



**HAL**  
open science

## Présentation du projet FreshQualiTom et caractérisation des circuits logistiques de la tomate

Evelyne Derens-Bertheau, Sophie Annibal, Valérie Mérendet

### ► To cite this version:

Evelyne Derens-Bertheau, Sophie Annibal, Valérie Mérendet. Présentation du projet FreshQualiTom et caractérisation des circuits logistiques de la tomate. Infos CTIFL, 2022, N°387. hal-04273145

**HAL Id: hal-04273145**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04273145v1>**

Submitted on 7 Nov 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**Titre** : Présentation du projet FreshQualiTom et caractérisation des circuits logistiques de la tomate

**Sous-titre** : Projet FreshQualiTom, impact du froid sur les qualités de la tomate

**Auteurs** : Sophie Annibal, Valérie Mérendet – CTIFL ; Évelyne Derens-Bertheau – INRAE

**Mots clés** : Tomate – Chaîne du froid - Circuits logistiques –Température – Circuit commercial – Qualité gustative – Qualité nutritionnelle



*Colis de tomate suivi lors d'un circuit logistique*

**Résumé :**

Le projet FreshQualiTom vise à limiter les pertes de qualité commerciale qui mènent au gaspillage des tomates et à améliorer leurs qualités gustative et nutritionnelle pour la satisfaction du consommateur. La première phase du projet, l'étude de terrain, a permis de définir des circuits logistiques types qui seront utilisés dans la suite du projet. Cette étude a mis en évidence la variabilité des températures au cours du circuit logistique. Cette variabilité est liée à l'emplacement du produit dans la palette et de la palette dans le véhicule de transport mais aussi au circuit logistique emprunté.

**Accroche :**

Bien que la tomate soit le légume préféré des Français, elle est pourtant pour les consommateurs une source de satisfaction gustative mitigée. Les pratiques de refroidissement et de conservation, parfois inadaptées, pourraient être à l'origine d'une baisse de qualité des tomates commercialisées. Le projet FreshQualiTom étudie l'impact du froid sur la tomate et les solutions pour en atténuer les effets.

## Encadré : FreshQualiTom, un projet sur l'impact du froid

Le projet FreshQualiTom, financé par le CasDAR 2020-2023 (Compte d'Affectation Spécial Développement Agricole et Rural) du ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté Alimentaire a pour objectif d'évaluer l'impact des pratiques de refroidissement et de stockage en circuit logistique sur les qualités visuelle, organoleptique et nutritionnelle des tomates commercialisées en point de vente. Cette étude permettra une meilleure compréhension des phénomènes en cause en évaluant conjointement plusieurs segments de tomates (ronde, côtelée, allongée, cerise), différents stades de récolte et les particularités du circuit logistique français.

Pour mener à bien ce projet, le CTIFL s'est associé à l'unité de Recherche FRISE (Génie des Procédés FRIGorifiques pour la Sécurité alimentaire et l'Environnement) d'INRAE et au groupe Filpack – L'Univers de l'Emballage, leader de la distribution de produits et systèmes d'emballages sur le marché des fruits et légumes, pour mutualiser les compétences et les connaissances sur le sujet.

### Une étude pour quantifier la réalité des pertes de qualité

La tomate, le légume préféré des Français [1], est une source de satisfaction gustative mitigée pour les consommateurs [2]. Sa température de conservation optimale de la tomate se situe aux alentours de 12°C [3]. En deçà de 10°C, des symptômes de chilling injury - défaut de coloration, fermeté, texture et arômes- peuvent apparaître et sont fonction de la durée d'exposition à cette température, de la variété, du stade de récolte, etc. [4]. Or, durant le circuit logistique, la tomate est régulièrement soumise à des températures inférieures à 10°C. L'impact de ces températures fraîches, subies au cours du circuit logistique, sur la qualité des tomates est étudié dans ce projet à travers cinq actions complémentaires (Figure 1) : l'identification des pratiques de stockage auxquelles les tomates sont soumises à travers une étude de terrain comprenant des entretiens avec des opérateurs et des enregistrements de paramètres d'ambiance et de produits (Action 1) ; des études expérimentales en laboratoire en conditions maîtrisées pour mieux comprendre les échanges thermiques au sein de la palette en fonction des emballages et des conditions ambiantes (Action 2) et identifier les impacts de ces conditions sur les qualités physico-chimiques, organoleptiques et nutritionnelles des tomates (Action 3) ; des propositions de solutions techniques ou de pratiques particulières pour limiter les dégradations observées (Action 4) ; la valorisation des résultats auprès des professionnels de la filière (Action 5).



