

Les processus de transformation de la pomme de terre



Les processus de transformation de la pomme de terre

Veillez donc noter que dans cette brochurele terme 'frites' est utilisé pour:



et celui de 'chips' pour:



Sommaire

Introduction	1
1 Caractéristiques des tubercules qui déterminent la qualité	1
1.1 Calibre et forme des tubercules	1
1.2 Meurtrissures et défauts	2
1.3 Teneur en matière sèche	2
1.4 Couleur	3
2 Facteurs externes qui ont une influence sur la qualité	4
2.1 Conditions climatiques	5
2.2 Variétés	6
2.3 Méthodes de production	6
2.4 Manipulation de la pomme de terre	12
3 Méthodes d'évaluation de la qualité	16
3.1 Teneur en matière sèche	16
3.2 Teneur en sucres réducteurs	18
3.3 Produit fini	19
4 Sécurité alimentaire	21
4.1 Matière première	22
4.2 Produit de transformation	22
Références	24

Introduction

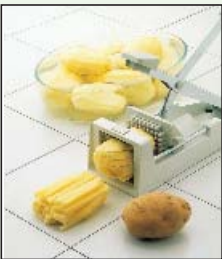
Les pommes de terre ne sont pas uniquement cultivées pour une consommation immédiate, mais elles servent de plus en plus de matière première pour l'industrie de transformation. D'une part, le consommateur est très exigeant sur la qualité, une réalité dont le producteur doit tenir compte. D'autre part, l'industrie de transformation pose des critères stricts car elle doit offrir un produit présentant un bon rapport qualité-prix. Les frites, les chips, les flocons et la féculé de pomme de terre doivent répondre à des cahiers des charges parfaitement définis. Les aspects tels que la longueur, la couleur,

la teneur en graisse ou en matière sèche doivent être bien contrôlés. Les pommes de terre destinées à la transformation doivent répondre aux normes de qualité suivantes :

- ▶ Calibre et forme des tubercules
- ▶ Meurtrissures et défauts
- ▶ Teneur en matière sèche
- ▶ Couleur



La qualité dépend de divers facteurs externes comme le climat, la nature du sol, la variété, les méthodes de production, les conditions de récolte et de stockage. Le producteur est à même d'influencer ces aspects efficacement afin de pouvoir fournir à chaque instant une matière première de haute qualité, arrivée à maturité, et qui répond au cahier des charges.



1 Caractéristiques des tubercules qui déterminent la qualité

1.1 Calibre et forme des tubercules

La qualité extérieure des pommes de terre est un facteur extrêmement important pour l'industrie de transformation. Les aspects pris en compte sont la forme, la présence de maladies et de meurtrissures externes. Le calibre, la forme et les yeux superficiels sont des facteurs primordiaux en ce qui concerne l'aspect visuel du produit. En effet, ils influencent le volume des déchets à retirer pendant l'épluchage.

- ▶ Les producteurs de frites préfèrent des tubercules oblongs ou longs d'un calibre de 50 mm et plus.
- ▶ La production de chips nécessite des tubercules ronds d'un calibre compris entre 40 et 60 mm.



1.2 Meurtrissures et défauts

La meurtrissure interne est causée par une mauvaise manipulation des pommes de terre pendant la récolte et le transport. Les cellules des tissus internes éclatent et des taches brunes se forment dans le tubercule, ce qui constitue un problème pour la transformation. Les défauts internes tels que le cœur creux ou noir sont également indésirables.

L'un des plus gros problèmes auxquels l'industrie se trouve souvent confrontée est la maladie des taches noires. Cette décoloration bleue à gris-noir dans les tubercules se produit le plus souvent pendant le transport et le calibrage, lorsque les pommes de terre ne sont pas manipulées et stockées de façon appropriée. La meurtrissure de la chair provoque des modifications chimiques qui, au bout de deux jours environ, donnent une coloration foncée. Pour éviter ce problème, il est nécessaire de manipuler les pommes de terre avec le plus grand soin. De plus, elles doivent être chauffées à une température d'environ 15°C avant le calibrage. Il faut souligner que certaines variétés sont plus sensibles à cette maladie que d'autres.

Presque toutes les variétés de pommes de terre sont plus ou moins sensibles à la gale, un problème que l'on peut maîtriser efficacement en gardant un sol humide, spécialement pendant la période sensible depuis la tubérisation jusqu'à quatre semaines plus tard environ.

1.3 Teneur en matière sèche

Le terme de teneur en matière sèche désigne la part de masse (%) restante après avoir ôté la part d'eau (%) par séchage. On utilise aussi le terme contraire de 'teneur en humidité'.

Une haute teneur en matière sèche facilite la transformation et améliore la qualité du produit fini. Si la teneur en matière sèche est trop faible, les frites ou les chips seront trop molles ou trop humides. En outre, la quantité d'énergie nécessaire au séchage souhaité sera plus élevée. Un taux élevé de matière sèche se traduira par une teneur en graisse plus faible, réduira ainsi les coûts et, ce qui est plus important, fournira au consommateur un



produit plus sain. En revanche, si la teneur en matière sèche est trop élevée, les frites seront trop dures et sèches et les chips trop cassantes. La teneur en matière sèche détermine aussi, en partie, la texture des pommes de terre, qu'elles soient fraîches ou destinées à la transformation.

La teneur en matière sèche requise dépend du produit fini :

- ▶ Pour la production de frites, on préfère des pommes de terre avec une teneur en matière sèche comprise entre 20 et 24%.
- ▶ Pour la production de chips, les pommes de terre doivent de préférence avoir une teneur en matière sèche comprise entre 22 et 24%.
- ▶ Pour la fabrication de flocons, les pommes de terre doivent avoir une teneur en matière sèche relativement élevée (supérieure à 21%).

1.4 Couleur

1.4.1 Sucres réducteurs

La couleur de friture est un important critère de qualité pour les pommes de terre destinées à l'industrie de transformation. La teneur en sucres réducteurs détermine en grande partie la couleur des produits frits. Plus cette teneur est élevée, plus la couleur de friture sera foncée. Une couleur de friture foncée donne un goût amer, ce qui est inacceptable dans la production de frites et de chips.



Les exigences de teneur en sucres réducteurs dépendent du produit fini souhaité :

- ▶ Pour les chips, les exigences sont les plus strictes en ce qui concerne la teneur en sucres réducteurs : celle-ci ne doit pas excéder 0,2 à 0,3% du poids frais.
- ▶ Pour les frites, cette teneur doit être inférieure à 0,5% du poids frais.
- ▶ Pour les flocons et les fécules utilisés dans la production de snacks, la teneur en sucres réducteurs ne doit pas excéder 0,3% du poids frais.

