



Résumé

La framboise est un fruit composé de nombreuses drupéoles. Lorsque seul un nombre réduit de drupéoles se développe, celles-ci se désolidarisent les unes des autres : c'est la grenaille. Afin de limiter la grenaille induite par la qualité du plant, une première étude réalisée par Invenio a permis de mettre au point un schéma de multiplication alternatif incluant une sélection massale. Mais ce premier succès ne résout pas tout, les origines de la grenaille étant nombreuses et complexes.

Un autre facteur supposé de la grenaille concerne les conditions climatiques au moment de la pollinisation. Afin d'en apprendre un peu plus sur les liens existant entre le climat et la déformation des fruits, Invenio a mis en place en 2018 un réseau de 11 parcelles au printemps et 9 parcelles en été/automne. Sur ces 20 sites, des informations ont été recueillies régulièrement afin de mettre en relation les conditions climatiques (température, hygrométrie), la viabilité du pollen (nombre de grain de pollen viable par fleur) et la déformation du fruit de type grenaille.

Tout ce travail a permis de valider l'importance des températures au moment de la floraison sur la quantité de fruits déformés. Sur Tulameen, des températures moyennes journalières élevées ont pour conséquence une baisse du nombre de grain de pollen viable par fleur et un nombre plus important de fruits grenillants. Les résultats ont également permis de préciser l'importance des températures nocturnes : c'est surtout lorsque les températures nocturnes ne baissent pas assez qu'on note la présence de fruits déformés. L'importance de l'hygrométrie a également été démontrée.

Le réseau montre par ailleurs une différence de sensibilité variétale. En effet, sur Kwanza, à l'inverse de Tulameen, les températures élevées ont bien eu un impact sur la baisse du nombre de grains de pollen par fleur, mais cela ne se traduisait pas par une quantité plus importante de fruits déformés.

Cette meilleure connaissance de l'impact des conditions climatiques sur la grenaille va permettre d'axer les techniques culturales à privilégier dans le cas de variétés sensibles telles que Tulameen.

Contenu

Résumé.....	1
Introduction	3
Contexte	3
Objectifs	3
Matériel et méthode	3
Résultats	4
Lien entre le climat et la viabilité du pollen.....	4
Lien entre la viabilité du pollen et la grenaille	6
Lien entre le climat et la grenaille	6
Impact des conditions climatiques sur la grenaille en fonction de l'heure de la journée	8
Un autre type de déformation : les fleurs/fruits qui se développent à l'extrémité du fruit	11
Conclusion	Erreur ! Signet non défini.
Perspectives	13

Introduction

En 2018, Invenio a mis en place un réseau qui a permis d'en apprendre davantage sur l'impact des conditions climatiques sur la présence de déformations de type grenaille. Ces premières observations ont permis de mettre en évidence un lien entre les températures et les fruits déformés.

Contexte

De nombreux problèmes de fruits déformés en période estivale sont signalés, que ce soit en Corrèze ou dans le Lot-et-Garonne. Ces observations ont été faites dans différents contextes variétaux et d'abris. Dans la bibliographie, de nombreuses références existent sur de multiples espèces. Plusieurs facteurs sont impliqués dans les problèmes de fruits déformés / malformés : variété, température, hygrométrie, application de certains produits phytosanitaires, fertilisation... (Bonhomme, 2015).

De même que plusieurs études ont été faites sur la déformation des fruits liée à une anomalie, la grenaille. Plusieurs origines sont évoquées à l'apparition de la grenaille : virale, parasitaire ou dépendant des conditions de cultures ou conditions climatiques.

