

## Bilan de la campagne d'irrigation



***La fin de la campagne 2022 est une opportunité pour redéfinir les choix stratégiques en matière d'irrigation. L'accès à la ressource, le dimensionnement du matériel, les outils de pilotage, le choix des variétés adaptés aux conditions de stress hydriques sont autant de leviers importants et complémentaires. Pour bien utiliser ces leviers, il convient de rappeler les impacts de l'alimentation hydrique pour la pomme de terre.***

### Impact de l'eau sur la culture de la pomme de terre

L'eau contribue à 3 grands mécanismes de la plante : l'absorption racinaire, la photosynthèse et le refroidissement des tissus. Ils sont évidemment liés : le flux d'eau au sein du continuum sol-plante-atmosphère permet le transport des minéraux jusqu'aux racines et dans la plante, et ce flux est contrôlé par l'ouverture stomatique, permet l'entrée de CO<sub>2</sub> (nécessaire à la photosynthèse) en contrepartie de l'évaporation de l'eau à la surface des feuilles, permettant au passage un abaissement de leur température. Un stress hydrique réduit par conséquent la photosynthèse et la croissance globale du couvert ; en fonction de sa période d'expression, les impacts peuvent être différents.

La pomme de terre se distingue des autres cultures principales par son utilisation productive de l'eau. Sa productivité nutritionnelle est extrêmement élevée pour chaque m<sup>3</sup> d'eau appliquée. En effet, un m<sup>3</sup> d'eau donne 5600 calories d'apport énergétique pour la pomme de terre contre 2860 pour le maïs, 2300 pour le blé et 2000 pour le riz.

Deux phases sensibles au manque d'eau dans le cycle de la pomme de terre sont à retenir :

- phase d'initiation des tubercules
- phase de grossissement des tubercules

Au stade initialisation des tubercules en juin et juillet, les besoins de la pomme de terre sont de 3.5 à 4.5 mm/jour. L'eau est alors apportée aux plantes tous les 5 ou 7 jours en fonction du matériel d'irrigation présent sur l'exploitation.

Un stress hydrique au cours de l'une de ces phases entraînera une perte de rendement. Les objectifs de l'irrigation sont de réguler les rendements, en les rendant

moins dépendants du stress hydrique et régulariser la qualité des tubercules, pour mieux répondre aux exigences du marché. En fonction du marché ciblé, il sera important de surveiller le stress hydrique sur l'une ou l'autre phase du cycle.

Les besoins en eau de la pomme de terre sont estimés à partir de la demande climatique, l'ETP (Evapo-Transpiration Potentielle) et du coefficient cultural (Kc), dont les valeurs varient en fonction des stades phénologiques. L'irrigation est conseillée lorsque la Réserve Facilement Utilisable (RFU) est épuisée, en anticipant cependant les irrigations en tenant compte de la durée du tour d'eau, le temps nécessaire pour irriguer toutes les parcelles.

Les travaux sur la tolérance variétale aux stress hydriques ont été conduits principalement dans les projets CarPoStress<sup>1</sup> (2011-2014 et EauptionPlus<sup>2</sup> (2009-2014). L'objectif était d'accompagner les producteurs dans la construction des itinéraires techniques, des rotations et des assolements adaptés au contexte de ressource actuelle et d'anticiper un éventuel accès limité à la ressource. Les 16 essais du réseau EauptionPlus (2009-2011), sur 10 variétés, ont montré que les pertes sont très variables en fonction des variétés. Plus le stress hydrique augmente, plus le rendement associé diminue, et ce quelle que soit la variété concernée. Donc, l'impact est négatif en phase d'initiation sur le rendement et le nombre de tubercules pour les classes de calibre > 35 mm à la récolte. Les forts stress hydriques en phase de grossissement impactent de façon plus marquée le nombre de tubercules pour les classes de calibre > 50 mm. Finalement, les stratégies de conduite en fonction des variétés dépendent de la biomasse et de groupe de précocité. Ces jeux de données ont servi à adapter l'outil DiagVar à la pomme de terre dans le cadre du projet CarPoStress et à le tester sur plus de 20 variétés incluant les génotypes révélateurs

<sup>1</sup> projet CTPS CarPoStress, porté par ARVALIS, en partenariat avec Agro-Transfert Ressources et Territoires, le Comité Nord et l'INRA. Projet « CARPOTIGE » conduit par Agro-Transfert (2014-2015) dans le cadre de l'appel à projet expérimentation France AgriMer.

