

Caractères descriptifs des variétés

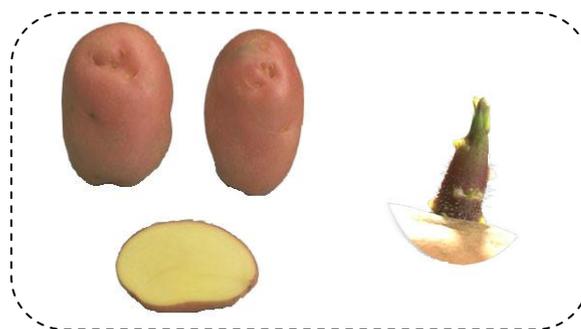


Figure 15 : Photo de la variété Désirée entière, en coupe et le germe.

3.1.1. Variété *Désirée*

Origine génétique : Urgenta X Depesche

Obtenteur(s) : BVde ZPC (Pays-Bas)

Année d'inscription au catalogue national : 1988

- Le plant de cette variété est court à moyen et semi dressé, avec une tige épaisse et vigoureuse.
- Les nœuds et entre-nœuds sont de couleur rouge pourpre.
- Les feuilles ont une couleur vert gris mat. Elles sont moyennement longues et rigides,
- Les nervures médianes et les pétioles sont entièrement rouges pourpres sauf, les surfaces inférieures qui sont vertes.
- Les fleurs sont nombreuses avec des grandes corolles roses, les pédoncules longs et rougeâtres.
- La forme des tubercules est oblongue, moyenne à grosse. Sa peau est rouge, lisse avec des yeux superficiels à mi profonds, et une chair jaune pâle.
- Repos végétatif long.
- Le germe est d'une forme cylindrique et fortement pigmentée par contre l'apex est légèrement pigmenté (NIVAA, 2000 *in* DJEBIRI, 2005).
- Forte résistance à la sécheresse et bonne résistance au virus Y et à la gale poudreuse. Sensible au nématode à kyste de la pomme de terre et aux déformations sur les sols lourds. Modérément sensible aux virus de la panachure et de la mosaïque bénigne.

Tableau 12 : Descriptions de la variété Désirée.

Caractéristiques des tubercules		Description botanique	
Souplesse de la peau :	Moyenne	Maturité :	Demi-tardive
Forme du tubercule :	Oblongue	Hauteur des plants :	Importante
Profondeur des yeux :	Assez profonde	Fréquence des baies :	Nombreuses
Couleur de la peau :	Rouge	Couleur de la fleur :	Rouge violacé
Couleur de la chair :	Jaune	Couleur de la base du germe :	Rose



Figure 16 : Photo de la variété Spunta entière, en coupe et le germe.

3.1.2. Variété *Spunta*

Origine génétique : Béa X U.S.D.A. 96-56

Obtenteur(s) : J. Oldenburger (Pays-Bas)

Année d'inscription au catalogue national : 1988

- La variété *Spunta* est essentiellement destinée à la consommation à maturité demi-précoce.
- C'est une variété à proportion très forte de gros tubercule oblong allongé, régulier, des yeux très superficiels, peau jaune, chair jaune.
- Les germes sont violets, coniques à pilosité moyenne.
- Plante de taille haute, port dressé, type rameux,
- Feuilles : vert franc, peu divisée, mi ouverte ; foliole moyenne, ovale arrondie,
- Repos végétatif moyen.
- Floraison assez abondante, de couleur blanche partiellement pigmentée. Les tests ont montré une bonne résistance au mildiou du feuillage. (HINGROT, 1990 in AISSA, 2005).

Tableau 13 : Descriptions de la variété Spunta.

Caractéristiques des tubercules		Description botanique	
Souplesse de la peau :	Moyenne	Maturité :	Semi-précoce
Forme du tubercule :	Oblongue - allongée	Hauteur des plants :	Moyenne
Profondeur des yeux :	Peu profonde	Fréquence des baies :	Absentes
Couleur de la peau :	Jaune	Couleur de la fleur :	Blanche
Couleur de la chair :	Jaune clair	Couleur de la base du germe :	Violet

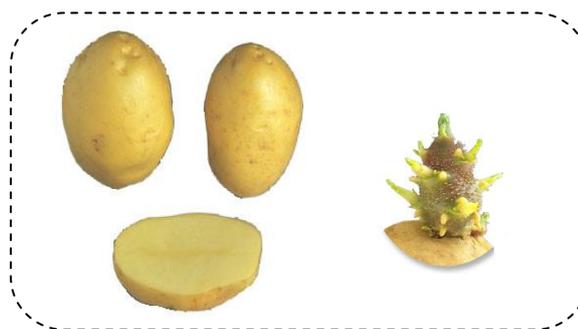


Figure 17 : Photo de la variété Chubaek entière, en coupe et le germe.

3.1.3. Variété *Chubaek*

Origine génétique : H 83011-3 X Superior

Obtenteur(s) : Suwon, Gangneung (Corée du Sud)

Année d'inscription au catalogue national : / (Néant)

- Les plantes de cette variété ont une taille haute, port dressé et vigoureux
- Feuille à couleur vert foncé ; foliole large.
- Tubercules : sont arrondis de taille moyenne, avec des yeux peu profonds et une peau jaune et lisse, chair jaune pâle.
- Floraison : Assez abondante.
- Fleur : Rouge-violette.
- Repos végétatif court (60 jours).

Maturité précoce avec un cycle végétatif court, et de forts rendements (entre 33-35 t/ha), bonne résistance au virus Y et PLRV.