Pour les producteurs de framboises, la présence de fruits malformés est souvent associée à des conditions climatiques extrêmes au moment de la floraison, qui impacteraient la qualité du pollen. Les producteurs ont adapté au fil des ans leurs itinéraires pour diminuer l'impact des fortes températures sur les plants. Ils ont ombré leurs abris (filets d'ombrage, blanchiment à la chaux...), et mis en place des systèmes d'aspersion ou de brumisation. Toutefois après des épisodes de fortes chaleurs prolongées, les producteurs se demandent si cette gestion du climat favorable à la plante, n'aurait pas des effets néfastes sur la viabilité du pollen. Ils sont à la recherche d'abaque, permettant d'aider au pilotage du climat, comme cela existe sur d'autres espèces.

Suite à ces réflexions, nous avons mené différents essais « screening » en 2016, qui laissent entrevoir que la qualité du pollen ne semble pas être le seul facteur expliquant la qualité du fruit. D'autres paramètres sont à prendre en compte tel que les conditions climatiques post pollinisation.

Objectifs

L'objectif de cet essai sera d'étudier l'impact des conditions climatiques pendant la floraison sur la qualité du pollen et sur le phénomène de fruits déformés. Pour cela, sur un ensemble de parcelles, il s'agira de suivre les conditions climatiques de la parcelle (température et hygrométrie), la qualité du pollen (viabilité) et la qualité du fruit (taux de fruits déformés) et identifier les corrélations (positives ou négatives) qu'il existe entre elles. Si des corrélations existent, ce travail permettra de définir des préconisations sur les conditions favorables à la pollinisation dans les parcelles.

Matériel et méthode

Le dispositif expérimental

Il s'agit d'un dispositif en réseau afin de mettre en relation les variables suivantes :

- Les conditions climatiques : température, hygrométrie
- La qualité du pollen (viabilité ou germination du pollen)
- La qualité du fruit (fruits déformés)

Des coefficients de corrélation permettront d'identifier les liens existants entre ces différentes variables : température, hygrométrie, viabilité du pollen, taux de fruits déformés.

Les conditions de culture

Le réseau sera mis en place sur deux variétés de référence : une variété non remontante (Tulameen) et une variété remontante (Kwanza). Il sera mis en place sur une dizaine de tunnels afin d'avoir des conditions de température/hygrométrie différentes.

Les observations

1. Suivi des **conditions climatiques (température / hygrométrie)** dans les différentes parcelles suivies dans le cadre de l'essai : enregistrement de la température et de l'hygrométrie toutes les heures à l'aide d'un enregistreur de type Tiny tag
2. Suivi de la **qualité du pollen** : sur chaque parcelle suivie, toutes les semaines (dès la floraison), prélèvement de 10 fleurs et observation du nombre de grains de pollen par fleur en séparant les grains de pollen viable et non viable
3. Suivi de la **qualité du fruit** : le jour du prélèvement des fleurs pour la viabilité du pollen, 20 autres fleurs de la zone d'étude au même stade que celles prélevées pour l'observation de la qualité du pollen seront repérés. Au stade fruits verts, les fruits ainsi repérés seront observés avec une répartition des fruits en trois classes (non déformé, légèrement déformé, fortement déformé).

Résultats

Les différentes observations nous ont permis de réaliser une base de données et d'observer la présence ou non d'interactions entre le climat (température, hygrométrie), le nombre de grains de pollen viables par fleur et la déformation du fruit de type grenaille.

