malgré des coûts de production relativement bas en Afrique pour le matériel initial d'origine in vitro, celui-ci reste tout de même relativement cher pour le petit producteur.

Exemple de schéma de multiplication et production avec introduction de matériel de pré-base utilisant la sélection - et +



En résumé, donc, la production et la mise à disposition de plants de qualité phytosanitaire optimale est nécessaire pour le développement des productions régionales de pommes de terre de consommation.

Des plants de qualité peuvent être obtenus en organisant une filière de production au départ de matériel végétal sain, maintenu et multiplié dans des laboratoires de micro-propagation in vitro, dont l'installation et le fonctionnement ne requièrent pas de moyens inabornables dans les conditions de la RDC. Toutefois, une filière basée sur ces techniques nécessite une bonne organisation pour que la qualité du matériel initial sortant des laboratoires soit impeccable et la production régulière. La mise en place d'un système de contrôle de la qualité de ces productions doit accompagner la filière. Cependant, l'établissement d'un tel système doit être bien réfléchi et adapté aux conditions locales de production et structures.

Dans les conditions particulières de la RDC, dont notamment le problème phytosanitaire lié à la bactériose (*Ralstonia solanacearum*), la filière de multiplication à mettre en place doit être aussi courte que possible : 3, ou mieux, 2 cycles maximum (G1, G2, (G3)) de multiplication au champ, au départ de minitubercules ou plantules acclimatées (G0). Ceci permet de réinjecter plus souvent dans la filière du matériel végétal initial de haute qualité sanitaire, et donc de lutter contre la dégénérescence accélérée des semences dans ces conditions particulières.

En attendant que cette technique soit opérationnelle et bien maîtrisée, il faut concevoir et développer des techniques simples pouvant être facilement adoptées parmi les petits paysans. La pratique de sélection positive pour la constitution des stocks de plants au sein des exploitations familiales constitue une technique facile à vulgariser et à mettre en œuvre.

L'importation de plants européens ou sud-africains au Katanga et au Bas Congo constitue aussi une alternative intéressante, mais avec les inconvénients potentiels de coût, de choix de variétés, de choix des calibres dans ces variétés, de transport (qualité phytosanitaire et physiologique préservée, délais de livraison).

7. Conclusion

Le lecteur aura trouvé dans ce guide un volume important de données techniques concernant la culture (description, phytotechnie, maladies, conservation, plants, etc...), mais aussi d'informations économiques et commerciales (charges de production, prix indicatifs de marchés...) qui nous paraissent au moins aussi importantes !

En effet, rappelons que la pomme de terre est une culture de « rente » en RDC, c'est-à-dire une production qui nécessite des investissements conséquents et qui peut être très profitable. Dans ce type de production, la préparation « commerciale » de l'opération prend tout autant d'importance que sa partie technique.

Cette logique de rentabilité, alliée à la productivité, a été développée tout au long de ce programme du CDE et doit être poursuivie par les acteurs de la filière pomme de terre afin que celle-ci se développe aux bénéfices de tous les acteurs, depuis le producteur jusqu'au consommateur.

Principales sources bibliographiques

Ouvrages de base :

- P. Rousselle, Y. Robert, J.C. Crosnier, éd., 1996 – La pomme de terre – INRA, 603 p.
- Bulletins d'information technique, 1987 – La pomme de terre – CIP, 136 p.
- P. Le Corre, J.M. Gravouelle, M. Martin, 1995 – La culture de la pomme de terre de conservation – ITCF/ITPT, 64 p.
- Guide pratique de la pomme de terre de conservation, 1981, ITPT, 65 p.

Techniques spécifiques :

- J. Odet, M. Musrad, 1989 – Mémento fertilisation des cultures légumières – Ctifl, 398 p.
- H. Hack, – The BBCH scale for phenological growth stages of potato.
- R. Vandeput, 1981- Les principales cultures en Afrique centrale – Administration Générale de la Coopération au Développement, 1252 p.

Maladies et traitements :

- W. Radtke, W. Rieckmann, 1991 – Maladies et ravageurs de la pomme de terre – Th. Mann éd., 168 p.
- Maladies, ravageurs et désordres de la pomme de terre : guide d'identification et fiches descriptives – 2008, FNPPPT/GNIS/Arvalis, 192 p.
- W.J. Hooker, 1990 – Compendium of Potato Diseases – The American Phytopathological Society, 125 p.
- G. N. Agrios, 1997 – Plant Pathology – Academic press, 635 p.
- Guide pratique de défense des cultures – 1999, ACTA, 575 p.
- Index phytosanitaire – 2002, ACTA, 788 p.

Connaissances des variétés :

- Variétés de pomme de terre – 1995, ITCF/ITPT, 16 p.
- Catalogue néerlandais de variétés de pommes de terre – 1997, NIVAA, 270 p.
- Catalogue français des variétés de pomme de terre – 2008, FNPPPT, Arvalis, 320 p.
- Inventaire des variétés maraîchères citées en Afrique de l'Ouest – 1996, Bulletin de liaison N° 10, 31 octobre 1996, Coordination régionale pour le développement des productions horticoles en Afrique, FAO, pages 99 à 122.