Tableau 14 : Descriptions de la variété Chubaek.

Caractéristiques des tubercules		Description botanique	
Souplesse de la peau :	Moyenne	Maturité :	Précoce
Forme du tubercule :	Arrondie	Hauteur des plants :	Faible
Profondeur des yeux :	Modérée	Fréquence des baies :	Absentes
Couleur de la peau :	Jaune pâle	Couleur de la fleur :	Rouge-violette
Couleur de la chair :	Jaune pâle	Couleur de la base du germe :	Rose

4. Milieu de culture utilisé

Nous avons utilisé deux milieux de culture :

4.1. Système hydroponique

Choisi pour la production de minitubercules, il combine les techniques hydroponiques pour la distribution de la solution nutritive et la technique de culture sur polystyrène pour la fixation et l'ancrage de la plante.

La répartition par variété s'est fait sur une table pour chaque variété.

4.2. Système de culture sur substrat

Ce système utilise comme milieu de culture la tourbe noire. Les plants sont mis dans des pots, ces derniers sont disposés sur des tables au nombre de trois avec 36 pots pour chaque table. Chaque table contient une variété de pomme de terre. La distribution de la solution nutritive dans ce système se fait par la technique du goutte à goutte (un goutteur pour chaque plante).

5. Évaluation des caractéristiques physico-chimiques du substrat

5.1. Porosité.

On entend par porosité, la fraction de l'unité de volume du sol en place qui n'est pas occupée par la matière solide. On divise cette porosité en macroporosité et microporosité. La macroporosité correspond aux plus gros pores, ceux qui seront utilisés pour la circulation de l'eau et de l'air. La microporosité correspond au volume des pores les plus fins qui seront utilisés pour le stockage de l'eau. Autrement dit la porosité, c'est-à-dire le volume des vides, exprimé en pourcentage du volume total (BAIZE, 2000).

Principe :

Pour mesurer la porosité totale, on prélève, sans la tasser, un volume connu de substrat, que l'on pèse après séchage à l'étuve à 105°C. On en déduit la densité apparente¹ du sol sec de la densité réelle², on divise résultat sur le volume du cylindre le tout multiplier par 100.

$$\text{Porosité} = \frac{\text{Densité apparente} - \text{densité réelle}}{\text{Volume du cylindre}} \times 100$$

¹ Densité apparente : c'est le rapport de la masse sèche d'un échantillon de sol à son volume à l'état humide non remanié. Elle est mesurée par séchage à 105°C d'un volume connu de terre, prélevé au moyen d'un cylindre métallique (méthode de Burger).

² Densité réelle : c'est le rapport entre la masse volumique des constituants solides du sol, vides exclus, et la masse volumique de l'eau

5.2. Capacité de rétention en eau

La rétention d'eau dans un sol correspond à la quantité d'eau qu'un sol fin et sec peut retenir. Pour quantifier cette capacité, plusieurs manières s'offrent à nous. La plus simple est la méthode Bouyoucos, cette méthode possède toutefois l'avantage d'être d'un maniement simple et rapide. L'échantillon est humidifié pendant 12 heures par ascension capillaire dans un filtre de Bichner à verre fritté, sur 1cm d'épaisseur, puis on utilise le filtre pour éliminer l'eau dans les pores. La différence entre le poids humide et le poids sec (après séchage à 105 C°) permet de connaître la capacité de rétention en eau en (%) du poids sec.

$$\text{Capacité de rétention en eau (\%)} = \frac{\text{Poids humide} - \text{Poids sec}}{\text{Poids humide}} \times 100$$

5.3. Conductivité électrique du sol (CE)

La conductivité électrique d'une solution du sol est un indice des teneurs en sels solubles dans ce sol. Elle exprime approximativement la concentration des solutés ionisables présents dans l'échantillon c'est-à-dire son degré de salinité. Cette propriété électrochimique est basée sur le fait que la conductance (inverse de la résistance électrique, ohm) d'une solution s'accroît au fur et à mesure que les concentrations en cations et anions, porteurs de charges électriques, augmentent (BAIZE, 2000).

En science du sol, la conductivité électrique (CE) est exprimée en mmho.cm⁻¹ ou dS.m⁻¹ (mmho = millimho, S = Siemens) ou bien en mS.cm⁻¹ à une température de 25 °C.

Principe :

Pour extraire les sels solubles et apprécier la salinité du sol, il y a une méthode qui consiste à faire des extractions aqueuses de rapports sol/eau (m/v) fixes pour obtenir des fortes dilutions (sol/eau de 1/5 ou 1/10, le rapport 1/5 est le plus souvent utilisé) ; ce rapport sol/eau restant donc constant quelle que soit la nature de l'échantillon et, notamment, sa granulométrie. La conductivité électrique de ces extraits dilués est spécifiée en ajoutant le rapport sol/eau comme indice à l'abréviation CE, par ex. CE_{1/5}.

La conductivité électrique est mesurée par conductivimètre exprimée en mmhos/cm et corrigée à une température 25 °C, cette méthode est plus rapide et plus précise.

5.4. Capacité d'échange cationique (CEC)

La capacité totale d'échange (**T**) ou « capacité d'échange de cations » (C.E.C.) est la quantité maximale de cations de toutes sortes qu'un poids déterminé de sol (habituellement 100 g) est capable de retenir. Cette mesure représente le total des charges négatives du sol disponibles pour la fixation de cations métalliques ou d'ions H⁺ (SOLTNER, 2000). Autrement dit, la capacité d'échange cationique (CEC) d'un sol est la quantité totale de

cations (ions⁺) que ce sol peut adsorber sur son complexe et échanger avec la solution environnante dans des conditions de pH bien définies.