La répartition de la couleur est un autre aspect important. Si la couleur est répartie de manière inégale, les frites auront une couleur brune aux extrémités. Ce phénomène est causé par la sénescence après un stockage prolongé et par la reprise de croissance. Certaines variétés sont sensibles à ces 'extrémités sucrées' (dues à la sénescence après un stockage prolongé). Dans les cas extrêmes de reprise de croissance, l'amidon est extrait du tubercule. L'extraction commence au talon des pommes de terre et peut engendrer un aspect vitreux. Le terme vitreux est utilisé pour indiquer que la chair d'un tubercule a regermé ou que l'extrémité d'un long tubercule a un aspect aqueux et translucide quand on le coupe. La texture peut aussi être spongieuse. Les tubercules vitreux peuvent être éliminés par triage : les pommes de terre sont alors plongées dans un bain contenant une solution saline de densité 1.060 (153g NaCl/l eau). Les pommes de terre vitreuses flotteront et pourront être facilement éliminées.

1.4.2 Noircissement

1.4.2.1 Non enzymatique

Une couleur grisâtre apparaît parfois pendant la phase de croissance de la pomme de terre. Cela se produit quand un composé de fer et d'acide chlorogénique s'oxyde au contact de l'oxygène de l'air. Après la friture des pommes de terre, cette décoloration ne sera pratiquement plus visible. Pourtant, cette caractéristique liée de près à certaines variétés de pommes de terre, est considérée comme un sérieux défaut de qualité.

1.4.2.2 Enzymatique

Le noircissement enzymatique survient lorsque des cellules sont endommagées et que des enzymes et le substrat sont mélangés, ce qui provoque toutes sortes de réactions. Certaines de ces réactions peuvent également entraîner des décolorations brunes ou grises, à la suite de la formation d'un type d'enzyme qui affecte la couleur du tissu.



2 Facteurs externes qui ont une influence sur la qualité

Le producteur de pommes de terre destinées à la transformation a trois objectifs principaux : un rendement élevé, une haute qualité et des coûts de production les plus bas possible. Alors que le rendement s'exprime en tonnes par hectare, la qualité s'exprime en termes de rendement, c'est-à-dire le nombre de kg de produit transformé à partir de 100 kg de pommes de terre fraîches. On obtient des rendements élevés en utilisant des variétés adéquates dans des conditions de

croissance adaptées et en leur fournissant les bonnes quantités d'apports. Les meilleurs rendements n'entraînent pas forcément la meilleure qualité, car le rendement dépend d'un taux de matière sèche élevé, d'un calibre de tubercules homogène et relativement grand, de faibles quantités de taches noires dues à la meurtrissure, d'une faible teneur en sucres réducteurs et de l'absence ou non de défauts. Les récoltes qui sont arrivées à maturité ont un rendement plus élevé que celles arrachées plus tôt. La réduction des coûts dépend de l'utilisation efficace des sols, de la main d'œuvre et des apports tels que l'eau, les engrais et les produits phytosanitaires. Les méthodes de production prennent constamment ces trois facteurs en considération afin d'optimiser les résultats.

2.1 Conditions climatiques

La production de matière sèche et la teneur en matière sèche des pommes de terre sont le résultat de la photosynthèse et des pertes par condensation. Ce processus n'est pas seulement influencé par les facteurs physiques de la plante, mais aussi en grande partie par les conditions climatiques : rayonnement lumineux, longueur du jour et température. Le rayonnement lumineux quotidien détermine la croissance et la production (= photosynthèse) de la culture. La température influence à la fois l'efficacité de la photo-



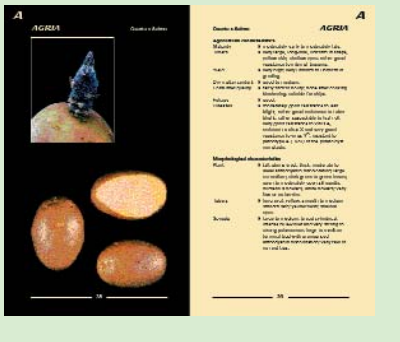
synthèse pendant la journée et, la nuit, les pertes par condensation. A des températures plus élevées, un taux de matière sèche plus élevé se retrouve dans les feuilles. La température détermine également la longueur de la saison de croissance (de préférence sans gel mais aussi sans température trop élevée) et par conséquent les rendements réalisables. La longueur du jour détermine la tubérisation. La variété utilisée en période diurne courte, *Solanum*, forme des tubercules plus tôt et atteint sa maturité également plus tôt lorsque les jours sont encore courts. Des températures élevées et des périodes diurnes courtes entraînent des teneurs plus faibles en matière sèche.

On considère, en général, que la température idéale pour la production de pommes de terre se situe aux alentours de 20°C pendant la journée et de 15°C la nuit. De longues périodes diurnes combinées à des températures relativement élevées ont tendance à retarder la tubérisation et à stimuler la croissance du feuillage. Le résultat sera une teneur accrue en sucres réducteurs. Des expériences ont montré qu'avec une période diurne de 10, 14 ou 18 heures, la couleur des frites devient progressivement plus foncée, ce qui signifie qu'une augmentation de la teneur en sucres réducteurs correspond à un accroissement de la longueur du jour. Ceci semble confirmer les résultats démontrant que les variétés développées dans des conditions de longue période diurne, donnent une meilleure qualité de produits transformés.

Si l'objectif de la production de pommes de terre destinées à la transformation est d'obtenir un rendement élevé sans trop de pertes, les méthodes de production doivent viser à faire concorder la saison de croissance et les apports avec les exigences spécifiques de la variété. Si la période de croissance est trop courte pour l'obtention d'un taux de matière sèche élevé, ou si la variété est trop tardive ou trop précoce, il est probable que les rendements seront plus faibles.

2.2 Variété

Pour déterminer si des pommes de terre conviennent à la transformation, la qualité interne et la qualité externe sont très significatives. Seules les variétés répondant à certaines normes de qualité et pouvant être transformées de façon rentable se 'qualifient' pour l'industrie de transformation.



Le 'Catalogue néerlandais de Variétés de Pommes de Terre' (une publication triennale du NIVAA) indique les conditions favorables pour la transformation des variétés cultivées aux Pays-Bas. Ce catalogue offre une sélection des plus importantes variétés de pommes de terre néerlandaises destinées au monde entier. Les différentes caractéristiques et qualités de chaque variété sont clairement indiquées, comme par exemple : teneur en matière sèche, forme des tubercules, profondeur des yeux, calibre des tubercules et meurtrissures internes.

Quand on sélectionne une variété destinée à une transformation spécifique, il ne faut pas oublier que la plupart des variétés répondent différemment à la température, à la longueur du jour, à la présence d'eau et de substances nutritives, au schéma et date de plantation et au moment choisi pour le défanage ou l'arrachage. Il est donc préférable de tester un certain nombre de variétés dans les conditions locales pendant quelques années, afin de savoir comment optimiser la méthode de production.