Fiches techniques et/ou de vulgarisation :

- P.POZY, 1991 – Comment cultiver la pomme de terre dans le BUTUTSI – Fiche technique N° 014, ISABU, 31 p.
- Guide de la production et de protection de la pomme de terre – 2000, Agrocom 35 p.
- La culture de la pomme de terre – 1998, Fédération des Paysans du Fouta Djallon,
- Amélioration des techniques de production et de conservation de la pomme de terre – 2005, Fédération des Paysans du Fouta Djallon, 48 p.
- P.Marty, 1992 – La pomme de terre – Agridoc International, 18 p.
- Guide pratique de la culture de la pomme de terre – 2002, Institut technique des cultures maraîchères et industrielles (Algérie), 19 p.
- Fiches techniques « Rendez-vous qualité », Filière wallonne de la pomme de terre (FIWAP), N° 1 à 13.
- Guide technique de la culture de la pomme de terre en Afrique de l'Ouest – octobre 2009, CDE et CTA, 82 p.
- Fiches de variétés de pomme de terre, Station de l'INERA de Mulungu.

Abréviations, Sigles et Acronymes

ASF	Agro Sans Frontière (ONG France)
CDE	Centre pour le développement de l'entreprise (UE)
CIP	Centre international de la pomme de terre
CTA	Centre Technique Agricole (UE)
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FAOSTAT	Site de statistiques de la FAO : http://faostat.fao.org/
FIWAP	Filière wallonne de la pomme de terre (Belgique)
FNPPPT	Fédération Nationale des Producteurs de Plants de Pomme de Terre (France)
GIE	Groupement d'intérêt économique
ILVO	Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (Belgique)
ONG	Organisation non gouvernementale

Ce guide est édité grâce au concours des partenaires suivants :



Centre pour le développement de l'entreprise (CDE) :

Institution de l'Union européenne créée dans le cadre de l'accord de Cotonou pour l'aide au développement du secteur privé.
Immeuble Serenitas, 2A Av. Edmond Van Nieuwenhuysse,
B-1160 Bruxelles, Belgique
Tel : + 32 2 679 18 11 - Fax : + 32 2 675 26 03
e-mail : info@cde.int - site : www.cde.int



N.V. SOPEX CONSULTING S.A. : bureau d'études

Generaal Lemanstraat 74
2600 Antwerp, Belgique
Tel : + 32 3 285 39 71
e-mail : sopex@sopex.be - site : www.sopex.be



Belgium Horticultural Organisation

asbl pour la promotion de l'horticulture
Rue chapelle Stevenaert 151,
B-1370 Jodoigne, Belgique
e-mail : info@belhor.eu



Centre wallon de recherches agronomiques :

Département Sciences du vivant
Unité Amélioration des espèces et biodiversité
Bâtiment Haute-Belgique, Rue du Serpont, 100
B-6800 Libramont, Belgique
Tel : + 32 61 23 10 16 - e-mail : j.rolot@cra.wallonie.be - site : cra.wallonie.be



Instituut voor Landbouw en Visserij Onderzoek

Centre de recherche pour l'agriculture et la pêche
Institution scientifique de la région flamande de Belgique
Domaine protection des végétaux, service de bactériologie
Burg. Van Gansberghelaan 96, B-9820 Merelbeke, Belgique
Tel : + 32 9 272 24 76 - e-mail : johan.vanvaerenbergh@ilvo.vlaanderen.be
site : www.ilvo.vlaanderen.be



SOC International : association française loi 1901, œuvrant pour une autosuffisance alimentaire et un démarrage économique, spécialisée dans la filière pomme de terre en Afrique de l'Ouest. Président Fondateur Docteur Paul Deroubaix.

Av. Maréchal De Lattre de Tassigny 74, F-62400 Béthune, France.
Tel : + 33 3 21 68 31 66 - Fax : + 33 3 21 64 82 80
e-mail : agay@club-internet.fr - site : www.lions-france.org



Filière wallonne de la pomme de terre : asbl de promotion et de valorisation du

plant de pomme de terre et de la pomme de terre de consommation
Rue du Bordia 4, B-5030 Gembloux, Belgique
Tel : + 32 81 61 06 56
e-mail : Daniel.ryckmans@fiwap.be - site : www.fiwap.be



Agro Sans Frontière : association française, apportant une assistance agronomique à tout pays, et toute population, qui ont des besoins alimentaires, dans le cadre d'un processus de développement durable, dans le respect des femmes et des hommes, de leurs cultures et de leurs croyances.

Délégation Bretagne : Vice Président Bernard Jouan.
Le Puits Berger, F- 35740 Pace, France.
Tel : + 33 2 99 60 60 34 - e-mail : asfbretagne@orange.fr
site : www.agrosansfrontiere.org