<sup>2</sup> oPTimiser la gestIOn de la ressource en EAU pour les cultures de Pommes de terre <http://www.agro-transfert-rt.org/projets/eauctionplus/> (Arvalis, INRA, UNILET, CA hauts-de-France, GITEP, CTPT, Pom'Alliance, OPLVERT).

identifiés. L'outil DIAGVAR Diagnostic agronomique et caractérisation variétale<sup>3</sup> est une méthode d'analyse des essais variétaux et de sélection aux stress (dont le stress hydrique).

Le contexte d'alea de plus en plus changeant remet en avant les travaux sur cette thématique, en ajoutant comme d'autres variables explicatives, notamment la force de succion des racines, la profondeur d'exploration du sol et les conditions d'une bonne fertilité physique des sols pour bénéficier au maximum du réservoir utilisable.

### **Le contexte de l'année : des ressources hydriques en baisse**

Les prélèvements d'eau du milieu répondent aux besoins de différents usages et d'activités humaines. Autre que l'eau potable les autres besoins concernent les activités industrielles, l'agriculture, la production d'électricité, etc. Dans le contexte actuel de changements climatiques, chaque acteur est appelé à la responsabilité pour l'usage et la consommation maîtrisés de la ressource. La majorité de l'eau prélevée provient d'une ressource d'eau douce (rivière, lac, nappe souterraine). L'état de ces ressources est attentivement monitoré pour assurer un bon état quantitatif : la variation saisonnière du niveau de la nappe ne doit pas menacer ni son équilibre à long terme, ni les milieux aquatiques qui lui sont liés. Toutes ces mesures appliquent la directive cadre sur l'eau (DCE) et garantissent la durabilité de la ressource sur le long terme.

Dans le contexte de cette année, depuis le début de l'année hydrologique, la pluviométrie a souvent atteint une fois et demie à trois fois la normale des Cévennes à l'est de l'Hérault et au Gard ainsi que sur une grande partie de la région PACA et de l'île de Beauté, voire très localement trois à cinq fois sur les Bouches-du-Rhône, le Var et la Corse. En revanche, le déficit a dépassé 70 % de la Haute-Normandie aux Hauts-de-France et au nord de la Lorraine ainsi que des Charentes à la plaine du Roussillon. En moyenne sur le pays et sur le mois, la pluviométrie a été déficitaire de plus de 30 %. Ainsi, la sécheresse extrême des sols superficiels perdure sur la quasi-totalité du territoire. Très ponctuellement, les sols se sont nettement humidifiés. Cependant, à l'échelle de la France, l'humidité des sols se situe à un niveau record pour la saison au 1<sup>er</sup> septembre (sous les niveaux de 1976 et 2003). L'état de remplissage des nappes demeure peu satisfaisant sur une majeure partie du territoire, voire

inquiétant avec des niveaux bas à très bas observés sur près de la moitié du territoire. Concernant les débits des cours d'eau, le manque de précipitations n'a pas permis d'améliorer la situation observée le mois dernier. Près de la moitié des stations présentent toujours un débit moyen inférieur à 40 % de la moyenne interannuelle observée au mois d'août, la situation étant particulièrement critique en Pays-de-la-Loire, Auvergne-Rhône-Alpes, PACA, Bretagne, Lorraine et Bourgogne- Franche-Comté (pour plus de détails, consultez les bulletins de l'Office International de l'Eau (OIEau)).

Le site internet Propluvia proposé par le ministère de la Transition écologique et solidaire recense sur une carte tous les arrêtés de restriction d'eau département par département. Au 09 septembre, 93 départements ont mis en œuvre des mesures de restrictions des usages de l'eau au-delà de la vigilance. À titre de comparaison, 41 départements étaient concernés en 2021 et 75 départements étaient concernés en 2020.