2.3 Méthodes de production

2.3.1 Densité de plantation

Les pommes de terre destinées à être transformées en frites doivent être de grand calibre, tandis que celles destinées aux chips peuvent être d'un calibre moyen. La densité de plantation est déterminante à la fois pour le rendement total et pour le calibre des tubercules. En général, une densité de 12 à 15 plants par mètre carré suffit pour obtenir un rendement de 40 à 60 tonnes par hectare, avec une proportion élevée de grands tubercules. De 30.000 à 50.000 plants par hectare sont requis pour produire une densité de tiges suffisamment importante. Le nombre exact de plants par hectare est déterminé en fonction de la variété, du

calibre, de l'âge des plants, du type de sol et de l'usage final de la pomme de terre. Les plants plus gros produisent davantage de tiges, et les tubercules bien germés produisent plus de tiges qu'un plant trop jeune ou trop vieux.

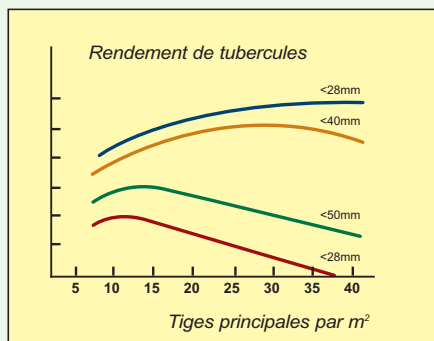


Le rendement est déterminé par la quantité de rayonnement solaire. En effet, la formation précoce d'une voûte de feuillage augmente la production. Les facteurs favorisant la pousse d'un feuillage dense et précoce sont notamment : une densité de plantation plus élevée, des plants bien pré-germés, une profondeur de plantation pas trop importante, un sol humide mais pas trop froid et un schéma de plantation laissant des distances pas trop larges entre les buttes.

S'ils augmentent le rendement, certains de ces facteurs peuvent cependant réduire la qualité du produit en raison du fait qu'une densité de plantation élevée augmente le nombre de tubercules par mètre carré et réduit leur calibre. De petites distances ne laissent d'espace que pour de petites buttes et augmentent le risque de tubercules verts. Pour déterminer la meilleure stratégie de plantation, il est essentiel de tester simultanément différentes variétés et différentes méthodes de production.

Le graphique suivant montre les tendances actuelles par rapport à la densité des plants, le rendement et le calibre des tubercules. Une densité de plantation faible augmente le calibre des tubercules (et donc le pourcentage de récupération en usine), mais peut avoir une influence négative sur le rendement de tubercules par hectare.





(Source : H.P. Beukema / D.E. van der Zaag)

Relation entre le nombre de tiges par m² et le rendement de tubercules selon les différents calibres

La méthode de production utilisée doit viser à réduire la variation du calibre des pommes de terre. De façon idéale, une récolte destinée à la transformation doit être constituée de tubercules ayant tous le même calibre et la même forme, ainsi que la même teneur en matière sèche. Pour réduire cette variation, il est recommandé de conserver autant que possible les mêmes conditions de croissance en utilisant des plants de taille identique et plantés à profondeur égale, tout en maintenant les mêmes espacements entre les tubercules et en distribuant les engrais et l'eau de manière égale. Un buttage adéquat réalisé dans des sols lourds à l'aide d'un cultivateur rotatif permet d'obtenir un sol homogène.

2.3.2 Fertilisation

De bonnes propriétés nutritives du sol et une bonne fertilisation composée d'azote, de phosphate et de potassium ont une influence favorable sur la qualité et le rendement requis.

L'azote se déplace dans l'eau du sol. Il peut donc être apporté tout au long de la saison. Le phosphore et le potassium sont très peu mobiles, car ils sont liés aux particules du sol, et doivent donc être administrés avant la plantation et être bien mélangés au sol.

Par l'apport d'engrais, le producteur peut influencer la teneur en matière sèche du tubercule, ainsi que la sensibilité à la maladie des taches noires. L'industrie de transformation demande une teneur élevée en matière sèche. Cependant, quand la teneur en matière sèche est élevée, le risque de la maladie des taches noires et de meurtrissures internes devient plus important.

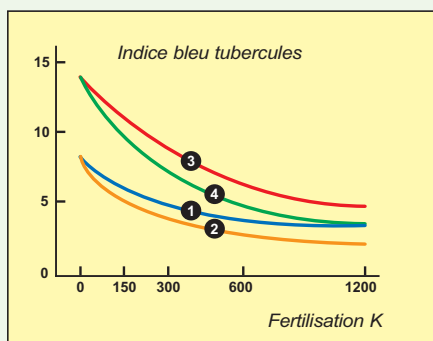
Utilisés en grandes quantités, l'azote et le potassium ont tous deux tendance à réduire la teneur en matière sèche, et également la sensibilité à la maladie des taches noires. L'utilisation de chlorure de potassium (muriate de potasse) est efficace pour réduire les taches noires. Dans des conditions sèches, ceci peut cependant entraîner un rendement

un peu plus faible. Afin d'éviter des problèmes d'excédent de sel en utilisant un muriate de potasse, il faut l'administrer bien avant la plantation. Si les taches noires constituent un sérieux problème, il est possible d'envisager une rotation de cultures sur des sols peu filtrants. C'est une méthode qui consiste à administrer, avant la plantation des pommes de terre, tout le potassium requis pour une



certaine période de rotation de culture de 3 ou 4 ans, par exemple. Il est recommandé d'effectuer cette procédure pendant l'automne ou l'hiver.

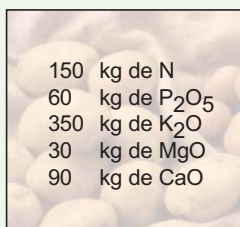
Une fertilisation fortement azotée peut avoir une influence défavorable sur la couleur et le noircissement non enzymatique du tubercule. En outre, une grande quantité d'azote retarde la maturation de la culture, ce qui entraîne une teneur en matière sèche relativement faible et une teneur en nitrates relativement élevée. La teneur en matière sèche peut devenir si faible que les tubercules ne pourront plus être utilisés pour la transformation.



Effet de la fertilisation au potassium avec K60 (kg K₂O/ha) sur la sensibilité à la maladie des taches noires après une fertilisation en automne et hiver sur des sols argileux dans le Polder du Nord-Est (① resp. ②) et une zone argileuse du Sud-Ouest (③ resp. ④) aux Pays-Bas (Prummel, 1986).

