# L'optimisation du stockage en fruits, légumes et pommes de terre

Journée Débouchés — 16 février 2023

Audrey Warny, Loes Mertens et Mélanie Mailleux



### Au menu de l'atelier (10h30-12h):



- Introduction
- Rappel de bonnes pratiques
- Exemples de solutions techniques
  - Klim'Top Controls
  - Extracteur d'éthylène (Bodem&Groen)
- Efficience énergétique
  - Quelles aides financières ?
  - Optimisation liée au stockage (Broptimize)
- Discussion/questions/partage d'expérience





#### Réseautons!

A cet atelier sont présents:

- **▼**13 producteurs
- ◀ 4 transformateurs
- ▼ 5 grossistes/magasins
- ▼ 11 structures d'encadrement/étudiants

→ Voir listing des participants







# Le métabolisme des fruits et légumes

- Respiration et température
- Transpiration et humidité
- Ventilation
- Sensibilité à l'éthylène

	Légumes et fruits dit « climactériques » produisent de l'éthylène, gaz responsable de leur murissement	Légumes et fruits sensibles à l'éthylène	Légumes et fruits peu sensibles à l'éthylène			
) d	Pomme, poire, prune, melon, aubergine, tomate, banane mûre, mangue, fruit de la passion, avocat, pêche, papaye, abricot	Choux, épinard, laitue, poireaux, haricot, chicon, kiwi, carotte, panais, concombre	Betteraves, radis et courges			



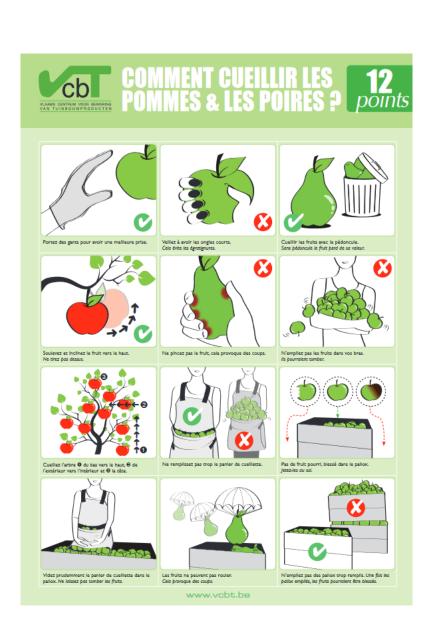


Importance de la récolte

- Cueillir à juste maturité (voire un peu avant)
- Limiter les manipulations
- Soin lors de la cueillette et du transport

www.vcbt.be







Importance de la récolte

Cultivar	Dates de récolte pour une longue conservation (2022 – 2023)
Conférence	17-29/08
Doyenné	20-26/08
Belgica	25-29/08
Elstar	20-24/08
Jonagold + mutants	11-25/09
•••	





#### Conditions de conservation

Cultivar	Temps d'attente avant mise en cellule de stockage (jours)	Température du fruit (°C)	O <sub>2</sub> (%)	CO <sub>2</sub> (%)
Conférence	21	-0,5	21	<0,7
Doyenné, Durondeau	21	-0,5	2,0 à 2,5	<0,7
Belgica, Jonagold, Pinova,	1	1,0	1,0	2,5 à 3,0
Elstar	1	1,0	2,0 à 2,5	<1,0
Boskoop, Cox	7 à 10	3,0 à 3,5	2,0 à 2,5	< 0,7





Comment éviter les maladies de conservation?

- A la récolte:
  - O Tri des fruits blessés avant entrée en chambre froide
  - Elimination des fruits momifiés et le bois malade (chancres)
  - Nettoyage des palox et locaux de stockage avant l'entrée en conservation
- Traitement post-récolte
  - Nexy (Candida oleophila souche O) (10931 P/B)
    - > Contre pourriture bleue et grise
  - Thermothérapie
    - > Permet de supprimer spores des parasites en surface des fruits
    - > Expl: www.burgmachinefabriek.nl







Exemples de solutions pour améliorer la conservation?