Les défis environnementaux donnés par le contexte actuel imposent de rechercher un équilibre entre disponibilité de la ressource en eau et exigences des cultures. Pour l'agriculture, et pour la culture de la pomme de terre en particulier, l'eau est un facteur de production d'un impact majeur.

### **Les outils de pilotage dans le contexte de l'année**

Les outils de pilotage de l'irrigation aident à apporter l'eau au bon moment et en quantité nécessaire, afin de ne pas stresser la culture. Le pilotage répond aux questions de la campagne d'irrigation selon le contexte (sol, climat, disponibilité de la ressource en eau, capacité d'apport du système d'irrigation) : Quand démarrer ? A quel rythme irriguer en l'absence de pluie ? Comment adapter le rythme selon la période du cycle ? Quand reprendre après une pluie ? Comment ajuster l'irrigation pour garantir la qualité ? Quand arrêter ?

Deux types de méthodes existent pour piloter l'irrigation, à savoir les sondes de mesure de l'état hydrique du sol ou bien le calcul du bilan hydrique. Associés à ces deux méthodes, plusieurs outils existent pour permettre aux agriculteurs d'apporter la quantité d'eau nécessaire au bon développement de la plante : pour l'utilisation des sondes existent les règles d'interprétation Irrinov®, pour la méthode du bilan hydrique existe l'outil en ligne Irré-LIS®.

<sup>1</sup><https://www.arvalis-infos.fr/>

<https://www.arvalis-infos.fr/innovation-varietale-est-au-c-ur-des-solutions-@/view-16295-arvarticle.html>

# CAHIER TECHNIQUE

Cette deuxième méthode calcule le bilan d'eau entre les entrées et les sorties d'eau du sol.

Le bilan hydrique Irré-LIS® (développé par ARVALIS Institut du végétal) est un outil de pilotage de l'irrigation disponible en ligne (<http://www.irrelis.arvalisinstitutduvegetal.fr>). Cet outil d'aide à la décision permet à l'agriculteur de maximiser ses rendements, tout en économisant la ressource en eau, grâce à des modèles de calcul exclusifs, fruit de plus de vingt années de recherche.

Une des forces de cet outil est l'intégration de données météorologiques spatialisées, ce qui permet de s'affranchir des contraintes matérielles (équipement de stations météo) et d'avoir un calendrier des pluies pré-rempli (qui pourra être corrigé manuellement si nécessaire).

En tenant compte du sol, des conditions météorologiques et de la culture, l'outil calcule en temps réel :

- les dates prévisionnelles des stades. Les stades peuvent également être corrigés en fonction des observations,
- l'état de la réserve en eau du sol et l'état prévisionnel à 7 jours (hors pluies éventuelles),

- les prévisions ETP,
- le bilan hydrique.

En début de campagne, les données à renseigner sont les coordonnées GPS, la date de plantation, la variété, le précédent et le sol. En cours de campagne, il suffit de saisir les irrigations réalisées. Le bilan hydrique est automatiquement généré.

Irré-LIS® calcule la date prévisionnelle de réalisation des stades clefs. Cependant, il est possible de modifier la date si le stade a été mesuré. La date observée sera alors prise en compte dans le bilan à la place de la date calculée, ainsi les dates prévisionnelles des stades futurs seront mises à jour.

Le réservoir utilisable par la plante évolue selon le stade de la culture, représentatif de la dynamique d'enracinement. Irré-LIS® est un bilan hydrique qui fonctionne à deux réservoirs :

- réserve utile racinaire
- réserve utile sous-racinaire.