Figure 1 : Schéma d'organisation du projet FreshQualiTom

### Objectif de l'étude de terrain

L'objectif de l'étude de terrain, la première action du projet, est d'acquérir des références de circuits logistiques complets pour les tomates et de mieux cerner les maillons et les conditions dans lesquelles les produits sont acheminés de leur lieu de production jusqu'au point de vente.

L'étude de terrain comprend des entretiens avec des professionnels de la filière et des suivis de circuits logistiques. Les entretiens sont menés auprès d'opérateurs issus de tous les stades de la filière (producteur, station d'expédition, stade de gros, point de vente) pour connaître le détail des pratiques du circuit logistique (durée moyenne de stockage, conditions de température, hygrométrie...). Les suivis de température au cours des circuits logistiques permettent de compléter et d'enrichir les réponses déclaratives des professionnels.

L'analyse des résultats de cette étude de terrain définit les conditions de température et de durée des maillons de circuits logistiques « types ». Ces résultats serviront de base de travail aux actions 2 et 3.

### **Méthodologie de mesure de la température**

Dans ce projet, quatre circuits logistiques distincts de la filière tomate ont été suivis. Cet article se focalise sur les deux circuits pour lesquels les données recueillies sont les plus nombreuses : un circuit amont entre une station d'expédition et un grossiste et un circuit aval entre une plateforme de distribution et des points de vente.

Le circuit aval part d'une plateforme de distribution d'Île-de-France ; cinq palettes sont instrumentées et ont pour destination trois points de vente franciliens. Elles sont transportées dans deux véhicules frigorifiques. Celles qui sont transportées dans le même véhicule sont placées à des emplacements distincts.

Pour mesurer l'évolution des températures, des enregistreurs étalonnés (Thermobouton 22L, +/-0,5°C) sont soit placés au cœur de la tomate pour mesurer la température du produit soit plaqués sur la tomate, capteur vers l'extérieur, pour mesurer la température d'air à proximité de la tomate (photo 1). Un enregistreur de température et d'hygrométrie (Testo 174H) est placé en haut de la palette pour mesurer la température de l'air ambiant et son hygrométrie. Un géolocalisateur est introduit dans une des palettes.

Chacune des cinq palettes contient quatre tomates instrumentées : une au niveau supérieur (tomate excentrée dans le coin extérieur du colis), deux au niveau médian dans un même colis (une centrale et une excentrée, photo 2) et une au niveau inférieur (excentrée dans le coin extérieur du colis); les trois colis sont sur la même pile de la palette (photo 3).



Photo 1 : a) mesure à cœur de la tomate b) mesure de la température de l'air à proximité



Photo 2 : Instrumentation du colis médian



Photo 3 : Positionnement des colis instrumentés sur la même pile de la palette (colis avec étiquette jaune)

Le circuit amont part d'une station d'expédition du sud-est vers un grossiste du MIN de Rungis. Deux palettes sont instrumentées et placées dans le camion, l'une près du groupe froid, l'autre au milieu. Des enregistreurs de température d'air et d'hygrométrie (HOBO UX100-011) sont placés au milieu d'un colis de tomate et à trois niveaux de la palette, inférieur, médian et supérieur. Un géolocalisateur est introduit dans une des palettes.