Les quantités d'engrais composés d'azote, de phosphate et de potassium, à apporter aux pommes de terre doivent, de préférence, être basées sur une analyse préliminaire du sol, afin de déterminer la fertilité réelle de celui-ci avant la plantation. Il faut également considérer le type de sol (risque de lessivage ou de fixation), la culture précédente et la variété, tardive ou non, du plant. Il est préférable d'appliquer l'azote en plusieurs fois : on administre environ la moitié des besoins de la culture au moment de la plantation et le reste en un ou plusieurs traitements ultérieurs. Les laboratoires qui analysent les sols et les cultures offrent des conseils sur la quantité à utiliser pendant la phase de croissance de la pomme de terre. Ce contrôle permet d'ajuster le rendement et la qualité, tandis que les risques de lessivage d'azote diminuent.

A titre indicatif, les besoins minéraux pendant la croissance des pommes de terre avec un rendement de 30 tonnes/ha sont :



150	kg de N
60	kg de P ₂ O ₅
350	kg de K ₂ O
30	kg de MgO
90	kg de CaO

(Source : H.P. Beukema / D.E. van der Zaag)

2.3.3 Irrigation

L'eau est d'une importance vitale pour les cultures. Elle est indispensable pour les processus les plus élémentaires tels que la photosynthèse et la circulation des minéraux dans la plante et le sol. Cependant, seuls environ 2% de l'eau nécessaire à la culture est utilisée pour les processus métaboliques de la plante. Le reste est éliminé par condensation. Le rendement d'une culture est en grande partie déterminé par la quantité totale d'eau disponible. Pour chaque litre d'eau éliminé par condensation, la pomme de terre produira environ 6 grammes de matière sèche.

Un bon apport d'humidité pendant les différentes phases de croissance est essentiel pour obtenir des tubercules de qualité. L'apport d'humidité juste avant ou pendant la tubérisation (environ trois semaines après la levée) est d'importance vitale. D'une part, cet apport d'eau influence le nombre et le calibre des tubercules, et d'autre part, il réduit le risque de gale.



Des conditions humides pendant la tubérisation entraînent toujours un plus grand nombre de tubercules, bien que des conditions plus sèches par la suite puissent provoquer la résorption des tubercules plus petits. Les variétés qui, en général, produisent beaucoup de tubercules, peuvent en produire un trop grand nombre dans des conditions humides. Pendant la croissance du tubercule (tubérisation), un apport d'eau régulier évite une moins bonne qualité qui serait due à des fissures de croissance ainsi qu'à des symptômes de reprise de croissance tels que la déformation du tubercule, l'aspect vitreux et la décoloration brune au niveau de l'extrémité de la tige. Si le sol est sec pendant la récolte, notamment dans le cas de sols lourds, l'irrigation peut aider à prévenir les dommages causés par l'arrachage des pommes de terre. Un apport d'eau irrégulier aura un effet négatif sur la couleur des pommes de terre.

Pour établir un bon programme d'irrigation, il est nécessaire de connaître la capacité de rétention d'eau du sol : celle-ci sera plus faible dans des sols de type sables rugueux et argiles fines. Les besoins en eau sont plus importants lorsque la condensation quotidienne par transpiration (qui est mesurée et communiquée par les stations météo) augmente du fait de la quantité importante de feuilles vertes sur le sol.



2.3.4 Lutte contre les parasites et les maladies

Seule une culture qui a atteint son stade de maturité répondra aux normes de qualité requises par l'industrie de transformation. Des maladies peuvent entraîner un rendement inférieur dû à la voûte de feuilles ou au flétrissement précoce des feuilles. Les taux de matière sèche sont alors faibles et entraînent la mort précoce des plants. Certaines maladies provoquent des effets directs : par exemple la maladie des taches noires ou les anguillules des racines affectent la peau et entraînent la nécessité

d'un épluchage plus épais. Des pertes de stockage peuvent survenir à la suite de maladies dues au stockage, telles que la gale argentée et le *Pythium*.

Les deux principales mesures à prendre pour prévenir maladies et parasites sont : a) l'utilisation de plants sains et certifiés et b) des mesures d'hygiène, telles que la rotation des cultures. Des plants sains réduisent le risque de maladies bactériennes et virales. La rotation des cultures, qui implique que les pommes de terre ne sont pas cultivées sur la même parcelle plus d'une fois tous les quatre à six ans ou plus, réduit de manière significative le risque de parasites transmis par le sol (nématodes) et de champignons (*Rhizoctonia* et *Verticillium*). Une fois que des parasites foliaires (pucerons) ou des maladies (*Phytophthora infestans*) se sont déclarés, la pulvérisation régulière de la culture avec des produits fongicides appropriés est une mesure curative. Les mauvaises herbes doivent être éliminées tout au long de la saison, de préférence mécaniquement pendant le buttage. Néanmoins, l'usage d'herbicides peut se révéler nécessaire pour éviter une baisse de rendement et l'accumulation de racines de mauvaises herbes dans le sol.

Quand la culture approche le stade de maturité, le défanage est souvent nécessaire pour préparer la peau avant la récolte et éviter que des maladies ne causent d'autres dommages.

2.4 Manipulation de la pomme de terre

2.4.1 Récolte

Les tubercules doivent atteindre une maturité complète. Il en résultera alors une teneur en matière sèche relativement élevée et une teneur minimale en sucres réducteurs. Par conséquent, la qualité de friture sera relativement bonne. Pendant la récolte, la qualité peut diminuer significativement si les pommes de terre sont endommagées au moment de l'arrachage : ceci provoquera une décoloration sous-cutanée qui peut être évitée. Le risque

de meurtrissures internes est le plus courant quand les pommes de terre sont arrachées dans des conditions sèches avec des sols présentant beaucoup de mottes.

Il est possible de remédier à ces problèmes dans une certaine mesure en procédant à une légère irrigation juste avant l'arrachage. En outre, le producteur doit essayer de garder de la terre sur le tapis de la machine le plus longtemps possible. La vitesse de la chaîne élévatrice doit être adaptée à la vitesse de conduite (approximativement dans un rapport de 1 à 1). Dans des conditions sèches, il est préférable de recouvrir les axes des chaînes élévatrices d'une matière synthétique ou de caoutchouc. La hauteur de chute des pommes de terre ne devrait pas dépasser 40 cm pendant la récolte, le déchargement dans l'entrepôt et le calibrage. Aux endroits où les pommes de terre tombent, il faut utiliser des matériaux souples et des tapis amortissant les chocs pour éviter l'endommagement.

En raison de leur poids, les plus gros tubercules sont les plus susceptibles d'être abîmés. Surtout quand la température du sol est basse au moment de la récolte, le risque de meurtrissures augmente. Pour éviter les dégâts internes causés par la récolte, les pommes de terre ne devraient pas être arrachées lorsque la température du sol est inférieure à 12°C. Mais, s'il est tard en saison, il faudra néanmoins essayer d'effectuer l'arrachage. En règle générale, il est préférable de ne pas récolter les pommes de terre lorsque la température du sol est inférieure à 8°C.