Principe :

La capacité d'échange cationique (C.E.C) a été déterminée par la méthode GILLMAN, qui consiste à déplacer les cations et les anions échangeables et à saturer les sites d'échange par un électrolyte non tamponné ; chlorure de calcium 0.1 mol L⁻¹ et ceci au pH du sol.

5.5. Carbone organique

Le dosage du carbone permet de déterminer d'une part la teneur en carbone dans le sol et d'autre part la teneur en matière organique.

Principe :

Le carbone organique (CO) est dosé par la méthode WALKLEY et BLACK, dont le C.O est oxydé par voie humide par du bichromate de potassium (K₂Cr₂O₇) en milieu sulfurique. Le bichromate doit être en excès, la quantité réduite est en principe proportionnelle à la teneur en carbone organique. L'excès de bichromates de potassium est titré par une solution de sel de Mohr en présence de diphénylamine dont la couleur passe du bleu foncé au bleu vert. (AUBERT, 1978).

La teneur en carbone organique est exprimée en % (g en % de terre fine séchée à l'air). Pour passer du taux de carbone aux taux de MO totale, on utilise le coefficient multiplicateur 1,72

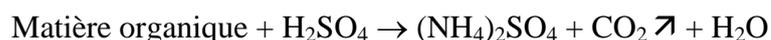
$$\text{MO (\%)} = \text{C (\%)} \times 1,72$$
5.6. Dosage de l'Azote total

L'azote total d'un sol constitue « la réserve » globale d'azote contenue dans l'humus, réserve dont la rapidité de mobilisation (par minéralisation) est très variable suivant le type d'humus (mull, mor, moder). La teneur en azote total est un bon indice de fertilité, à condition d'être interprétée en fonction du rapport C/N.

L'azote total d'un sol réunit des formes organiques (plus de 95% de l'azote total) et minérales : NH₄⁺ (l'azote ammoniacale, forme transitoire, retenue sur le complexe) et NO₃⁻ (l'azote nitrique, principale source d'azote pour les plantes ; facilement lixivié).

Principe :

Dans le procédé de KJELDAHL la matière organique azotée de l'échantillon est minéralisée par l'acide sulfurique concentré, à chaud. Le carbone et l'hydrogène se dégagent à l'état de dioxyde de carbone (gaz) et d'eau, l'azote transformé en ammoniacque est fixé par l'acide sulfurique à l'état de sulfate d'ammoniacque. Cette première phase s'appelle la digestion



L'ion NH_4 est ensuite déplacé par l'hydroxyde de sodium et entraîné à la vapeur d'eau puis fixé par l'acide borique à l'état de borate, lui-même dosé par H_2SO_4 . Cette phase s'appelle la distillation.

5.7. Le rapport C/N

Connaitre le rapport carbone sur azote C/N est nécessaire, car il nous renseigne sur les composants de la matière organique, le type d'humus (issu de la décomposition de la matière organique) ainsi que sur l'intensité de l'activité biologique au sein d'un sol,

Le rapport C/N a été déterminé à partir du dosage de l'azote total par la méthode KJELDAL, et la détermination du carbone par la méthode WALKLEY BLAK.

5.8. Dosage du phosphore assimilable

La définition du phosphore « assimilable » ou biodisponible est relativement facile dans son concept. C'est l'ensemble du phosphore d'un système sol-solution qui peut rejoindre la solution sous forme d'ions phosphate pendant un temps compatible avec les possibilités de prélèvement du végétal en croissance. Les différentes formes d'anions métabolisés par les végétaux se présentent sous les formes : $(\text{PO}_4^{3-}, \text{HPO}_4^{2-}, \text{H}_2\text{PO}_4^-)$; les uns dissous dans la solution du sol, d'autres plus ou moins fortement adsorbés sur les surfaces externes des minéraux argileux et sur les surfaces sortantes des oxyhydroxydes de fer et/ou d'aluminium, et susceptibles d'être rapidement mobilisables vers la solution.

Principe :

Le phosphore est extrait du sol par agitation avec une solution d'oxalate d'ammonium dont le pH doit être égal à 7. Le phosphore qui se dissout par cette opération correspond au phosphore assimilable par la plante. Ce phosphore est mesuré après filtration par une méthode colorimétrique : On forme le complexe phosphore - Molybdate d'ammonium qui devient bleu par réduction. L'intensité de la couleur bleue, qui correspond à la quantité de phosphore, est comparée avec celle d'une gamme étalon.

5.9. pH (potentiel Hydrogène)

La mesure du pH de la solution du sol rend compte de la concentration en ions H_3O^+ du liquide. Ces ions sont en équilibre avec ceux présents à l'état fixé sur les argiles et la matière organique formant le complexe absorbant.

Le pH d'une solution varie de 0 à 14 ; l'acidité (de 0 à 7), la neutralité (égale à 7) ou l'alcalinité (de 7 à 14) d'une solution aqueuse peut s'exprimer par la concentration en H_3O^+ (noté H^+ pour simplifier). De manière à faciliter cette expression, on utilise le logarithme décimal de l'inverse de la concentration en ions H^+ : $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$

Mesure du pH

La mesure du pH s'accomplit par la lecture directe sur pH-mètre, d'une suspension formée de 10g de sol dissous à l'aide d'un agitateur pendant 30mn dans 25ml d'eau distillée. (Le rapport sol/eau=1/2,5), après l'agitation et avant la lecture du résultat, il faut laisser la solution au repos durant 5mn.