### Une bonne estimation de la température des produits par la température de l'air

La figure 2 compare la température à cœur des tomates et la température de l'air à proximité dans deux colis. Cette figure montre que, dans un colis conditionné en palette, la température de l'air à proximité du produit est très proche de celle du produit lui-même (0,5°C d'écart) : c'est le cas pour les 20 tomates instrumentées. La seule exception relevée concerne les colis du niveau supérieur qui sont immédiatement au contact de l'air ambiant, pour lesquels la température de l'air réagit plus rapidement que celle du produit, d'autant plus dans le cas d'une ventilation forcée comme en transport frigorifique (écart de 2,5°C). Ces observations permettent de dire que la température de l'air mesurée dans les colis, à proximité des produits, donne une bonne approximation de la température à cœur. Ainsi, mesurer uniquement la température de l'air dans les colis facilite la mise en œuvre des suivis « terrain » et évite la destruction des tomates.

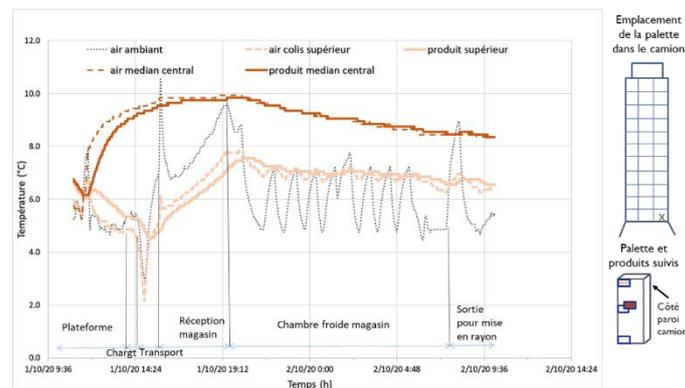


Figure 2 : Comparaison dans deux colis de la température à cœur des tomates et de la température de l'air à proximité

### Une hétérogénéité de température dans une même palette

Sur les suivis logistiques réalisés, quel que soit le circuit emprunté, les hygrométries sont très variables et assez instables. Elles se situent cependant, dans l'immense majorité des cas, entre 60 et 90 % d'humidité relative, avec une moyenne proche de 80 %.

La figure 3 présente l'évolution de la température de l'air ambiant et celle de quatre tomates situées à différents niveaux de la palette : supérieur, médian (une tomate excentrée, une tomate centrale) et inférieur. Sur ce circuit, après l'instrumentation, la palette est stockée jusqu'à minuit dans une zone d'attente avant d'être transportée vers le point de vente pour une mise en rayon le matin même.

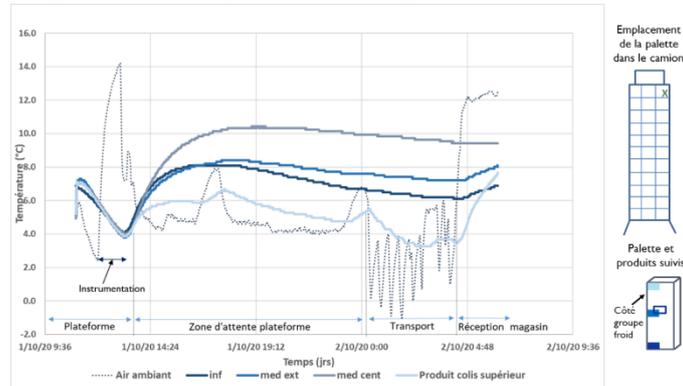


Figure 3 : Hétérogénéité de température dans une palette des tomates, d'une plateforme de distribution jusqu'au point de vente

La circulation d'air influence directement le niveau supérieur d'une palette : le colis du niveau supérieur (courbe bleu clair) réagit rapidement aux variations thermiques, alors que les colis des niveaux médian et inférieur, plus protégés, conservent une certaine inertie. Le niveau supérieur présente les températures les plus basses (ce qui est vrai dans la plupart des situations), suivi par le niveau inférieur (courbe bleu foncé) qui est refroidi par la reprise d'air passant sous la palette.

Sur le niveau médian, les tomates placées au centre de la palette, plus chaudes, et celles disposées à l'extérieur présentent un écart thermique de 2°C. Cette différence s'explique par une inertie thermique plus importante au centre de la palette, mais aussi par la chaleur de respiration des tomates qui s'évacue plus lentement dans cette zone.