2.4.2 Manipulation

Les meurtrissures surviennent pendant le stockage par l'entassement des tubercules les uns sur les autres, provoquant l'écrasement et d'éventuelles meurtrissures. Une fois les pommes de terre sorties du bâtiment de stockage, des taches noires peuvent survenir sous ces meurtrissures. On observe une augmentation de celles-ci notamment après une saison sèche ou en raison d'une ventilation trop importante.

Dans le cas des pommes de terre de consommation, ce phénomène de taches noires survient plus souvent après un stockage prolongé (de six mois ou plus). Pour éviter ces meurtrissures, la hauteur de chute des pommes de terre doit être limitée à 3,5 - 4 mètres, et les surfaces dures sur lesquelles les pommes de terre tombent doivent être capitonnées. Cependant, lorsque les pommes de terre sont stockées en caisses, les meurtrissures ne surviennent généralement pas, car la hauteur de chute est minime.

2.4.3 Stockage

La pomme de terre est un organisme vivant qui, dans de bonnes conditions de stockage, peut être conservé longtemps (de 7 à 9 mois). Cependant, on peut constater une perte de poids ainsi qu'une perte de qualité pendant la phase de stockage. Ces pertes doivent absolument être limitées pour les pommes de terre destinées à la transformation.

Pour stocker les pommes de terre destinées à la transformation, il est utile de prendre les mesures suivantes, qui ont un impact direct sur la qualité :

- ▶ Ventilation
- ▶ Contrôle de la température
- ▶ Emploi d'inhibiteurs de germination
- ▶ Conditionnement avant livraison



2.4.3.1 Ventilation

Pour prévenir la perte de poids et donc une plus grande sensibilité à la maladie des taches noires, le bâtiment de stockage doit être aussi peu ventilé que possible, et de préférence à un degré élevé d'humidité relative (HR \geq 92%). Si ce n'est pas possible, par exemple dans des régions où la température extérieure est très basse ou dans des régions très sèches, l'humidification artificielle de l'air pendant la phase de ventilation peut résoudre le problème.

2.4.3.2 Température

Les pertes dues à la condensation ou à des infections fongiques ou bactériennes sont les moins importantes quand la température de stockage est comprise entre 3 et 5°C. Cependant, ces températures stimulent le développement de sucres réducteurs qui entraînent malheureusement un changement de la couleur de friture. Il est donc recommandé de stocker les pommes de terre destinées à la transformation à des températures relativement élevées. La température doit être comprise entre 7 et 10°C pour la production de chips, et entre 6 et 7°C pour les frites.

Les pommes de terre à teneur trop élevée en sucres réducteurs (due à une température trop basse) peuvent être reconditionnées. Pour cela, elles peuvent être gardées à une température d'environ 15°C pendant deux à trois semaines, ce qui a pour effet de réduire l'excédent de sucres grâce à la condensation et à la trans-

formation des sucres en amidon. Les résultats de ce reconditionnement peuvent varier, en particulier après une longue période de stockage : en effet, un stockage prolongé résoud en partie l'effet négatif de la période de reconditionnement et peut entraîner un adoucissement sénescence. L'effet du reconditionnement sera alors pire qu'auparavant, ce qui est à éviter.

2.4.3.3 Inhibiteurs de germination

La formation de germes est minime à une température de stockage comprise entre 3 et 4°C. Cependant, les pommes de terre de transformation doivent être stockées à des températures plus élevées pour limiter la formation de sucres réducteurs. Il faut donc prendre des mesures d'inhibition de germination. La méthode la plus employée est l'utilisation de CIPC/IPC (carbamate isopropyle

3-chlorophényle). Le CIPC est efficace quand les pommes de terre sont stockées à une température pouvant aller jusqu'à 12°C environ. Une nouvelle tendance consiste à utiliser du Carvone (une composante de la graine de carvi) comme inhibiteur de germination biologique. Le Carvone n'est pas seulement un inhibiteur de germination, mais il permet aussi de contrôler différentes maladies inhérentes au stockage et même de tuer les limaces.



2.4.3.4 Conditionnement avant livraison

Les pommes de terre ayant une teneur élevée en matière sèche sont plus sensibles à la maladie des taches noires que celles ayant une teneur faible. Le rechauffage des pommes de terre avant le calibrage ou avant leur livraison réduit considérablement la sensibilité aux taches noires. C'est pourquoi les pommes de terre destinées à la transformation doivent être chauffées à 15°C minimum avant la sortie du bâtiment de stockage. Celles très sensibles aux taches noires doivent être chauffées à 18°C. Pendant la phase de chauffage, la température de l'air ne doit pas dépasser 20°C. Il est préférable de prévoir au moins trois jours pour cette phase.

3 Méthodes d'évaluation de la qualité

Seules les variétés répondant à des exigences de qualité précises conviennent à l'industrie de transformation. Ces exigences sont très larges, allant de la forme et le calibre extérieurs, qui dépendent de l'usage ultérieur du produit (frites ou chips), à la composition interne de la pomme de terre (c'est-à-dire la teneur en matière sèche ou en sucres réducteurs). Une vaste gamme de méthodes de test est disponible pour mesurer ces caractéristiques. Ces méthodes vont des plus simples inspections visuelles jusqu'à des méthodes instrumentales très avancées. Les contrôles de qualité seront effectués sur la matière première aussi bien que sur le produit fini.

Pour la matière première, les aspects importants concernent le calibre, la forme et l'absence de défauts, tels que les maladies, la pourriture, les meurtrissures et la teneur en matière sèche et en sucres réducteurs. Une inspection visuelle de la qualité au début de la ligne de production doit permettre de détecter ces éventuels défauts. Pour la détermination de la teneur en matière sèche et en sucres réducteurs, une méthode est décrite respectivement dans les paragraphes 3.1 et 3.2. La qualité du produit fini dépend notamment des spécifications de l'acheteur. Les plus importantes caractéristiques de qualité sont décrites dans le paragraphe 3.3.

3.1 Teneur en matière sèche

Pour évaluer la teneur en matière sèche de la pomme de terre, il existe une méthode simple et rapide basée sur la densité des tubercules. Cette densité peut être obtenue par la détermination du poids du tubercule dans l'eau du robinet (P.D.E). L'évaluation de la teneur en matière sèche est basée sur le principe qu'il existe une relation étroite entre la densité du tubercule et la teneur en matière sèche du tissu de la pomme de terre. Le tableau 2 présente les chiffres de teneur en matière sèche correspondant au P.D.E.