Lien entre le climat et la viabilité du pollen

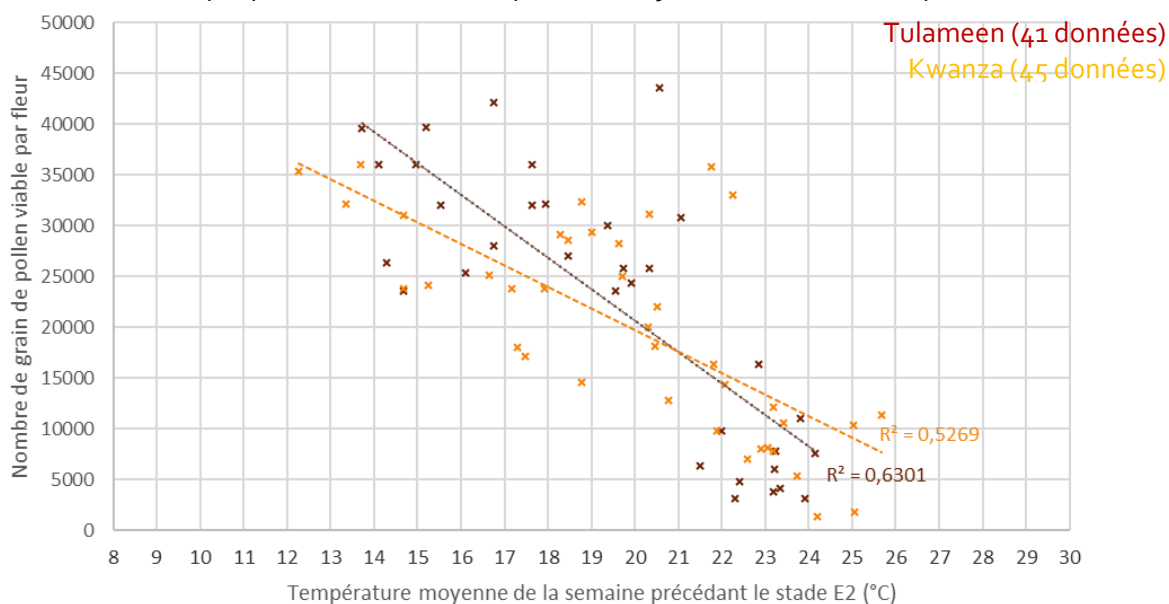
Concernant le lien entre le climat et la viabilité du pollen, dans les conditions du réseau mis en place, nous avons pu démontrer que :

- Sur les deux variétés en essai, les températures au moment de la floraison (autour du stade E) ont en effet un impact sur la viabilité du pollen : « Plus la température est élevée au moment de la floraison, moins on a de grains de pollen viable par fleur ».
 - o Une température moyenne journalière de 21°C au moment de la floraison semble être la limite haute pour avoir au moins 15 à 20000 grains de pollen par fleur.
 - o Ce ne sont pas les températures les plus élevées qui posent problème, mais plutôt les températures minimales (et donc les températures nocturnes) qui ne baissent pas assez. Une température minimale de 15°C semble être la limite haute pour avoir au moins 15 à 20000 grains de pollen par fleur.
- Sur Tulameen, il y a également un effet de l'hygrométrie : une hygrométrie maximale élevée au moment de la floraison a un impact positif sur le nombre de grains de pollen par fleur.

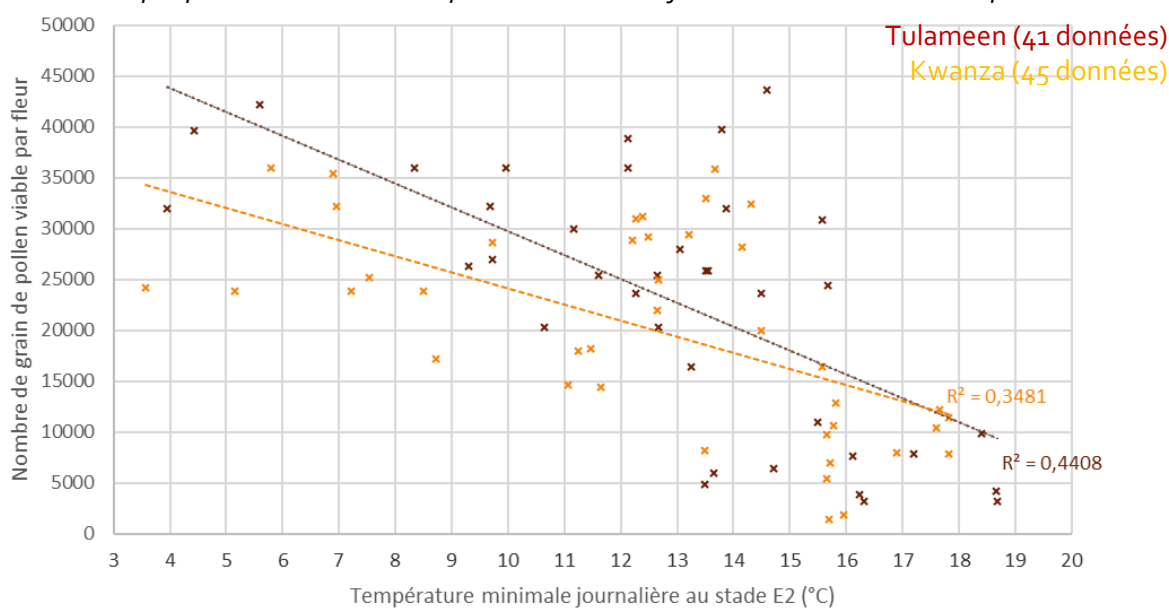
Tableau 1 : coefficient de corrélation entre le climat et la viabilité du pollen