**OFFRE RÉSERVÉE** AUX ADHÉRENTS DE L'UNPT



**ABONNEZ-VOUS**  
À LA POMME DE TERRE FRANÇAISE

Pour bénéficier de la réduction dès maintenant  
entrez le CODE PROMO **UNPT20** sur  
[www.boutique-cip.com](http://www.boutique-cip.com)

LA  
**POMME  
DE  
TERRE**  
DE  
FRANÇAISE

## BULLETIN D'ABONNEMENT

À nous retourner, accompagné de votre règlement à : La Pomme de terre française LIBRE RÉPONSE 52769 - 75482 PARIS CEDEX 10

**OUI, je m'abonne à La Pomme de terre française**

- 1 AN/6 N° pour **46€** au lieu de 54€ (étranger : 56€)  
 2 ANS/12 N° pour **80€** au lieu de 94€ (étranger : 90€)

NOM :

PRÉNOM :

SOCIÉTÉ :

ADRESSE :

CP :

LOCALITÉ :

TÉL. :

PORTABLE :

E-MAIL :

- Je joins mon règlement par chèque  Je souhaite recevoir une facture

Offre valable jusqu'au 31/08/2023 pour tout nouvel abonnement. Conformément à la loi informatique et libertés du 6/01/1978 modifiée, vous pouvez exercer votre droit d'accès aux données vous concernant et les faire rectifier ou supprimer, en nous contactant par mail : [abo@cipmedias.com](mailto:abo@cipmedias.com). Notre politique de confidentialité des données est accessible sur simple demande.

Une revue du groupe

CIP Médias  
8, cité Paradis 75493 Paris Cedex 10  
01 40 22 79 85 - [abo@cipmedias.com](mailto:abo@cipmedias.com)



# CAHIER TECHNIQUE

Cela permet de faire évoluer la disponibilité en eau avec la croissance de la plante et éviter des stress précoces, avant la mise en place de l'appareil racinaire Sur la page d'accueil du site internet, l'apparition d'une goutte d'eau à côté de la parcelle en cas d'épuisement de la Réserve Facilement Utilisable (RFU) permet de voir les parcelles en stress hydrique et d'aider à la prise de décision pour irriguer ou non la parcelle (Figure 1).

Irré-LIS® pomme de terre a permis en 2022 aux agriculteurs

de piloter plus de 10 500 ha de pomme de terre. En moyenne, les agriculteurs ont effectué en moyenne 5 irrigations par parcelle sur la campagne et avec en moyenne 120mm apportés au total, contre 2 irrigations et 45 mm l'année passée. Les irrigations ont débuté fin avril. Globalement la première irrigation sur l'ensemble des parcelles a eu lieu sur le mois de mai avec un pic le 1<sup>er</sup> juin (Figure 2) présentant le nombre de parcelles selon la date de première irrigation).