La température des produits dans une palette est hétérogène, entre 3 et 6°C selon leur positionnement.

### Une hétérogénéité de température selon le positionnement dans le camion

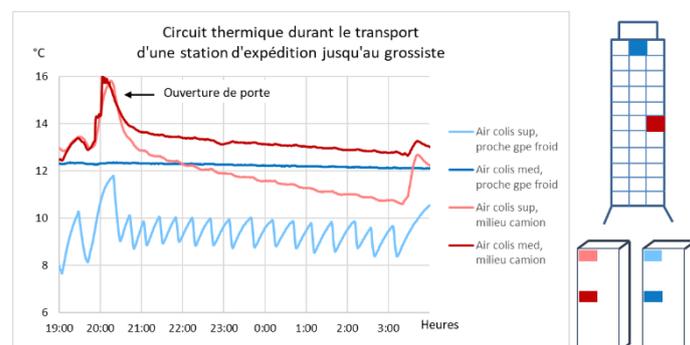


Figure 4 : Impact du positionnement des produits dans la palette et le camion

La figure 4 présente le circuit amont entre une station d'expédition du sud-est et un grossiste. Elle confirme la réactivité thermique des colis des niveaux supérieurs (courbes claires) face à l'inertie des colis des niveaux médians (courbes foncées). De plus, un comportement différent est observé selon le positionnement de la palette dans le camion. La palette proche du groupe froid (courbes bleues) est

influencée par l'air froid produit à proximité, tandis que la palette située au milieu de la caisse du camion (courbes rouges) l'est beaucoup moins. En revanche, cette palette est beaucoup plus sensible à l'ouverture de la porte dans le premier tiers du transport, illustrée par un pic de température. Cette influence du positionnement dans le camion a déjà été observée dans de précédents suivis [5].

### Une variabilité selon le point de vente de destination

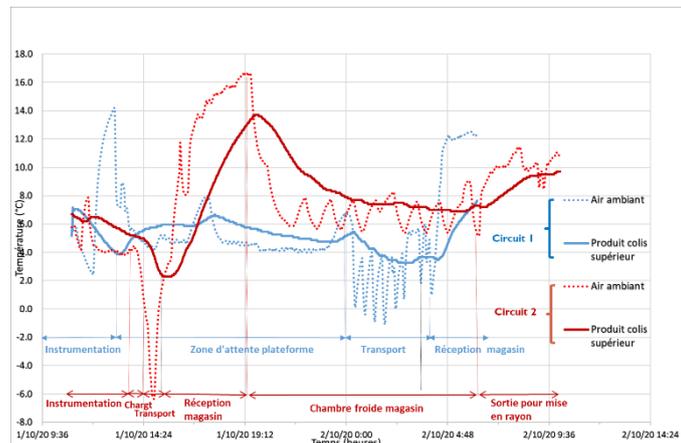


Figure 5 : Évolution de la température, de la plateforme au point de vente, de palettes de tomates ayant suivis deux circuits différents (placées toutes les deux sous le groupe frigorifique pendant le transport)

La figure 5 présente, pour le circuit aval, l'évolution de la température de deux palettes préparées en même temps sur la plateforme de distribution mais envoyées à deux points de vente différents, pour une mise en rayon la même journée. Chaque palette est placée sous le groupe frigorifique du camion qui la transporte. Les deux palettes ont suivi des circuits différents : la palette du circuit 1 (en bleu) reste en attente sur la plateforme avant d'être transportée dans la nuit vers le point de vente pour une mise en rayon le matin même ; la palette du circuit 2 (en rouge) est très rapidement envoyée au point de vente qui la stocke en chambre froide avant la mise en rayon le lendemain matin.