- DCA (atmosphère contrôlée dynamique)
  - > Diminution O<sub>2</sub> jusqu'à indication d'un faible stress oxygéné
  - $\triangleright$  Légère augmentation  $O_2$  jusqu'à disparition du stress en oxygène
  - $\triangleright$  Fruits stockés au niveau  $O_2$  le plus bas possible
  - Permet de préserver au maximum qualité, sans affecter le goût ou la conservation.
  - > Expl: www.optiflux.world
- Extracteur d'éthylène
  - > Absorption de l'éthylène responsable de la maturation
  - > Plusieurs systèmes et fournisseurs





## Légumes — avant la récolte

- Conditions de culture
  - > Fumure équilibrée
  - Choix de variétés qui conservent bien et qui sont adaptées au bio
- Conservation au champ

Très sensibles au gel	Sensibles au gel	Peu sensibles au gel
Asperge, haricot, fraise, laitue, courgette, courge, concombre, tomate, poivron, aubergine	Chou fleur, oignon, radis, épinard, carotte, navets, céleri rave	Betterave, chou vert, chou de Bruxelles, poireau, topinambour, panais, mâche





## Légumes — pendant la récolte

- Lorsque le légume est arrivé à maturité
- Exception : les courges Récolte au stade optimal : coloration de maturité et pédoncule qui commence à se subériser
- Éviter les périodes de gel et les périodes de grande chaleur
- Éviter les chocs et blessures
- Procéder à un pré-triage
- Techniques de cicatrisation :

Environnement aéré et chaud	Refroidir en aspergeant ou en baignant dans l'eau froide
Oignons, courges, pommes de terre et patates douces,	Laitues, pois, maïs doux, brocolis,





# Légumes — les conditions de conservation

Légumes	T (°C)	HR (%)	Durée potentielle de conservation
Poireau	1 à 4	90-100	1 à 3 mois
Chou	1 à 4	90-100	2 à 6 mois
Carotte	1 à 4	90-100	3 à 8 mois
Oignon, ail	4 à 6	70	6 à 7 mois
Haricot vert Tomate et aubergine Poivron	8 à 12	85-95	1 semaine 1 à 2 semaines 1 à 2 semaines
Courge	12	70-75	4 à 6 mois

Il s'agit de paramètres optimaux et pas de valeurs critiques (ex : courge, min 4°C). Source : grabe.fr





# Légumes — les méthodes de stockage et de conservation

Tas extérieur avec gaine d'aération	Caveau à légumes
<ul> <li>Bâche trouée posée sur le silo (aération)</li> <li>Paille sur 20 cm (isolant)</li> <li>Bâche ensilage (protège pluie)</li> <li>Convient pour les betteraves, carottes, panais et pdt</li> </ul>	<ul> <li>Emplacement bien drainé et peu ensoleillé (côté nord)</li> <li>Fondation : béton ; murs : pierres et briques (humidité)</li> <li>Terre = isolant naturel. T° ambiante : 1 à 10°C</li> <li>Prévoir une entrée et sortie d'air</li> </ul>
Sous bâtiment en palox ou silo	Chambre froide
<ul> <li>Locaux frais, isolés, ventilés non</li> </ul>	<ul> <li>Caractéristiques techniques de</li> </ul>







betteraves, courges et pdt

### Les pommes de terre

Avant stockage : culture, arrachage, déterrage

- Culture : éviter contamination par du mildiou ou des pourritures humides
- Arrachage : culture bien défanée, dégagée (mauvaises herbes), arraché au bon moment (maturité, climat) et en évitant coups et endommagements
- Déterrage : éviter le trop de terre (fine pellicule)







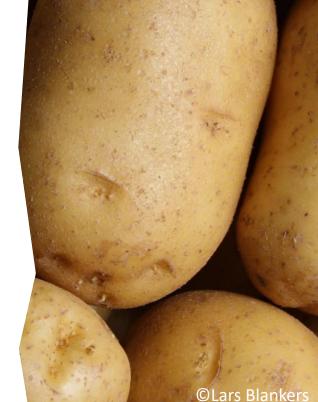
#### Les pommes de terre

#### Début de stockage :

Dès le début, pour favoriser une cicatrisation rapide :

- > Sécher sans refroidir (1-3 semaines, à une T entre 13 et 15°C)
- Veiller à une homogénéisation de laT au sein du tas (ventilation interne)
- > Appliquer antigerminatif après que les tubercules soient secs & lésions cicatrisées (HE) et/ou refroidis (<10°C, éthylène)
  - → Connaitre les paramètres :T et hygrométrie interne et externe!
  - → Plusieurs sondes dans le tas (différence max 1,5°C)
- > Quand le tas est sec : baisse de T lente (max 2°C/semaine)
- Continuer à suivre les paramètres ...