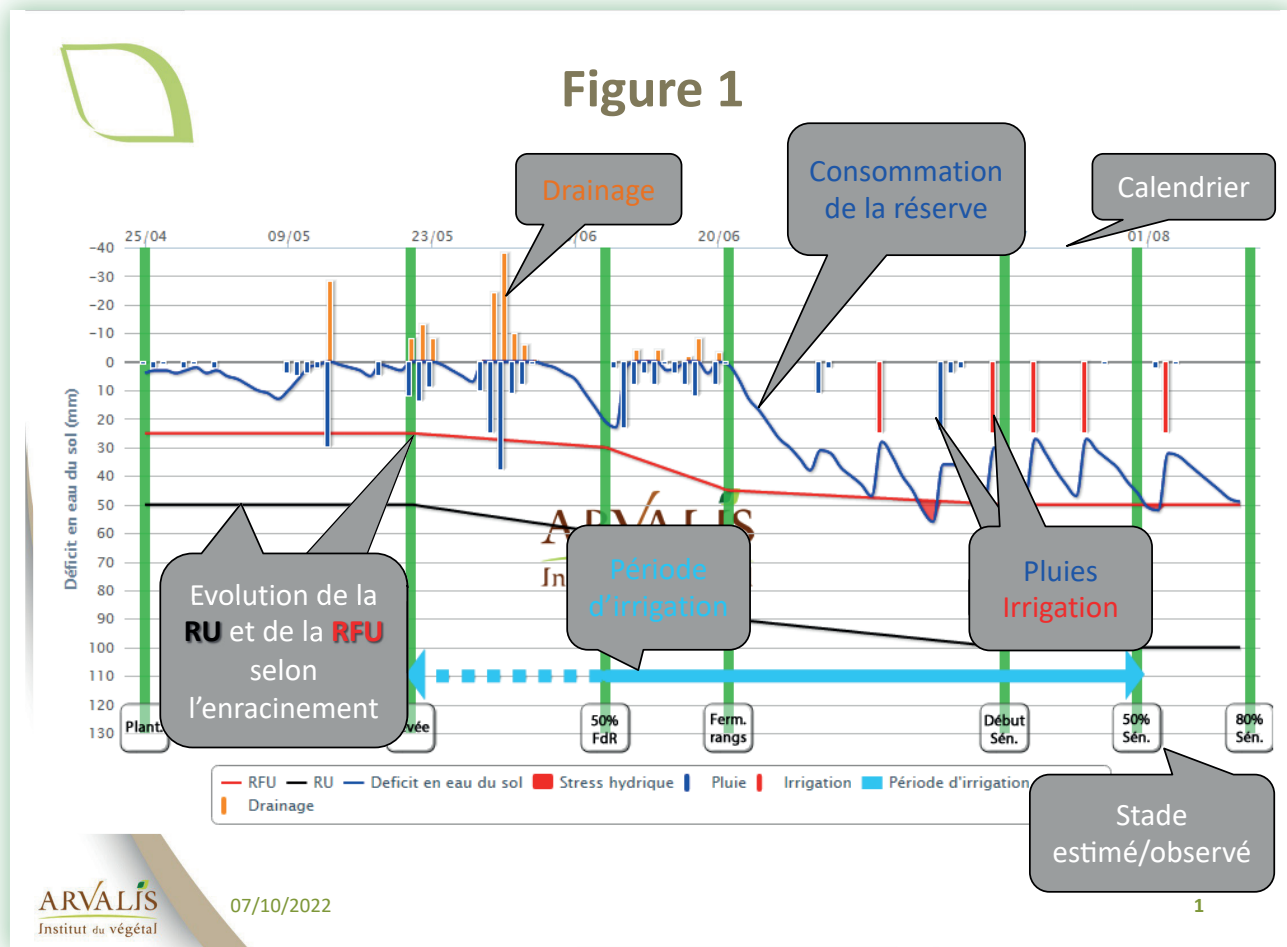


Figure 1 fonctionnement de Irre-Lis.

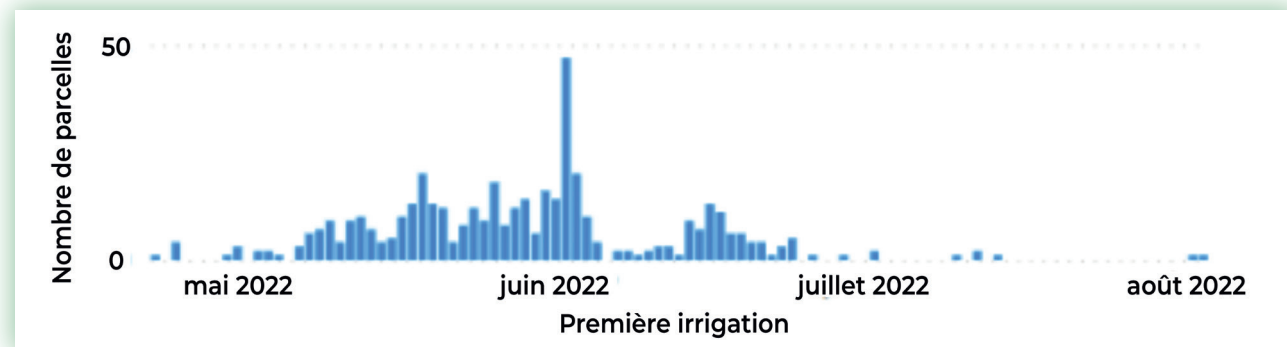


Figure 2 nombre de parcelles selon la date de première irrigation

CAHIER TECHNIQUE

# CAHIER TECHNIQUE

## POUR EN SAVOIR PLUS :

- Bulletin mensuel OIEau : <https://www.eaufrance.fr/publications/bsh>
- Vigilance météo : Météo France <https://vigilance.meteofrance.fr/fr>
- Arrêtés : <http://propluvia.developpement-durable.gouv.fr/propluvia/faces/index.jsp>