6. Préparation des solutions nutritives

Le maintien de l'eau et des éléments minéraux à des niveaux optima dans la rhizosphère des plantes est le principal facteur responsable des rendements élevés des cultures, meilleures qualités des produits et hautes efficiences de l'utilisation de l'eau et des éléments minéraux. L'apport des engrais dans l'eau d'irrigation, appelé « fertigation » ou « ferti-irrigation » est devenu depuis peu une pratique commune en maraîchage et culture hors-sol, permettant d'atteindre un équilibre ionique optimal au niveau de la rhizosphère.

Les besoins en eau et en engrais varient pour chaque type de culture et selon le stade végétatif des plantes de pommes de terre. Pour ajuster au mieux les besoins des plantes deux solutions nutritives sont préparées : l'une pour l'irrigation des plantules dans la chambre d'acclimatation et l'autre pour l'irrigation des plantes en serre.

6.1. Étapes de préparation de la solution nutritive

Dans la pratique, la procédure de préparation d'une solution nutritive est la suivante :

1. Choix de la formulation adaptée à la culture
2. Analyse de la composition minérale de l'eau d'irrigation
3. Adaptation de la formulation choisie aux teneurs en éléments minéraux contenus dans cette eau
4. Choix de la nature des sels minéraux
5. Calcul des pesées de sels correspondants à la fabrication du volume de solution nutritive à préparer (et éventuellement de la quantité d'acide à apporter)
6. Fabrication des solutions mères A, B et C
7. Fabrication de la solution fille par dilution des solutions mères dans l'eau d'irrigation
8. Contrôle de la composition minérale de la solution fille à la sortie des goutteurs

Méthode de calcul des solutions

Comme dans tout système de ce genre, la solution nutritive est calculée en tenant compte des analyses de l'eau de source. Ces résultats sont portés dans le Tableau 18 (résultats et discussions).

6.2. Solution mère pour la chambre d'acclimatation

Dans cette solution, l'eau utilisée est de l'eau dé-ionisée pour une précision parfaite dans les calculs, car une forte concentration en certains éléments peut conduire à une intoxication des plantules fragiles et sensibles aux brusques variations dans les concentrations.

Tableau 15 : Compositions minérales des solutions nutritives utilisées dans la chambre d'acclimatation.

Macroéléments	Constituants	g/1000l	
	Cuve A		
	KNO ₃	151	
	5[Ca(NO ₃) ₂ 2HO ₂] OH ₄ NO ₃	297	
Cuve B		g/1000l	
	KNO ₃	200	
	KH ₂ PO ₄	37	
	NH ₄ H ₂ PO ₄	48	
	MgSO ₄ -7H ₂ O	215	
Micro éléments	Cuve C		g/10l
		MnSO ₄ -5OH	20,2
		H ₃ BO ₃	44,2
		ZnSO ₄ -4H ₂ O	22
		CuSO ₄ -5H ₂ O	8
		(NH ₄) ₆ MO ₇ O ₂₄ -4H ₂ O	2

6.3. Solution mère pour la serre

Dans cette deuxième solution mère, le choix de la formulation adaptée et le calcul des pesées de sels, se font en tenant compte de la composition chimique de l'eau de source utilisée.

Tableau 16 : Compositions minérales des solutions nutritives utilisées dans la serre.

Macroéléments	Constituants	mg/l	g/400l	
	Cuve A			
	KNO ₃	229	92	
	NH ₄ NO ₃	76	30	
	5[Ca(NO ₃) ₂ 2HO ₂] OH ₄ NO ₃	65	26	
	Fe-EDTA	23	3,2	
Cuve B		mg/l	g/400l	
	KNO ₃	150	60	
	NH ₄ H ₂ PO ₄	80	32	
	MgSO ₄ -7H ₂ O	160	64	
Micro éléments	Cuve C		mg/l	g/400l
		MnSO ₄ -H ₂ O ou (MnSO ₄ -4H ₂ O)	1,54 (2,02)	0,62 (0,81)
		H ₃ BO ₃ ou (Na ₂ B ₄ O ₄ -4H ₂ O)	2,86 (4,42)	1,14 (1,77)
		ZnSO ₄ -4H ₂ O ou (ZnSO ₄ -7H ₂ O)	0,18 (0,22)	0,07 (0,09)
		CuSO ₄ -5H ₂ O	0,08	0,03
		NH ₄ MO ₇ O ₂₄ -4H ₂ O ou (Na ₂ MoO ₄ -2H ₂ O)	0,02 (0,026)	0,01 (0,01)

Remarque :

Les composés et les concentrations entre parenthèses sont utilisés au cas où l'on ne trouve pas le composé initial.

Au cours de la préparation des solutions nutritives, il faut prendre en considération quelques précautions :

- Utilisation de bacs séparés afin d'éviter les précipités et les pertes de solubilité par contact en milieu concentré, entre le calcium d'une part, les sulfates et les phosphates d'autre part;
- Répartition du KNO_3 moitié/moitié entre les deux bacs A et B;
- Affectation du fer chélaté à la cuve A pour éviter sa précipitation;

Dans une préparation de solution nutritive, on commence toujours par mettre l'engrais en premier en ajustant le taux avec le testeur d'électro-conductivité ; ensuite on corrige le pH, et enfin, on y ajoute les stimulateurs de croissance (hormones végétale) si nécessaire.

Ces solutions seront diluées pour obtenir les concentrations finales en substances nutritives des solutions d'irrigation.