#### Les pommes de terre

Stockage LT : suivre les paramètres (capteurs, humidité, odeurs, germination)

- > HR: 90-92% (<94%)
- $\triangleright$  CO<sub>2</sub>: < 5.000 ppm (ex: apport d'air frais régulier: 2-3 fois, 5 min/jr)
- > T le plus stable que possible
- > T consigné dépend de la variété/sa destination/durée de stockage prévue :

T de consigne/spéculation:

➤ Industrie : 7-9°C (limiter les sucres réducteurs, coloration produits frits)

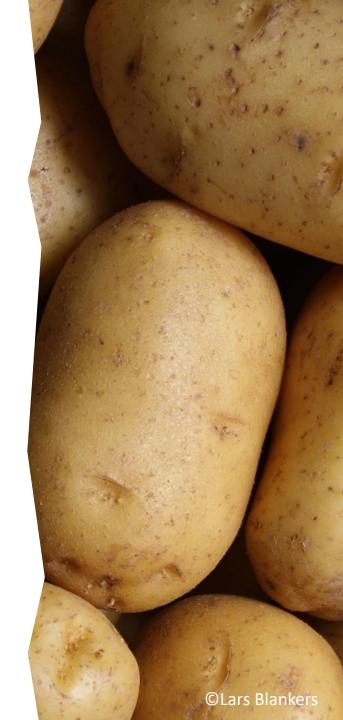
➤ Frais : 5-6°C

➤ Plant : 2-4°C

Produits antigerminatifs permettent de stocker à T plus élevée :



BioMX (HE de menthe) avec thermonébulisateur ou l'éthylène (Restrain ou Biofresh).



### Différentes systèmes de stockage et ventilation

- En silo (sous bâche, canal de ventilation, pdt : < fin février)
- Vrac
  - > Gaines de ventilation (sur dalle de béton)
  - > Caillebotis (fixes ou flexifloor)
- Palox (facilite manipulation petits lots)



Photos : DR, Fiwap — Spinnekop — Vanhessche — L'est Républicain



# Différents systèmes existants

- Ventilation d'entrepôt
- Ventilation par aspiration
  - ➤ Bâches
  - > Boudins
- Ventilation par soufflerie
  - > Boudins
  - > Ventilation << boîte aux lettres >>
- Séchage par condensation
- Humidification/brumification (légumes)



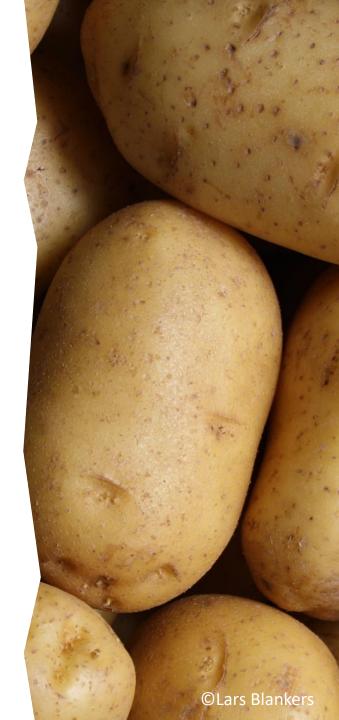
#### Quelques fournisseurs présent sur le marché bio wallon

- Klimtop (Fr): groupes froids (développés dans l'entreprise), ventilation entrepôt, outil de gestion d'énergie, ...
- Tolsma (NI) : stockage en vrac, réfrigération, track and trace, ordinateur de stockage intelligent et gestion d'énergie, ...
- Omnivent (NI) : stockage en palox, systèmes de ventilation et palox (développé dans l'entreprise), outil de gestion d'énergie, grandes surfaces ...
- Des « confrères » sur le marché avec une gamme large (vrac, palox, ventilation, réfrigération, séchage par condensation, etc.) ainsi que des spécialités chacun

#### Autres:

- Vandoorne Installatiebedrijf
- o Climanova
- DKR refrigerations
- Decam Koeltechniek : séchage par condensation (entre autres)
- 0 ...