		Tulameen		Kwanza
Conditions météo.		Nombre de grains de pollen viable / fleur	Nombre de grains de pollen viable / fleur	Nombre de grains de pollen viable / fleur
Température journalière stade E2	MOYENNE	-0,56	-0,58	-0,59
	MINIMALE	-0,61	-0,66	-0,59
	MAXIMALE	-0,27	-0,18	-0,37
	Température moyenne semaine précédente	-0,75	-0,79	-0,73
Hygrométrie journalière stade E2	MOYENNE	-0,03	-0,03	-0,02
	MINIMALE	-0,11	-0,27	0,04
	MAXIMALE	0,20	0,58	-0,41

Graphique 1 : lien entre la température moyenne et la viabilité du pollen



Graphique 2 : lien entre la température minimale journalière et la viabilité du pollen



Lien entre la viabilité du pollen et la grenaille

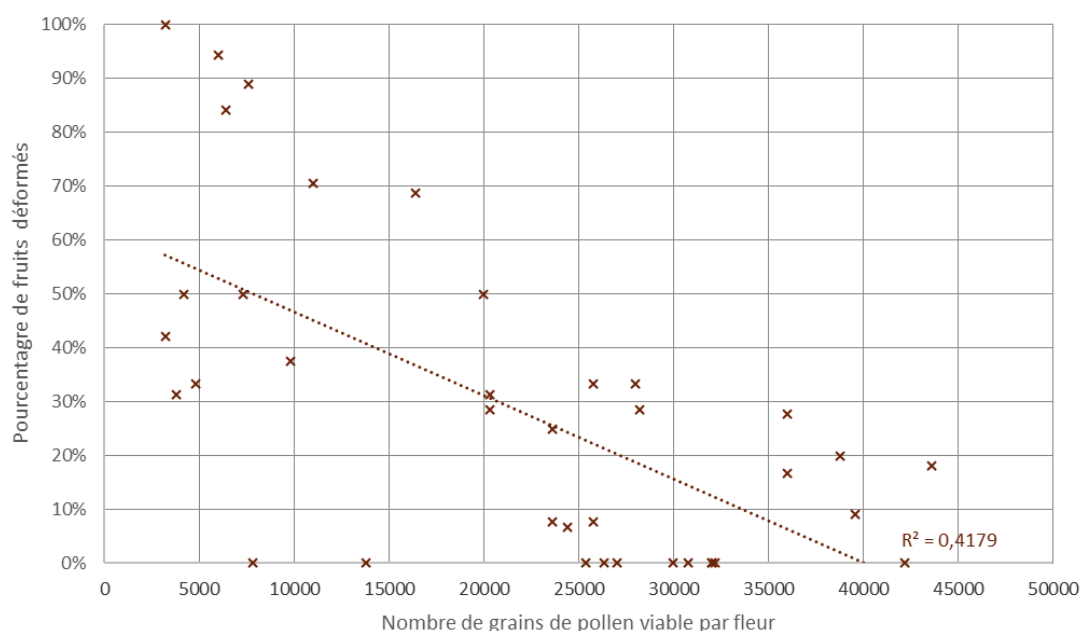
Concernant le lien entre la viabilité du pollen et la déformation du fruit de type grenaille, dans les conditions de l'essai, la réaction n'est pas la même selon la variété :