La figure 5 illustre la diversité des circuits et la variabilité des températures subies par les palettes et donc, par conséquent, par les tomates. Dans le cas du circuit 1 (courbes bleues), la température à cœur des tomates situées au niveau supérieur reste assez stable (écart de 4°C) durant tout le circuit (y compris le transport), malgré quelques variations thermiques de courtes durées de l'air ambiant. Dans le cas du circuit 2 (courbes rouges), la température à cœur des tomates situées au niveau supérieur est bien plus variable (12°C d'écart à cœur). Cette variabilité est due aux températures de l'air très froides dans le camion qui transporte en même temps des produits ultra-frais et à une réception en point de vente non réfrigérée (22°C d'écart de l'air ambiant subi par la palette). Les températures négatives de l'air du camion peuvent de plus engendrer des risques de gel des tomates.

### Méthodologie des entretiens

Le choix des opérateurs pour les entretiens téléphoniques a été effectué dans la mesure du possible en fonction des circuits de commercialisation les plus représentatifs de la consommation française, à savoir environ 70 % grandes et moyennes surfaces et 30 % commerces de détail indépendants [1].

Afin d'être adaptés à la réalité de chacun des maillons de la filière, sept questionnaires ont été réalisés : producteur, station d'expédition, transporteur, plateforme de distribution, grossiste, GMS (hypermarché, supermarché, Enseigne à Dominante Marque Propre, enseigne multifrais) et commerçants de détail (marché de plein air, supérette/magasin de proximité, primeur). Les questions portaient sur l'organisation logistique, les conditionnements utilisés, le nombre de ruptures de charge

(changement de moyen de transport), la durée moyenne, minimale et maximale de stockage, les conditions de température et d'hygrométrie moyennes, minimales et maximales et l'identification des problèmes liés à la qualité. Les personnes ciblées pour répondre à ces questionnaires sont, pour la plupart, chef d'entreprise, responsable qualité ou chef de rayon. Les interlocuteurs ont été contactés soit via les familles professionnelles, comme l'AOPn tomates et l'UNCGFL, soit par le réseau du CTIFL. Vingt opérateurs ont été interrogés : deux producteurs, trois coopératives, un transporteur, deux grossistes sur MIN, un grossiste indépendant, trois plateformes de distribution, trois hypermarchés, deux supermarchés, un détaillant de marché de plein air, un primeur et une enseigne multifrais ; la diversité régionale a aussi été prise en compte.

### Circuit de distribution de la tomate

L'analyse des informations recueillies dans les questionnaires a été réalisée en trois étapes :

- Interprétation et transcription des informations recueillies en données exploitables, notamment les réponses aux questions ouvertes. Tous les renseignements ont été regroupés dans un tableau récapitulatif avec les valeurs moyennes, minimales et maximales des températures et des durées de chaque maillon, ainsi que d'autres informations qualitatives.
- Agrégation des données en maillons, afin de simplifier le circuit logistique de la tomate (figure 6). Le circuit se compose des maillons suivants : un producteur, une station d'expédition, un stade de gros (grossiste ou plateforme de distribution), un stade de commercialisation (détaillant ou GMS) et trois types de transport (ramasse, transport amont et aval) assurant la liaison entre les maillons.
- Identification des températures et des durées des maillons les plus souvent observées, minimales et maximales, à partir de cette agrégation et des données exploitables.

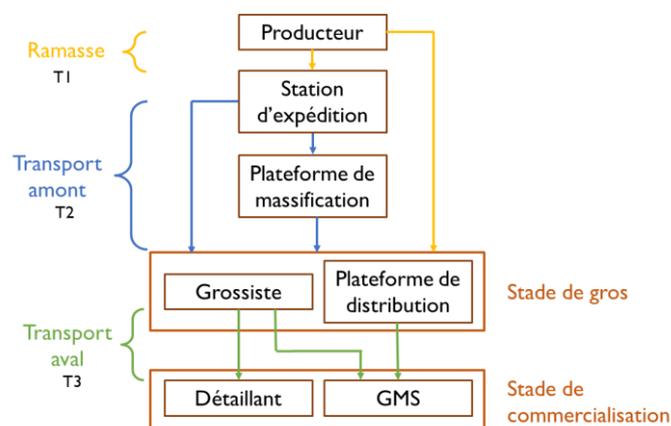


Figure 6 : Schéma simplifié du circuit de distribution des tomates

### Construction des circuits types

Différents types de circuits sont construits à partir de la synthèse des données des entretiens et des suivis logistiques :

- Un circuit représentatif des températures et des durées les plus observées dans les différents maillons,
- Des circuits « extrêmes » prenant en compte les conditions les plus défavorables pour le maintien de la qualité de la tomate par rapport aux conditions de stockage optimal : température basse associée à sa durée ou durée maximale associée à sa température.