Détermination du poids dans l'eau d'un échantillon de pommes de terre

Tableau 2: Relation entre le poids dans l'eau (p.d.e.), la teneur en matière sèche (m.s.) et le poids spécifique (P.s.) des pommes de terre (Publication IBVL 247 B).

p.d.e	m.s.	P.s.	p.d.e.	m.s.	P.s.	p.d.e.	m.s.	P.s.	p.d.e.	m.s.	P.s.	p.d.e.	m.s.	P.s.	p.d.e.	m.s.	P.s.
250	14,3	1.053	331	18,3	1.071	371	20,3	1.080	411	22,2	1.090	451	24,2	1.099	491	26,2	1.109
255	14,6	1.054	332	18,3	1.071	372	20,3	1.080	412	22,3	1.090	452	24,2	1.099	492	26,2	1.109
260	14,8	1.055	333	18,4	1.071	373	20,4	1.081	413	22,3	1.090	453	24,3	1.100	493	26,3	1.109
265	15,1	1.056	334	18,4	1.072	374	20,4	1.081	414	22,4	1.090	454	24,3	1.100	494	26,3	1.110
270	15,3	1.057	335	18,5	1.072	375	20,5	1.081	415	22,4	1.091	455	24,4	1.100	495	26,4	1.110
275	15,6	1.058	336	18,5	1.072	376	20,5	1.081	416	22,5	1.091	456	24,4	1.100	496	26,4	1.110
280	15,8	1.059	337	18,6	1.072	377	20,5	1.082	417	22,5	1.091	457	24,5	1.101	497	26,5	1.110
285	16,1	1.060	338	18,6	1.073	378	20,6	1.082	418	22,6	1.091	458	24,5	1.101	498	26,5	1.111
290	16,3	1.062	339	18,7	1.073	379	20,6	1.082	419	22,6	1.091	459	24,6	1.101	499	26,6	1.111
295	16,5	1.063	340	18,7	1.073	380	20,7	1.082	420	22,7	1.092	460	24,6	1.101	500	26,6	1.111
300	16,8	1.064															
301	16,8	1.064	341	18,8	1.073	381	20,7	1.082	421	22,7	1.092	461	24,7	1.102	505	26,8	1.112
302	16,9	1.064	342	18,8	1.073	382	20,8	1.083	422	22,8	1.092	462	24,7	1.102	510	27,1	1.114
303	16,9	1.065	343	18,9	1.074	383	20,8	1.083	423	22,8	1.092	463	24,8	1.102	515	27,3	1.115
304	17,0	1.065	344	18,9	1.074	384	20,9	1.083	424	22,9	1.093	464	24,8	1.102	520	27,6	1.116
305	17,0	1.065	345	19,0	1.074	385	20,9	1.083	425	23,9	1.093	465	24,9	1.103	525	27,8	1.117
306	17,1	1.065	346	19,0	1.074	386	21,0	1.084	426	23,0	1.093	466	24,9	1.103	530	27,1	1.119
307	17,1	1.065	347	19,1	1.075	387	21,0	1.084	427	23,0	1.093	467	25,0	1.103	535	28,3	1.120
308	17,2	1.066	348	19,1	1.075	388	21,1	1.084	428	23,1	1.094	468	25,0	1.103	540	28,6	1.121
309	17,2	1.066	349	19,2	1.075	389	21,1	1.084	429	23,1	1.094	469	25,1	1.104	545	28,8	1.122
310	17,3	1.066	350	19,2	1.075	390	21,2	1.085	430	23,2	1.094	470	25,1	1.104	550	29,1	1.124
311	17,3	1.066	351	19,3	1.076	391	21,2	1.085	431	23,2	1.094	471	25,2	1.104			
312	17,4	1.067	352	19,3	1.076	392	21,3	1.085	432	23,3	1.095	472	25,2	1.104			
313	17,4	1.067	353	19,4	1.076	393	21,3	1.085	433	23,3	1.095	473	25,3	1.104			
314	17,4	1.067	354	19,4	1.076	394	21,4	1.086	434	23,4	1.095	474	25,3	1.105			
315	17,5	1.067	355	19,5	1.076	395	21,4	1.086	435	23,4	1.095	475	25,4	1.105			
316	17,5	1.067	356	19,5	1.077	396	21,5	1.086	436	23,5	1.096	476	25,4	1.105			
317	17,6	1.068	357	19,6	1.077	397	21,5	1.086	437	23,5	1.096	477	25,5	1.105			
318	17,6	1.068	358	19,6	1.077	398	21,6	1.086	438	23,5	1.096	478	25,5	1.106			
319	17,7	1.068	359	19,7	1.077	399	21,6	1.087	439	23,6	1.096	479	25,6	1.106			
320	17,7	1.068	360	19,7	1.078	400	21,7	1.087	440	23,6	1.096	480	25,6	1.106			
321	17,8	1.069	361	19,8	1.078	401	21,7	1.087	441	23,7	1.097	481	25,7	1.106			
322	17,8	1.069	362	19,8	1.078	402	21,8	1.087	442	23,7	1.097	482	25,7	1.107			
323	17,9	1.069	363	19,9	1.078	403	21,8	1.088	443	23,8	1.097	483	25,8	1.107			
324	17,9	1.069	364	19,9	1.079	404	21,9	1.088	444	23,8	1.097	484	25,8	1.107			
325	18,0	1.070	365	20,0	1.079	405	21,9	1.088	445	23,9	1.098	485	25,9	1.107			
326	18,0	1.070	366	20,0	1.079	406	22,0	1.088	446	23,9	1.098	486	25,9	1.108			
327	18,1	1.070	367	20,1	1.079	407	22,0	1.089	447	24,0	1.098	487	26,0	1.108			
328	18,1	1.070	368	20,1	1.079	408	22,1	1.089	448	24,0	1.098	488	26,0	1.108			
329	18,2	1.070	369	20,2	1.080	409	22,1	1.089	449	24,1	1.099	489	26,1	1.108			
330	18,2	1.071	370	20,2	1.080	410	22,2	1.089	450	24,1	1.099	490	26,1	1.109			

Le P.D.E. des pommes de terre peut être déterminé selon la procédure suivante :

- ▶ On prélève du lot de pommes de terre un échantillon représentatif de plus de 5.000 grammes. L'échantillon ne doit pas contenir de tubercules galeux ou malades.
- ▶ L'échantillon est lavé à l'eau, bien égoutté et éventuellement séché à l'aide d'un chiffon.
- ▶ On pèse 5.000 grammes de pommes de terre sèches ou 5.050 grammes de pommes de terre humides (a gramme), exactement au gramme près.
- ▶ Le poids (b gramme) de l'échantillon de pommes de terre est déterminé dans l'eau du robinet à une température de 8 à 12°C.
- ▶ Le P.D.E. peut maintenant être calculé selon une formule, qui est pour les pommes de terre sèches : $(5.000 : a) \times b$, et pour les pommes de terre humides : $(5.050 : a) \times b$.