- Les seuils entraînant des mesures de restriction sont définis au niveau local par les préfets afin de faciliter la réaction en situation de crise et la concertation entre les différents usagers d'un même bassin.
- Les arrêtés sécheresse ne peuvent être prescrits que pour une durée limitée pour un périmètre déterminé. Ils doivent assurer l'exercice des usages prioritaires, plus particulièrement la santé, la sécurité civile, l'approvisionnement en eau potable et la préservation des écosystèmes aquatiques, tout en respectant l'égalité entre usagers des différents départements et la nécessaire solidarité.

## EN BREF :

- des besoins de 70 l/kg de Pomme de terre produite (pluie+irrigation)
- les agriculteurs ont effectué en moyenne 5 irrigations par parcelle sur la campagne et avec en moyenne 120mm apportés au total, contre 2 irrigations et 45 mm l'année passée



## Protection antigerminative et conduite économique de la conservation



Morgane FLESCHE - Michel MARTIN  
ARVALIS-Institut du végétal  
Pôle Stockage et valorisation des pommes de terre

**En ce qui concerne le contrôle de la germination, cette campagne de stockage risque d'être très différente de la précédente du fait d'un âge physiologique plus avancé des tubercules. En effet, 2021 s'est caractérisé par un été pluvieux et frais tandis que 2022 a battu des records de chaleur. La pression germinative en sera accentuée et nécessitera une vigilance plus forte.**

### Hydrazide maléique : utile pour réduire la pression germinative

L'application d'hydrazide maléique au champ, si elle a été réalisée, peut apporter plus de souplesse pour la date d'application du premier traitement en cours de stockage. Cependant, au vu des conditions chaudes de cet été, il sera nécessaire d'être plus attentif sur le démarrage de la germination, d'autant plus si l'application n'a pas été réalisée dans des conditions optimales. En effet, si certaines conditions d'application n'ont pas été respectées, la quantité d'hydrazide maléique ayant migré au sein des tubercules pourrait être limitée et donc conduire à une efficacité antigerminative restreinte en cours de stockage. Pour rappel, les conditions d'applications à rechercher sont :

- 80% des tubercules doivent avoir un calibre supérieur à 25 à 30 mm pour des chaires fermes et plutôt 30 à 35 mm pour des pommes de terre de gros calibre destinées à la transformation industrielle.
- Les températures ne doivent pas dépasser 25°C, en privilégiant une application matinale, et les plantes ne doivent pas être en conditions de stress ou en début de sénescence.
- Il est nécessaire de respecter un délai d'au moins deux à trois semaines avant le défanage.
- Il faut éviter toutes pluies ou irrigation dans les 24h suivants cette application.

Le non-respect d'une de ces conditions d'application n'implique pas une absence complète d'efficacité antigerminative, cependant il faudra peut-être intervenir un peu plus tôt en cours de stockage. Cela peut être le cas notamment des parcelles non

irriguées qui ont connu de longues périodes de stress hydrique au cours de cette campagne.

### Traitements en stockage : soigner les conditions d'application

Une attention particulière devra être apportée aux conditions d'application des produits en cours de stockage mais il est important de ne pas se précipiter malgré une forte pression germinative. En effet, il convient d'attendre un bon séchage et une bonne cicatrisation des tubercules avant tout traitement en cours de stockage principalement pour les substances appliquées par thermonébulisation. Une application anticipée, qui ne respecterait pas ces préconisations à cause d'une germination apparaissant rapidement dès le début du stockage, risque de créer un manque de sélectivité en provoquant des brûlures sur les tubercules. Il est préférable, même lors de présence de germes, de maintenir les bonnes pratiques de stockage, de respecter les conditions d'application des molécules antigerminative et de



Figure 1: Brûlures de tubercules à la suite de l'application de produit par thermonébulisation

# CAHIER TECHNIQUE

ne pas se précipiter. Il est bon de garder en mémoire que des substances curatives existent. Celles-ci peuvent rattraper l'état des tubercules avec une germination un peu trop avancée. De plus, les deux molécules antigerminatives curatives, à savoir l'huile de menthe et l'huile d'orange sont homologuées en agriculture biologique et en biocontrôle et peuvent donc être appliquées pour tout type de marché.