Le tableau 1 présente les températures et les durées de chaque maillon selon les différents circuits types déterminés. Les circuits proposés ont été ensuite simplifiés pour faciliter l'application en laboratoire.

Tableau 1 : Récapitulatif des circuits types construits

Stade	Circuit représentatif (°C / heure)	Circuit représentatif simplifié (°C / jour)	Circuit T° extrêmes basses (°C / heure)	Circuit T° extrêmes basses simplifié (°C / jour)	Circuit temps long (°C / heure)	Circuit temps long simplifié (°C / jour)
Producteur	15 / 28.5	15 / 4	8 / 24	12 / 8	15 / 96	12 / 11
Station d'expédition	13.8 / 92		12 / 168		12 / 168	
Ramasse (T1)	16.4 / 0.8	8 / 4	5 / 1	3 / 9	12 / 3	8 / 19
Transport amont (T2)	7.9 / 10.9		2 / 24		8 / 96	
Stade de gros	7.5 / 28.2		4 / 144		8 / 168	
Transport aval (T3)	7.6 / 2.2		2 / 8		8 / 12	
Stade commercialisation stock	9.3 / 40.1		7 / 24		10 / 168	
Stade commercialisation étal	18.3 / 11.9	20 / 1	1 / 10	22 / 48	22 / 2	

Le circuit type représentatif simplifié dure 9 jours, avec des températures variant de 8 à 20°C (tableau 1, figure 7). Pour ce circuit type, les températures et les durées les plus souvent observées ont été déterminées pour chaque maillon.

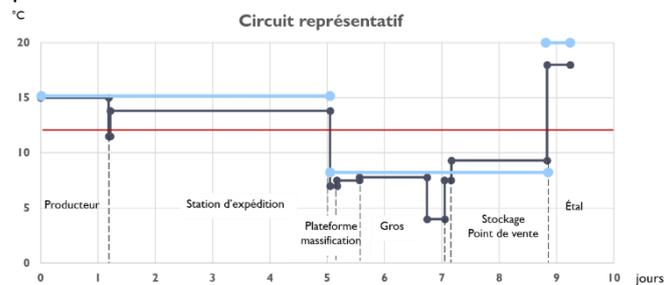


Figure 7: Circuit type représentatif. Les lignes noires représentent les températures les plus souvent observées par maillon ; les lignes bleu clair sont des lignes de simplification. La ligne rouge représente 12°C, la température optimale de conservation.

Le circuit type extrême « températures basses » simplifié est représenté sur la figure 8. Il dure 17 jours, avec des températures variant de 3 à 12°C (tableau 1). Ce circuit type a été construit avec les températures les plus basses observées dans chacun des maillons, associées à leur durée.

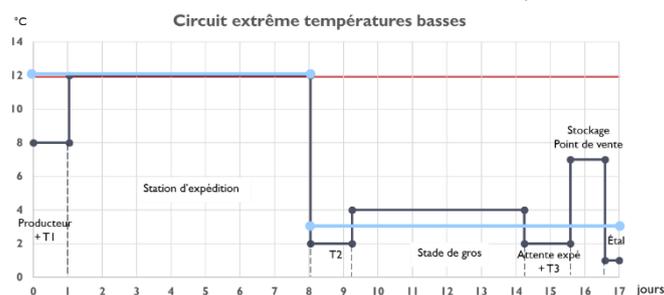


Figure 8 : Circuit type extrême températures basses. Les lignes noires représentent les températures les plus souvent observées par maillon ; les lignes bleu clair sont des lignes de simplification. La ligne rouge représente 12°C, la température optimale de conservation.