7. Conduit de l'expérimentation

Le procédé de production des semences de pommes de terre comporte deux étapes complémentaires que sont la régénération des vitro plantules et la plantation de ces plantules en hors-sol. Chaque phase est composée de plusieurs opérations qui bien coordonnées et bien réalisées permettent de produire des semences de pommes de terre de la \mathbf{G}_0 .

De l'implantation des plantules issues de culture de méristème *in vitro* à la récolte des tubercules de semences \mathbf{G}_0 , nous avons suivi l'itinéraire suivant :

7.1. Régénération des vitro plantules

7.1.1. Culture du méristème

Le point de départ est toujours un tubercule reconnu sain après application des analyses de détection de différents pathogènes. Sur les germes de ce tubercule est prélevé le méristème qui est alors placé de manière aseptique sur milieu nutritif adapté. Il régénère alors une plantule (une vitroplantule) après 5 à 7 semaines. Cette étape est réalisée dans la chambre de tissue culture.

7.1.2. Micropropagation

Cette deuxième étape consiste à passer par la chambre de propagation où chaque vitroplantule est retiré du tube à l'aide d'une pince stérile et déposé sur une planche de travail comprenant du papier buvard stérile, puis fragmenté en tronçons (5 à 6 tronçons en moyenne par plantule).

Les tronçons ou boutures sont ensuite repiqués dans un milieu nutritif solide MS à raison de 15 boutures par bocal. Elles y restent 2 à 4 semaines, ensuite elles sont transportées dans la chambre d'acclimatation pour les repiquer dans un système hors-sol (sur substrat ou en hydroponie).

De cette manière, la quantité de plantules disponibles est multipliée toutes les 4 semaines environ par un facteur 5 (5 boutures en moyenne par plantule) ; et donc, en peu de temps, il est possible de produire une quantité impressionnante de plantes saines et rigoureusement conformes à la variété de départ.

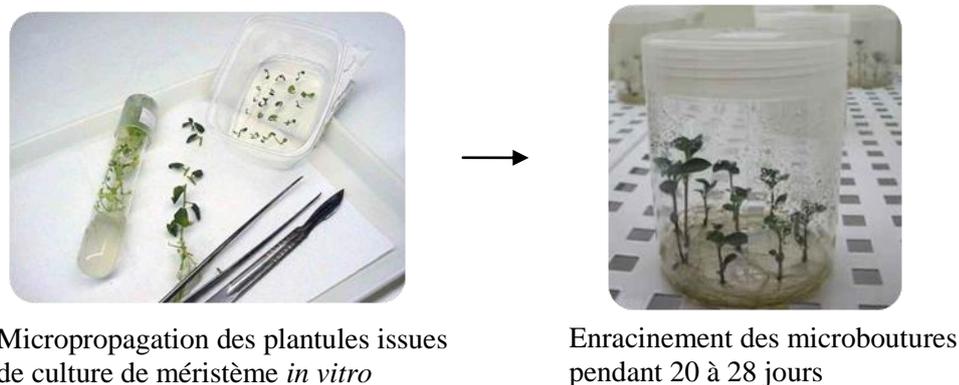


Figure 18 : Propagation des vitroplants

7.1.3. Acclimatation des plantules obtenues *in vitro*

Passer les jeunes vitroplants des chambres de laboratoire climatisées en serres nécessite une étape intermédiaire de quelques jours (7 à 10 jours) pendant laquelle les plantes terminent leur développement. Cette phase d'acclimatation se déroule dans des locaux spécifiques (Chambre d'acclimatation) permettant un contrôle précis des conditions environnantes (Température 22 à 25°C, lumière fluorescente à raison de 16 heures-jour/8 heures-nuit, humidité de 75 à 80 %)

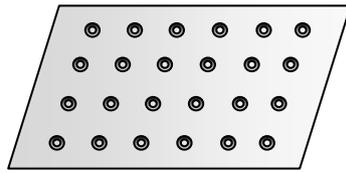
La manipulation de transplantation pour les deux systèmes de culture se fait de la manière suivante :

Tout d'abord, les vitroplants sont sortis des tubes, immergés dans l'eau tiède puis lavés et séparés les uns des autres en prenant soin de ne pas briser les racines. Toute trace du milieu de culture doit être éliminée (pratiquer deux immersions successives dans de l'eau à renouvelée régulièrement).

Ensuite, les plantules doivent être repiquées sur des planches en polystyrène confectionnées pour ça (chaque plaque est percée de 104 trous) de façon que chaque plantule soit maintenue dans un trou par un ponge, sa partie inférieure est immergée tandis que la supérieure reste à l'air libre. Les planches de polystyrène sont déposées dans des récipients remplis de solution nutritive : c'est le même principe de ruissèlement nutritif (NFT). La solution hydroponique est distribuée dans des petits canaux au moyen d'une pompe qui se trouve dans le réservoir. Elle se charge en oxygène continuellement en passant à la surface du film liquide. Le système est confectionné de façon à permettre au liquide de rejoindre le réservoir après avoir irrigué les racines.

Pour le repiquage dans le substrat, les plantules sont repiquées dans des plaques alvéolées remplies de tourbe noire préalablement arrosée avec une solution fertilisante. Pour cela, on pratiquera un trou avec un bâton. Le substrat doit ensuite être légèrement tassé à la main autour du collet, l'irrigation des plants se fait manuellement par aspersion de la solution nutritive.

Pendant cette phase d'acclimatation, les plantules vont mieux s'adapter à leurs futurs milieux de culture et aux conditions dans la serre.