(Source : Association Européenne pour la Recherche sur les Pommes de Terre, Méthodes d'évaluation pour les pommes de terre et ses produits de transformation)

3.2 Teneur en sucres réducteurs

La teneur en sucres réducteurs du tubercule dépend de sa maturité au moment du défanage. Moins la pomme de terre aura atteint son stade de maturité, plus la teneur en sucres réducteurs sera élevée. Cette dernière est étroitement liée à la couleur des produits frits. En effet, plus la teneur en sucres réducteurs est élevée, plus la couleur sera foncée.



Pour obtenir une indication rapide de la teneur en sucres réducteurs, on peut utiliser des bandelettes de glucose. On coupe la pomme de terre en deux et on place une bandelette sur les surfaces fraîchement coupées. La couleur de la bandelette peut être comparée à celle figurant sur son emballage. Cela donne une indication visuelle rapide du niveau de glucose. La bandelette peut en outre être placée dans un indicateur de glucose, ce qui donne une idée plus exacte de la teneur en dextrose. La bandelette de glucose n'indique que la teneur en glucose, et pas la teneur en fructose. La teneur en sucres réducteurs correspond souvent à environ le double de la teneur en glucose.

Pour faire une évaluation plus précise de la teneur en sucres réducteurs par rapport à la couleur de friture, on fait frire quelques frites ou quelques lamelles de chips. Les échantillons doivent être coupés dans le cœur des tubercules. Ces frites et lamelles sont alors frites pendant trois minutes à 180°C. On compare ensuite la couleur du produit frit aux tableaux de couleur de référence. Des valeurs en hausse représentent une couleur de plus en plus foncée et une qualité inférieure.

3.3 Produit fini

L'évaluation de la qualité du produit fini est nécessaire d'une part pour vérifier s'il répond aux normes de qualité et d'autre part, elle permet d'obtenir des informations de retour sur le processus en cours.

La qualité du produit fini est évaluée selon des critères de sécurité sanitaire et alimentaire et selon les caractéristiques appréciées par le consommateur, telles que l'aspect visuel, la texture et le goût. La sécurité sanitaire et alimentaire est mesurée par des méthodes purement instrumentales telles que le contrôle de la teneur en éléments nutritifs ou la quantité de micro-organismes. Il existe des méthodes standardisées qui permettent de mesurer ces caractéristiques.

Les critères liés à l'appréciation du produit par le consommateur ne sont évalués qu'à l'aide d'analyses sensorielles. Certains aspects peuvent aussi faire l'objet de mesures instrumentales, mais il n'y a souvent qu'un lien très faible entre le résultat instrumental et l'observation humaine.

Les principaux critères d'appréciation sont :

L'aspect visuel

L'aspect visuel tient compte de la couleur, du calibre et de la longueur des bâtonnets de frites, ainsi que des fissures, des bulles sur la peau, des défauts et d'une décoloration grise. Ces aspects doivent généralement être contrôlés visuellement. Le degré de précision de ces tests dépend de leur organisation. S'ils sont standardisés, ils peuvent être tout à fait objectifs et précis. La couleur du produit fini, notamment la décoloration brune, dépend de la teneur en sucres de la pomme de terre. La couleur du produit frit est comparé à des tableaux de couleur standard (voir 3.2).

Le goût

Le goût du produit fini est déterminé par l'homme. Un bon goût se caractérise par l'absence de saveurs désagréables. D'autres aspects du goût sont fortement liés à la texture du produit. La teneur en matière grasse, critère de goût très important, doit être mesurée de manière instrumentale. Elle est en principe mesurée par extraction de la graisse de la pomme de terre à l'aide d'un solvant tel que l'éther de pétrole.

La texture

La texture est une notion très large, se rapportant à plusieurs aspects des différentes parties du bâtonnet telles que le cœur ou la croûte. Pour qualifier la texture des frites, on utilise par exemple les termes suivants : croquante, farineuse, dure, creuse et hétérogène. Le croquant des frites est déterminé par la croûte, formée par évaporation de l'eau pendant la friture. L'évaporation de l'eau est ainsi l'un des facteurs les plus déterminants de la texture dans le processus de production.

La texture peut être en grande partie mesurée de manière instrumentale, mais il est difficile d'établir un rapport entre les forces nécessaires pour déformer le produit fini et les qualifications sensorielles. Les mesures instrumentales de la texture ne sont efficaces que pour certains aspects inscrits dans des buts précis.

4 Sécurité alimentaire

Les consommateurs se soucient toujours plus de la sécurité alimentaire, ce qui a incité les gouvernements à renforcer les réglementations relatives à la production et à la transformation des aliments afin d'éviter les maladies directement liées à l'alimentation. Les enseignes de la grande distribution imposent également leurs exigences à leurs fournisseurs et obligent les producteurs à respecter des réglementations strictes pour éviter la contamination des aliments par des substances nuisibles à la santé. Elles exigent le plus souvent de leurs fournisseurs qu'ils soient certifiés, par exemple aux normes HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points). Le système HACCP a été adopté par la Codex Alimentarius Commission (organisation internationale qui fixe les critères alimentaires) comme étant le standard international pour une alimentation sûre. Un fournisseur désirant travailler selon les normes HACCP doit faire l'inventaire des risques dans son entreprise et doit préciser quelles mesures préventives il prendra, afin d'éviter ou de minimiser ces risques. Le système HACCP comprend également l'obligation de rédiger dans un cahier les méthodes de production, y compris la fertilisation et l'emploi de produits phytosanitaires pour chaque parcelle de pommes de terre et pour chaque expédition.

Le protocole EUREPGAP est le fruit d'une initiative de la grande distribution européenne (EUREP - Euro-Retailer Produce Working group). Ce protocole établit le cadre d'une bonne pratique agricole (Good Agricultural Practice - GAP) dans les exploitations et définit des cahiers des charges pour la production d'aliments et de légumes frais, y compris les pommes de terre, pour ces grands distributeurs européens. Il comprend un certain nombre de mesures visant à assurer la



sécurité alimentaire et encourage l'utilisation des normes HACCP. Le protocole EUREPGAP constitue la base de certification pour les producteurs désirant produire des aliments et des légumes frais pour les membres de l'EUREP.

La contamination involontaire de produits alimentaires peut être d'origine physique, chimique ou microbienne. La contamination microbienne est généralement considérée comme la plus dangereuse. La contamination chimique est souvent liée à l'usage de pesticides. Les principales contaminations sont inventoriées ci-dessous aussi bien pour la matière première, les pommes de terre, que pour le produit transformé.

4.1 Matière première

Contamination physique

La contamination physique peut être due par exemple à la présence d'éclats de verre, d'éclats de bois ou de petits débris de métal dans la pomme de terre. Pour l'éviter, il faut s'assurer que le bâtiment de stockage soit propre, que le bois des caisses ne soit pas cassé et que l'on utilise des lampes incassables, etc.