Le circuit type extrême « temps long » simplifié est représenté sur la figure 9. Il dure 32 jours avec des températures variant de 8 à 22°C (tableau 1). Ce circuit type a été construit avec les durées des maillons les plus longues observées associées à leur température, bien que cet enchaînement des durées les plus longues se rencontre rarement dans la réalité.

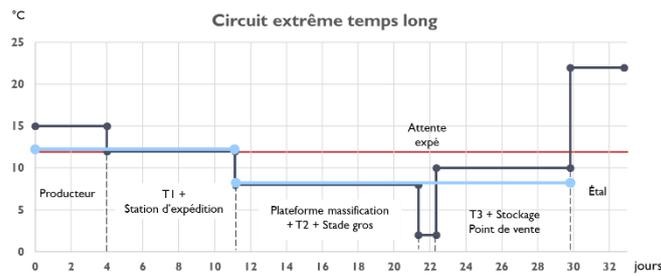


Figure 9 : Circuit type extrême temps long. Les lignes noires représentent les températures les plus souvent observées par maillon ; les lignes bleu clair sont des lignes de simplification. La ligne rouge représente 12°C, la température optimale de conservation.

Ces trois circuits types montrent que les premiers maillons des circuits logistiques, à savoir les producteurs et les stations d'expédition, conservent les tomates à une température optimale entre 12 et 15°C du fait d'un stockage majoritairement mono-produit. En aval de la chaîne, les tomates sont mélangées à d'autres produits alimentaires frais et donc conservées, la plupart du temps, à une température plus basse.

### Une étude qui se poursuit

Ce travail de prospection a permis de construire, d'après les conditions réelles, trois circuits logistiques types en température et en durée pour la tomate. Ces circuits types servent de base pour l'action 3 qui est en cours. Elle étudie l'impact du froid sur les qualités organoleptiques et nutritionnelles de la tomate. L'étude a aussi permis l'acquisition de données de référence pour la modélisation thermique de l'action 2. Ces deux actions feront chacune l'objet d'articles ultérieurs. Enfin, cette étude de terrain a mis en évidence la variabilité des températures au cours du circuit logistique, liée à l'emplacement du produit dans la palette, dans le véhicule de transport mais aussi au circuit emprunté.

#### Ce qu'il faut retenir

L'action 1 du projet FreshQualiTom a mis en avant :

- une diversité des pratiques logistiques dans la filière tomate
- une température de stockage plutôt proche de la valeur optimale ( $\approx 12^\circ\text{C}$ ) au niveau du producteur et de la station d'expédition du fait d'un stockage mono-produit le plus souvent
- une température plus basse que l'optimale dès lors que la tomate est mélangée avec les autres espèces
- une bonne estimation, dans un colis, de la température à cœur des produits par la température d'air à proximité
- des hétérogénéités de température des tomates selon leur emplacement dans une palette (écart de 3 à 6°C) ou dans un véhicule (variabilité importante)
- une variabilité des températures de produits et des durées des maillons selon le circuit emprunté
- la construction de circuits types, utilisés notamment pour l'action 3.

Bibliographie :

[1] Données Kantar, 2017

[2] Rapport d'analyse de la CLCV, 2017

[3] Tomate, qualité et préférences. HortiPratic, septembre 2011, éditions CTIFL, 271 p.

[4] Farneti, B., Alarcón, A.A., Papatirou, F.G., Samudrala, D., Cristescu, S.M., Costa, G., Harren, F.G.M, Woltering, E.J., 2015. Chilling-Induced Changes in Aroma Volatile Profiles in Tomato. Food Bioprocess Technology, 8, 1442–1454, DOI 10.1007/s11947-015-1504-1.

[5] Annibal S., Bulver F., Diatta C., Giry Q., 2021. Suivi et optimisation de la chaîne logistique des fruits et légumes. Enregistrements thermiques relevés dans le circuit de distribution. INFOS CTIFL juin 2021, N°372, p. 54-62.