Quatre substances antigerminatives applicables en cours de conservation sont aujourd'hui disponibles sur le marché depuis l'homologation en 2020 de l'huile d'orange. Ces molécules, assez volatiles, doivent s'appliquer dans un bâtiment de stockage suffisamment étanche. **L'éthylène** s'applique en continu dans la cellule. Elle est prioritairement mieux adaptée au marché du frais, puisqu'il est nécessaire d'être plus vigilant pour les variétés destinées à une transformation industrielle. En effet, à cause du risque d'augmentation de la coloration à la friture, pour le moment l'utilisation de cette molécule n'est véritablement conseillée que pour les variétés Fontane et Markies (avec l'accompagnement d'un suivi régulier de l'évolution de la coloration). La molécule **1,4 DMN** peut s'appliquer sur tout type de marché. Il n'existe plus de restriction pour orienter écarts de tri ou sous-produits vers l'alimentation animale par contre il est toujours nécessaire d'attendre 30 jours entre le dernier traitement et le déstockage des tubercules. **L'huile de menthe**, a vu un changement de la réglementation lors de la campagne dernière. En effet, chaque application peut dorénavant être modulée avec une dose unitaire comprise entre **30 et 90ml/t** dans la limite d'un cumul de **390ml/t** sur la campagne. Pour une efficacité optimale, il est conseillé d'appliquer de préférence des doses conséquentes de 60ml/t à 90ml/t selon la pression germinative. En effet, des doses trop faibles sont souvent insuffisantes pour nécroser les germes et de revenir à une base saine. **L'huile d'orange** doit préférentiellement s'appliquer dans un programme avec des produits préventifs permettant de ralentir le développement des germes. Cela facilite une application sur des germes au stade « points blancs », stade à privilégier pour une efficacité optimale de cette substance. Ces deux molécules agissent de manière curative et sont donc à positionner au moment opportun pour

détruire les germes présents. Il n'y a pas d'intérêt à les appliquer si les tubercules ne sont pas germés.

La surveillance régulière du stockage est primordiale pour une bonne gestion du contrôle antigerminatif et garantir une intervention au bon moment. Regrouper les variétés avec des dormances similaires permet de réaliser des économies de produit puisque les tubercules auront des besoins en traitement antigerminatif similaires.

Les quatre molécules peuvent être utilisées dans un même programme antigerminatif durant la campagne de stockage. Il est toutefois primordial de respecter les conditions d'applications de chaque produit ainsi que les températures prescrites pour les thermonébulisations. En effet, chaque produit possède sa propre température d'auto-inflammabilité, un seuil au-dessus duquel apparaît un risque d'inflammation en bout de canon, susceptible de provoquer alors un incendie dans tout le bâtiment ! La surveillance du traitement doit ainsi être maintenue tout au long de la thermonébulisation.

## Conduite de la conservation : intégrer la pression énergétique

Dans le contexte de production très séchant de l'année et de rendements plus faibles qu'à l'accoutumée, les stockages vont être moins remplis. Pour les tas vrac, il convient toutefois de maintenir la hauteur tas habituelle pour conserver une bonne distribution de l'air ventilé et des produits antigerminatifs. A cet effet, il convient aussi au besoin de bien boucher les extrémités de gaines non couvertes au niveau du haut du front de tas. La capacité de ventilation pourra être adaptée à la quantité réellement stockée, de quoi réduire et économiser un peu d'électricité dont les prix grimpent. Mais d'autres pistes sont aussi à considérer pour maintenir une bonne qualité de la conservation tout en freinant les dépenses énergétiques.