Planches en polystyrène



Plaques alvéolées



Culture en hydroponie



Culture sur substrat (Tourbe noire)

Figure 19 : Acclimatation des plantules obtenues par la technique *in vitro* dans la chambre d'acclimatation.

7.2. Plantation

Après la phase d'acclimatation, les plants sont conduits sous serres d'élevage pendant toute la durée de la culture (90 à 100 jours). Ils doivent présenter une hauteur comprise entre 04-08 cm, 3 à 5 feuilles bien formées et un bon système racinaire.

Nous avons procédé à deux plantations : la première a été faite le 15/11/2010, et la deuxième le 14/03/2011. Les plantations ont été réalisées manuellement.

7.2.1. Plantation en système hydroponique

Les plantes sont repiquées sur des planches en polystyrène, déjà confectionnées et percées de façon que chaque plantule soit maintenue dans un trou par un ponce, sa partie inférieure est dans le vide tandis que la supérieure reste à l'air libre. Les planches de polystyrène sont déposées comme couvercle sur des bacs étanches afin de protéger les racines de la lumière et il faut les maintenir à une température constante autour de 18 à 23°C.

7.2.2. Plantation sur substrat

Avant de planter, on commence par le remplissage des pots de tourbe bien humide en les tassant légèrement sur les côtés.

On prélève les plantes avec leur motte à partir des plaques alvéolées en faisant attention à ne pas casser les racines puis on les repique dans les pots préparés pour ça.

Chaque plante doit être disposée de façon que son collet (endroit où la tige rejoint les racines) affleure la surface du substrat. En d'autres termes, le dessus de la motte des racines doit être à la même hauteur que le niveau final du substrat contenu dans le pot. On ajoute ensuite de la tourbe autour des plants et on la tasse du bout des doigts, sans trop la compacter.

Les écartements pratiqués : 20 cm sur les lignes et 40 cm entre les lignes pour l'hydroponie ; et pour le substrat, deux plantes pour chaque pot rectangulaire et une pour les pots circulaires.

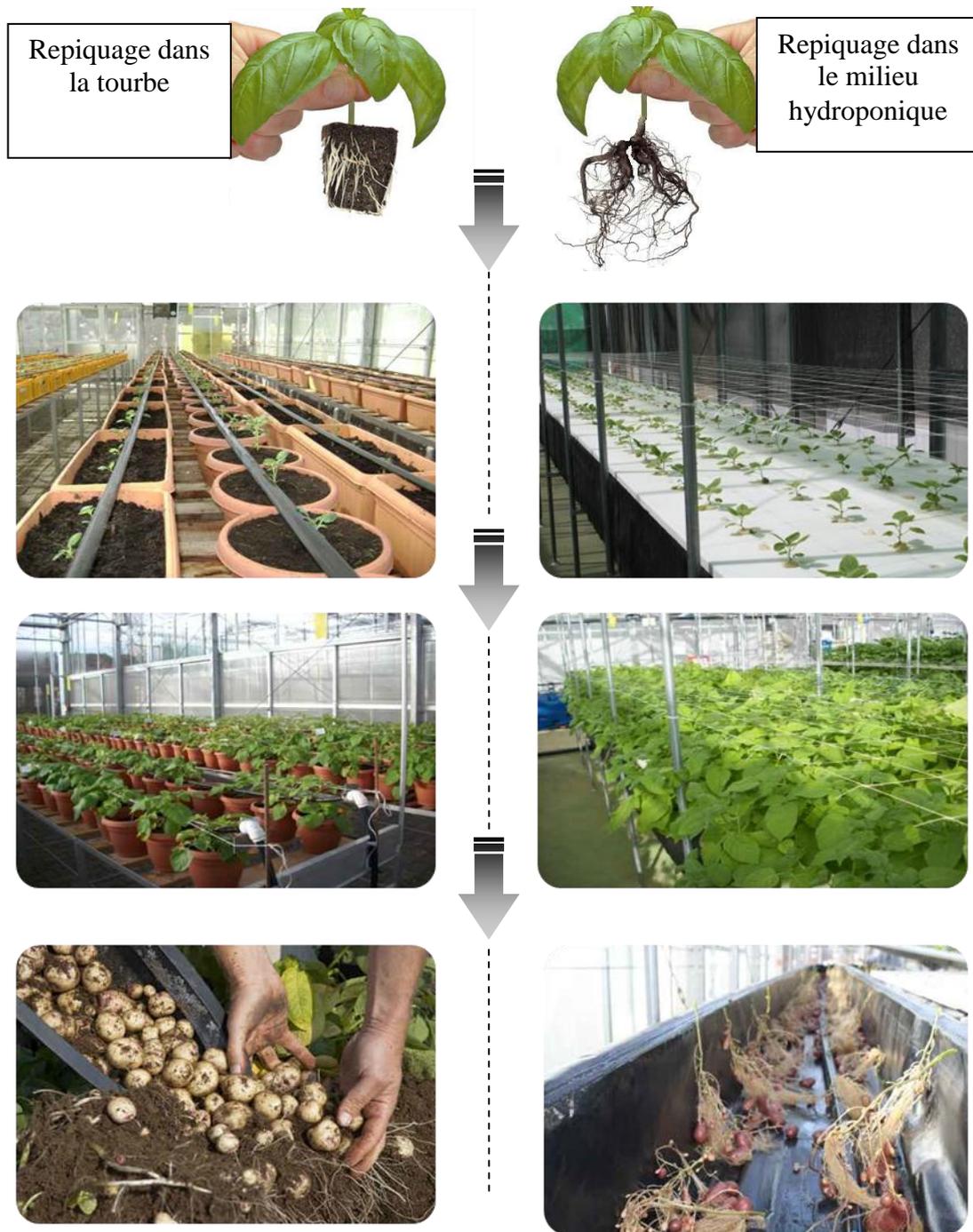


Figure 20 : Dispositif expérimental.