#### Qu'est-ce qu'on peut faire dans tous les cas ?

- Isoler! (éviter ponts thermiques)
- Adapter la surface au volume à stocker
- Entretien du matériel (sondes)
- Choisir le bon équipement
- Observer
- S'informer

							100	100			100		100					100 Mg	of the last of the last
T° des pdt							Τe	mpé	ratui	re de	l'aiı	r en '	°C						
°C	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
3	93	87	81	76	71	66	62	58	54	50	47	44	42	39	36	34	32	30	28
4	+	93	87	81	76	71	66	62	58	54	50	47	44	42	39	36	34	32	30
5	+	+	93	87	81	76	71	66	62	58	54	50	47	44	42	39	36	34	32
6	+	+	+	93	87	81	76	71	66	62	58	54	51	47	45	42	40	37	35
7	+	+	+	+	93	87	81	76	71	66	62	58	54	51	47	45	42	40	37
8	+	+	+	+	+	93	87	81	76	72	67	62	59	54	51	48	45	42	40
9	+	+	+	+	+	+	93	87	82	76	72	67	63	59	55	51	48	46	43
10	+	+	+	+	+	+	+	93	87	82	76	72	67	63	59	55	52	49	46
11	+	+	+	+	+	+	+	+	93	87	82	77	72	67	63	59	55	52	49
12	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	87	82	77	72	68	63	59	56	53
13	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	87	82	77	72	68	64	60	56
14	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	87	82	77	72	68	64	60
15	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	88	82	77	72	68	64
16	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	88	83	77	72	68
17	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	88	83	77	73
18	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	88	83	78
19	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	88	83
20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	94	88
									11000	Married Street	and the latest two	STATE OF THE PERSON NAMED IN	THE PERSON NAMED IN						

Outils utiles: Diagramme de Mollier (HR à différentes T), Tableau d'humidité relative (HR) maximale de l'air extérieur admise pour le séchage des pommes de terre (Fiwap), point de rosée, ...

#### « En matière d'humidité, tout est d'une relativité absolue » — Trotec

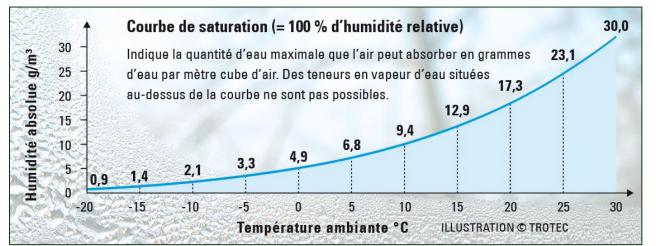


Tableau 1	: Diagramme de Mollier - Quantité de vapeur d'eau en gr par kg d'air sec à différentes
	town factors (T0) at homidité solution (HD) de Pais

° de l'air		Humidité relative de l'air en %								
°C	30	40	50	60	70	80	90	100		
2	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0		
2 3 4 5 6 7 8	1.8	2,4	2,8	3,3	4,0	4,5	5,0	5,5		
4	1,9	2,6	3,1	3,6	4,4	5,0	5,4	6,2		
5	2,0	2,8	3,5	4,0	4,9	5,5	6,1	7,0		
6	2,2	3,0	3,6	4,4	5,1	6,0	6,5	7,5		
7	2,4	3,2	3,8	4,7	5,4	6,2	7,0	8,0		
8	2,6	3,4	4,2	5,0	6,0	6,7	7,5	8,3		
	2,8	3,7	4,6	5,4	6,4	7,1	7,9	9,0		
10	3,0	3,9	4,8	5,8	6,8	7,7	8,6	9,5		
11	3,1	4,1	5,0	6,1	7,1	8,0	9,0	10,0		
12	3,2	4,2	5,3	6,3	7,4	8,5	9,6	10,8		
13	3,4	4,4	5,7	6,9	8,0	9,1	10,2	11,3		
14	3,6	4,6	6,0	7,4	8,4	9,5	11,0	12,1		
15	4,0	5,0	6,3	7,9	9,0	10,1	11,5	13,0		
16	4,2	5,2	6,8	8,1	9,5	11,0	12,2	13,8		
17	4,4	5,8	7,3	8,8	10,0	11,5	13,0	14,6		
18	4,6	6,1	7,8	9,1	10,8	12,5	13,9	15,2		
19	4,8	6,5	8,0	9,5	11,2	13,0	14,5	16,1		
20	5,0	7,0	8,5	10,3	12,0	13,8	15,5	17,1		
21	5,4	7,4	9,1	11,0	12,8	14,6	16,5	18,2		
22	5,8	7,8	9,7	11,7	13,4	15,4	17,5	19,3		
23	6,2	8,2	10,2	12,2	14,1	16,4	18,5	20,6		
24	6,6	8,8	10,9	13,0	15,0	17,3	19,6	21,8		
25	7.0	9,0	11,5	14,0	16,1	18,2	21,0	23,0		