- Sur Kwanza : peu de conséquences de la baisse de la viabilité du pollen sur la quantité de fruits déformés à la récolte.
- Sur Tulameen : « Plus on a de grains de pollen viable par fleur, moins on a de fruits déformés à la récolte. »
 - Le risque d'avoir des fruits déformés semble plus important avec moins de 20000 grains de pollen viable par fleur (dans ce cas, plus de 30% de fruits déformés).
 - Cette corrélation est confirmée dans le cas de fruits légèrement déformés (avec moins de drupéoles qu'un fruit normalement formé) mais néanmoins non commercialisables, mais pas pour de la « vraie » grenaille...

Tableau 2 : coefficient de corrélation entre la viabilité du pollen et les fruits déformés

	Tulameen	Kwanza
	Nombre de grains de pollen viable / fleur	Nombre de grains de pollen viable / fleur
% de fruits déformés	-0,52	-0,37
% de fruits légèrement déformés	-0,50	-0,33
% de fruits fortement déformés	-0,26	-0,25

Graphique 3 : lien entre la viabilité du pollen et le pourcentage de fruits déformés sur Tulameen



Lien entre le climat et la grenaille

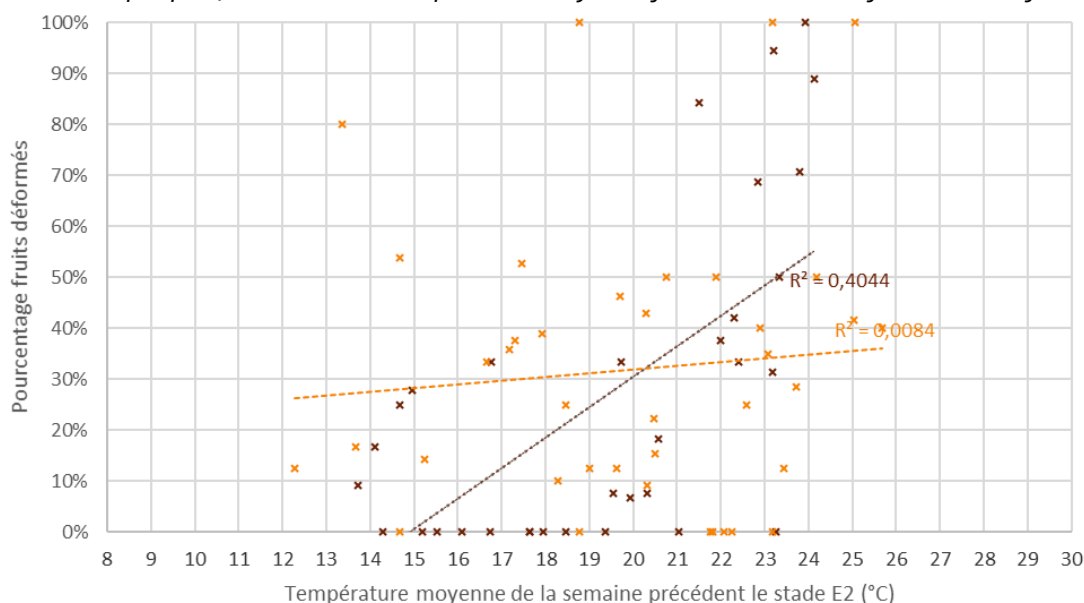
Conséquence logique, concernant le lien entre le climat et la déformation du fruit, dans les conditions de l'essai, nous avons pu démontrer que :