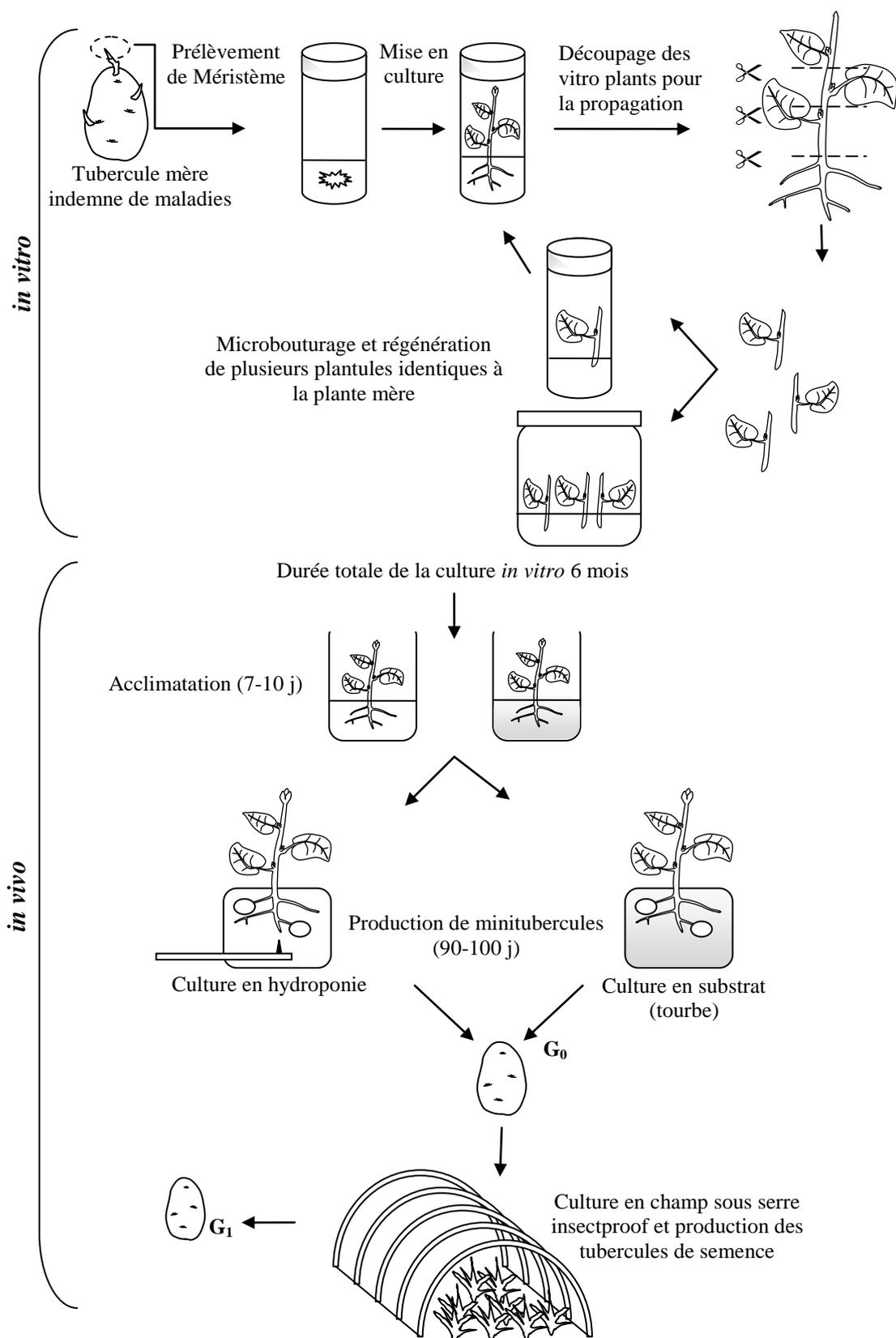


Figure 21 : Schéma généalogique de la production des semences de pomme de terre.

7.3. Modalités d'injection de la solution nutritive

Sur le plan nutritionnel, une pomme de terre hors-sol est totalement dépendante de l'apport de la solution nutritive pour assurer sa croissance. Le délai de réaction de la culture est d'ailleurs très court et ne dépasse pas quelques jours en cas de solution pauvre ou déséquilibrée, en particulier sur système hydroponique.

Les besoins en eau d'irrigation varient pour chaque type de culture et selon le stade végétatif des pommes de terre. Des essais mis en place par les cadres du laboratoire ont permis de quantifier les besoins en eau d'irrigation pour chaque type de culture et ils ont établis des fréquences d'injection.

Pour le système hydroponique l'irrigation se fait par aspersion. L'eau est mise sous pression et pulvérisée sur les racines de façon que la solution ruisselle en continu sur les racines. Les minéraux sont donc très facilement absorbés. La pulvérisation, qui peut être continue, est en général discontinue, par cycles de 15 secondes, avec des arrêts d'environ 5 minutes pendant la journée et 10 minutes durant la nuit. Le système est actionné par un minuteur qui déclenche l'irrigation automatique.

Pour la culture sur substrat, l'irrigation se fait par un système de goutte-à-goutte à faible débit et avec des intervalles fréquents. Au début, l'irrigation se fait pendant 30 min chaque 24 heures ; et après on irrigue pendant 20 min deux fois (matin et soir) par jour.