Ainsi, les relevés effectués dans les bâtiments de stockage montrent que près de 40% de la consommation d'électricité de la campagne se déroule lors des 4 à 6 premières semaines de stockage. Lorsque la récolte s'effectue en conditions chaudes il est ainsi important de réaliser les arrachages aux

## CAHIER TECHNIQUE

heures les plus fraîches de la journée, tôt le matin en proscrivant les heures chaudes de l'après-midi et de la soirée. Un gain de quelques degrés sur la température moyenne des tubercules récoltés peut se traduire par une économie significative de consommation électrique de 5 à 15% liées à la réduction des besoins de refroidissement du tas.

Lorsqu'il est disponible l'air froid extérieur est généralement trois fois moins onéreux à utiliser par rapport au recours au froid artificiel d'un groupe frigorifique. Autant chercher à en profiter au maximum à chaque fois que possible pour les installations mixtes. Il convient toutefois de rester vigilant à n'introduire, après séchage des tas, que l'air à hygrométrie élevée pour limiter les pertes de poids sur les tubercules. En l'absence de sonde d'hygrométrie, il suffit de privilégier le créneau 22h00 – 8h00 pour y parvenir. Ce créneau horaire largement positionné en heures creuses est également plus économique. Pour optimiser encore le coût de fonctionnement des ventilateurs, un investissement vers une modulation de fréquence sur les ventilateurs peut également s'avérer utile pour diminuer leur consommation électrique une fois passer la période de séchage des tubercules.

La mise en œuvre de petits extracteurs de CO<sub>2</sub> adaptés peut également se révéler intéressante pour limiter la concentration croissante de ce gaz nuisible à la coloration des produits frits en évitant la mise en œuvre trop fréquente de toute l'installation de ventilation en cantonnant son fonctionnement au seul refroidissement et homogénéisation de la température du tas.

Pour limiter le recours au refroidissement des tubercules, consommateur d'énergie, il est préférable de rechercher la température de consigne la plus élevée possible en fonction du débouché attendu pour les tubercules. Par ailleurs, afin de rendre la plus efficiente possible chaque heure ventilée, on adoptera à chaque fois que possible le plus grand différentiel de température acceptable entre la température du tas et la température de l'air extérieur utilisé (par exemple plutôt 2°C que 1°C ou 1,5°C). Ce réglage devra toutefois être adapté en fonction des heures disponibles ou pas pour ventiler

mais aussi en fonction de l'acceptation ou pas du tas à être ventilé avec des températures basses.

Bien entendu, il convient de maintenir au mieux au sein du bâtiment de stockage les frigorifiques qui y ont été accumulées par la mise en œuvre des ventilateurs ou du groupe froid. Aussi, améliorer ou compléter son isolation permet de préserver les tubercules de leur réchauffement par le milieu extérieur et donc indirectement de réduire le coût de fonctionnement des ventilateurs. Passer d'une épaisseur d'isolation de 8 cm de polyuréthane à une épaisseur de 12 cm permet ainsi de réduire du tiers les transferts de chaleur entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment.

L'utilisation d'un groupe froid pour refroidir un bâtiment de stockage correspond à mettre en œuvre une pompe à chaleur piégeant celle du tas pour la rejeter au niveau du condenseur. Comme l'ont déjà fait un certain nombre de producteurs, il est possible de chercher à valoriser celle-ci soit en la rejetant dans un espace à proximité où elle est utile (exemple : réchauffement d'une salle conditionnement...) soit en la récupérant au niveau d'un échangeur thermique pour contribuer à réchauffer un espace plus lointain comme des bureaux ou des logements. Pour profiter du meilleur Coefficient de performance (COP) possible du groupe froid et donc de la meilleure valorisation énergétique, évaporateur et condenseur doivent être bien entretenus : nettoyage régulier, charge en fluide correcte, bon réglage des points de consigne...

### A NOTER

**que les bâtiments de stockage développent une surface de toiture non négligeable qui peut être utilisée pour la pose de panneaux photovoltaïques. Une première approche réalisée par ARVALIS il y a déjà quelques années montrait que le déploiement de panneaux sur le pan de toiture le mieux exposé au soleil pouvait contribuer à fournir près de 50% de l'énergie consommée par l'installation de stockage.**