Source : «Guide de la Pomme de terre, par Tolsma », TOLSMA TECHNIEK B.V., Emmelooro







# Aides directes dans le cadre de la crise de l'énergie

- Mesure régionale
- 3 catégories
- Introduction des demandes du 06/02 au 05/03/23
- https://aide-energie-entreprises.wallonie.be/

Destinataires	Public exclus	Conditions d'éligibilité
<ul> <li>Indépendants PP</li> </ul>	<ul> <li>Entreprises en difficulté</li> </ul>	• Min.7.500€ de dépenses
wallons	financière, en réorganisation	énergétiques en 2021
• TPE, PE, PME wallonnes	judiciaire, en faillite, dissolution ou	• Pas de chômage temporaire
<ul> <li>GE wallonnes</li> </ul>	liquidation	pour plus de 35% du temps
• ASBL	<ul> <li>Entreprises de droit public</li> </ul>	Pas de versement de
	<ul> <li>Celles créées après le 30/09/22</li> </ul>	dividendes en 2023
	<ul> <li>Celles dont l'activité principale</li> </ul>	Aide ne doit pas servir à se
	est la production d'électricité	verser un dividende
1		



### Aides directes : catégorie 1

 Public cible : les entreprises impactées par la hausse brutales des prix énergétiques

#### Conditions:

- > perte d'exploitation ou une diminution du résultat d'exploitation au 4ème trimestre 2022 par rapport au 4ème trimestre 2021
- et s'engager sur l'honneur à commander un audit énergétique dans les 3 ans de l'octroi de l'aide, à moins qu'elle ne dispose d'un audit énergétique réalisé postérieurement au 01 janvier 2019.
- avoir une facture de gaz et d'électricité au 4ième trimestre 2022 qui a doublé par rapport à celle du 4ième trimestre 2021

		Entreprise qui n'est pas une grande consommatrice d'énergie	Entreprise qui exerce une activité dans le domaine de la production agricole primaire	Entreprise du secteur de la pêche et de l'aquaculture
T	Couverture des coûts admissibles	25%	25%	25%
	Montant maximal de l'aide par entreprise	500.000€	250.000€	300.000€



# Incitant aux audits : les chèques-entreprises « énergie »

- Subventionnement d'audit énergétique ou d'une étude de préfaisabilité
- Taux d'intervention 75% plafonné à :
  - > 18.000€ pour un audit global (libéré sur 3 ans)
  - > 3.000€ pour un audit simplifié (libéré sur 3 ans)
  - > 15.000€ pour un audit partiel (libéré sur 3 ans)
  - > 15.000€ pour une étude de préfaisabilité (libéré sur 3 ans)
- Public cible : entreprises en personne morale (TPE et PME)
- Condition : faire appel à un prestataire agréé par la Wallonie
  - > Broptimize Energy en fait partie!





# Dispositif Easy'Green de Wallonie Entreprendre

- Objectif : encourager et épauler financièrement les investissements énergétiques et écoresponsables au sein des entreprises.
- Public cible: entreprises wallonnes qui veulent investir pour minimiser leurs besoins énergétiques (travaux d'isolation (de pièces froides par exemple), châssis, chauffage, éclairage LED, machines plus performantes énergétiquement, pose de panneaux photovoltaïques ou solaires,...)
- Concrètement, il s'agit d'un prêt (souvent prêt subordonné) ou d'un investissement en capital.
- Condition : l'équipement doit réduire l'émission de CO2

https://wallonie-entreprendre.be/