Contamination chimique

Tous les résidus de pesticides dont l'utilisation pour les pommes de terre n'est pas autorisée ou dont l'utilisation autorisée est trop intensive, sont considérés comme des contaminants chimiques. Il est nécessaire de respecter des périodes de sécurité après l'utilisation d'un pesticide. Une concentration excessive en nitrates dans les pommes de terre, due à un emploi excessif d'engrais, peut être la raison du rejet d'un lot de pommes de terre par l'usine de transformation. On rencontre parfois d'autres corps contaminants dans les pommes de terre, comme de l'huile minérale, du fioul, etc. Pour éviter cela, il s'agit d'utiliser les pesticides correctement, bien séparer les lieux de stockage de pommes de terre et les entrepôts destinés aux machines, ne pas utiliser de thermomètres au mercure, protéger les tubercules contre la lumière, etc.



Contamination microbienne

Normalement, on ne rencontre pas de contamination microbienne de nature dangereuse dans la matière première. Certains risques peuvent cependant être évités si l'on n'utilise pas d'excréments humains comme engrais et si l'on ne laisse pas entrer d'animaux tels que rats, souris, chats et oiseaux dans les bâtiments de stockage (filets métalliques qui obstruent les entrées et les sorties d'air).

4.2 Produit de transformation

Contamination physique

La contamination physique (par des corps étrangers, tels que verre, bois, cailloux, etc) doit être éliminée pendant les phases de triage, de lavage et de préparation. Bien que cette préparation consiste surtout en une inspection de qualité, c'est aussi une étape préventive importante pour l'élimination de tout corps étranger. L'ensemble de l'industrie considère la détection du métal comme un point de contrôle critique. La norme standard prévoit de détecter tout morceau de métal de plus de 2 mm de longueur. D'autres points de contrôle

importants sont la protection contre les éclats de verre (par exemple, par l'annotation sur un cahier des lampes utilisées dans la zone de transformation) et la procédure de contrôle des matières (telles que les lubrifiants) pendant l'entretien.

Contamination chimique

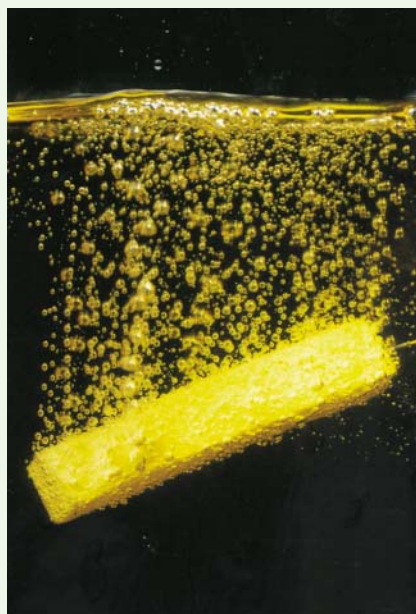
Des procédures strictes doivent être suivies pour éviter la présence de résidus de produits d'entretien après le nettoyage de la zone de transformation.

Contamination microbienne

Pour éviter la contamination microbienne, il est d'abord indispensable de contrôler l'éventuelle présence de parasites dans la zone de transformation et ses alentours en évitant la présence de rats, souris et oiseaux (politique de la porte fermée). Ensuite, il est essentiel d'obtenir une bonne température de friture pour éviter une contamination microbienne. Ces températures de (pré-)friture avoisinent généralement les 180°C. Pour les produits déshydratés (flocons, féculé), il est essentiel de les sécher jusqu'à obtention d'une teneur en matière sèche d'au moins 88%, car une teneur en humidité de plus de 12% peut provoquer l'apparition de moisissures dans le produit fini.

Règles générales

Des règles d'hygiène de base doivent être établies pour tout le personnel et les visiteurs afin d'éviter la contamination microbienne (lavage des mains à l'entrée), la contamination physique (filets pour cheveux, pas de poches extérieures sur les vêtements afin d'éviter l'introduction de tout matériau étranger dans la chaîne de production). Le codage des sacs et cartons (date, heure, ligne de production, etc) est également essentiel pour assurer la bonne traçabilité du produit fini.



References

Beukema, H.P. / D.E. van der Zaag, Introduction à la Production des Pommes de Terre, Wageningen, 1990, ISBN 90-220-0963-7

Burton, W.G., La Pomme de Terre, troisième édition, Longman Group UK Limited, 1989, ISBN 0-582-46229-0

CPRO-DLO, 69e Liste descriptive des Variétés de Cultures en plein air 1994, Wageningen 1994

Association Européenne pour la Recherche sur les Pommes de Terre, Méthodes d'Evaluation des Pommes de Terre et Produits Transformés, Wageningen

NIVAA, Catalogue Néerlandais des Variétés de Pommes de Terre, La Haye, 1994

NIVAA, Production de Pommes de Terre 'Plantation', La Haye, 1994

Scheele, C. von, G. Sevansson & J. Rasmussen, 1937. Die Bestimmung des Stärkegehaltes und der Trockensubstanz der Kartoffel mit Hilfe des Spezifizen Gewichts. Landwirtschaftliches Versuch station 127 : 67-96

Zaag, van der D.E., Les Pommes de Terre et leur Culture aux Pays-Bas, NIVAA, La Haye, 1992

Tableau de Couleurs Munsell pour l'évaluation des Frites

Tableau de Couleurs IBVL pour l'Evaluation des Chips, développé par l'Institut de stockage et de Transformation des Produits agricoles

©2002 NIVAA

Deuxième édition

'Les processus de transformation de la pomme de terre', publié par le NIVAA en 1994 pour la première fois, a été largement revu et mis à jour pour cette deuxième édition.

Rédacteurs

M. A.J. Haverkort (Plant Research International)

M. C.D. van Loon

M. P. van Eijck, M. F.P. Scheer, M. E.P.H.M. Schijvens, M. H. Uitslag (ATO DLO)

M. H.R. Baarveld (NIVAA)

Mme. E.W.A. Campobello (NIVAA)

Mme. S.R. Liefrink (NIVAA)

M. H.M.G. Peeten (NIVAA)

Photographie

ATO-DLO

NIVAA

Création

Bernards/Visser communicatie bv, Leiden, Pays-Bas

Impression

PlantijnCasparie, Den Haag, Pays-Bas

Editeur

NIVAA

Institut consultatif néerlandais pour les Pommes de Terre

Postbus 17337

2502 CH Den Haag

Pays-Bas

Tél +31 (0)70 312 30 00

Fax +31 (0)70 312 30 01

info@pommes-de-terre.nl

www.pommes-de-terre.nl



NIVAA

Postbus 17337

2502 CH Den Haag

Pays-Bas

Tél +31 (0)70 312 30 00

Fax +31 (0)70 312 30 01

info@pommes-de-terre.nl

www.pommes-de-terre.nl