7.4. Entretien et soins apportés

Ce sont les opérations qui ont lieu durant toute la durée de la plantation et qui permettent d'apporter aux jeunes plantes les soins appropriés pour leur développement.

Nous avons : les entretiens culturels, le traitement phytosanitaire, l'irrigation et la fertilisation.

7.4.1. Défeuillage

Le défeuillage des plantes (le fait d'arracher les feuilles) est une technique pratiquée à la main et à l'aide d'un scalpel et seulement sur les plantes en hydroponie. Elle consiste à éliminer les feuilles les plus proches de la base et d'enfoncer la plante encore plus bas dans le bac, ce qui favorise l'émission des racines et l'apparition de nouveaux stolons et donc de tubercules et réduire les risques d'asphyxie de la plante au niveau du collet lors du grossissement des tubercules.

7.4.2. Tuteurage

Au fur et à mesure de leur croissance, les plants seront régulièrement tuteurer afin d'éviter toute rupture des ramifications qui affectent le rendement. L'opération est réalisée avec un réseau de fils. Lorsque la plante atteint le réseau de fils en hauteur, il faut faire passer la partie apicale directement par-dessus deux rangées de fils, ce qui permet de ne pas abîmer la plante et de ne pas obstruer le passage de la sève.

7.4.3. Traitement phytosanitaire

Afin de protéger les jeunes plants contre d'éventuelles attaques et/ou maladies, deux traitements préventifs sont réalisés, ce qui permet de lutter contre les principales maladies et insectes nuisibles à la pomme de terre.

Au niveau du premier traitement, un fongicide est utilisé pour protéger les plants de pommes de terre contre les différentes maladies cryptogamiques tel que le Mildiou, l'Oïdium, etc. Ce produit fongicide est appliqué 15 jours après le repiquage des plantules.

Concernant le deuxième traitement contre les insectes, il est réalisé quelques jours après le premier. C'est un insecticide polyvalent efficace pour la destruction d'une très large gamme d'insectes.

Les fongicides et insecticides sont appliqués directement sur les plantes. Les traitements sont effectués à l'aide d'un pulvérisateur manuel.

En plus des traitements par les produits chimiques, des méthodes de lutte biologique (attrape-mouches et voile sur les entrées d'air, etc.) sont utilisés pour éliminer de nombreuses populations d'insectes volants (mouches, guêpes, mites, etc.) à l'intérieur de la serre.

7.5. Calendrier culturel

Généralement, deux campagnes (A et B) sont réalisées par an, leurs périodes vont respectivement de Novembre à Janvier et de Mars à Juin. La production des vitro plantules par technique de propagation commence un mois avant chaque campagne. En dehors de ces périodes, le laboratoire est en phase d'entretien par désinfection et nettoyage des équipements.

7.6. Choix des dates de prélèvements

Les plants de pommes de terre sous abris contrôlés ont un comportement physiologique souvent différent de celui des plants en plein champ. Le cycle de développement des plants est très court soit 80 à 100 jours au maximum sous serre. Ce cycle peut être défini selon les conditions génétiques et environnementales. Il y a plusieurs étapes importantes dans le cycle de développement de la pomme de terre. Ces stades sont énumérés de façon détaillée ci-dessous (observations sur site) :

- Le développement de nouvelles feuilles et extension du système racinaire (15 à 20 jours);
- La formation des tubercules et l'émergence de l'inflorescence (30 à 50 jours);
- La floraison et le développement des tubercules (50 à 70 jours);
- Le développement des fruits et la poursuite du développement des tubercules (70 à 90 jours);
- La sénescence des feuilles et l'arrêt du développement des tubercules (85 à 100 jours).

Suivant ces observations sur les différentes phases de développement, nous avons été contraints de faire des prélèvements pour les mesures retenues sur intervalle de 15 à 25 jours.

8. Paramètres phénologique mesurés

Afin de réduire les risques d'erreur et d'arriver à une grande fiabilité dans les essais, nous avons opté pour deux essais dont les dates d'application (de plantation) sont respectivement Novembre et Mars. Nous avons relevé 10 observations pour chaque variété et pour chaque milieu de culture sur un total de 120 plantes : $[(10 \times 3) \times 2] \times 2 = 120$.

Les mesures effectuées sont d'ordre morphologique. Elles ont été effectuées sur les mêmes plants. Elles ont commencé dès les premiers jours de plantation et ont été prolongées jusqu'à la fin du cycle végétatif où les plantes commencent à se faner.

Différentes variables expérimentales sont prises en compte : la longueur et le nombre de tiges, le nombre de feuilles, et après la récolte la deuxième partie des mesures qui concernent le rendement (nombre et calibre des tubercules) et le poids frais de la partie aérienne.

8.1. Croissance en hauteur

Le plant de pommes de terre peut présenter deux types de tiges ; aérienne et souterraine. Nous nous intéressons aux tiges aériennes servant de relais entre les racines et les feuilles pour l'échange de substances chimiques et qui donnent à la plante cet aspect de port plus ou moins érigé. Sur chaque plant retenu, on a mesuré la longueur de la tige (la hauteur de la plante) à l'aide du mètre ruban, depuis le ras du sol jusqu'à l'apex, puis la moyenne de toutes les hauteurs a été calculée pour chaque variété.

8.2. Nombre de tiges par plant

Nos plantes germées à partir de boutures n'ont qu'une seule tige *principale* érigée, servant de support au reste de la plante. De cette tige ramifient des tiges latérales au nombre variable.