- Concernant Kwanza, il n'y a aucun impact des conditions climatiques à la fleur sur le taux de fruits déformés.
- Concernant Tulameen :
 - o Des températures trop élevées (>21°C en moyenne journalière) pendant la floraison induisent un risque plus élevé d'avoir des fruits déformés.
 - o Ce ne sont pas les températures les plus élevées qui posent problème, mais plutôt les températures minimales (et donc les températures nocturnes) qui ne baissent pas assez. Une température minimale de 15°C semble être la limite haute pour limiter le problème de fruits déformés et avoir moins de 30% de fruits déformés (déformation de type grenaille).
 - o Une hygrométrie maximale élevée pendant la floraison réduit le risque d'avoir des fruits déformés.
 - o Ces corrélations sont confirmées dans le cas de fruits légèrement déformés (avec moins de drupéoles qu'un fruit normalement formé) mais néanmoins non commercialisables, mais pas pour de la « vraie » grenaille...

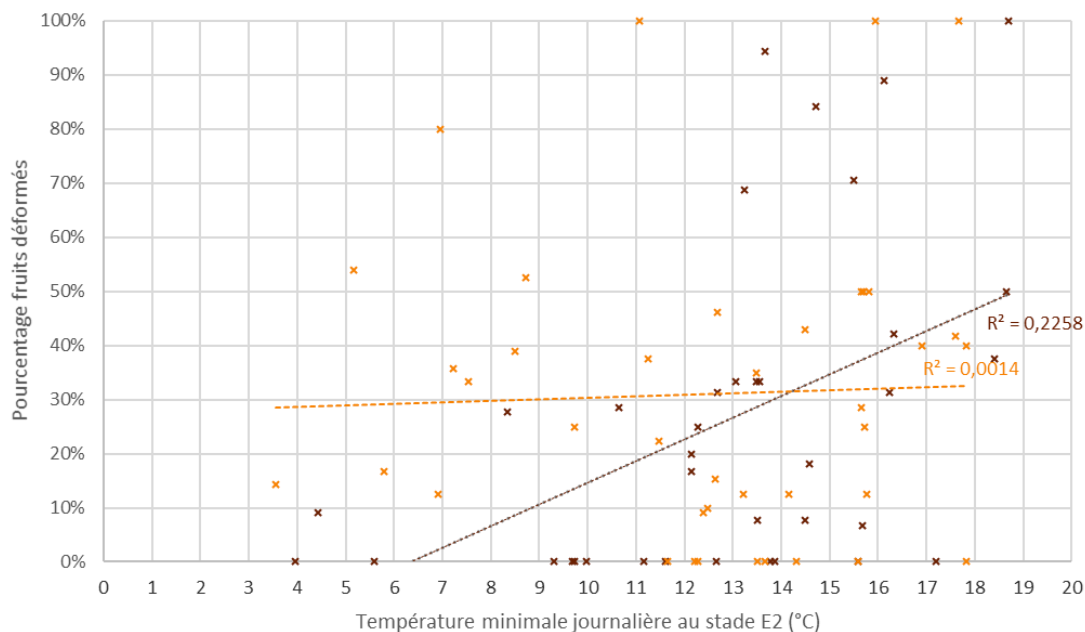
Tableau 3 : coefficient de corrélation entre le climat et les fruits déformés

		Tulameen		Kwanza
		Pourcentage de fruits déformés	Pourcentage de fruits déformés	Pourcentage de fruits déformés
Conditions météo.	MOYENNE	0,37	0,51	0,32
	MINIMALE	0,40	0,48	0,35
	MAXIMALE	0,23	0,23	0,33
	Température moyenne semaine précédente	0,51	0,62	0,42
Hygrométrie journalière stade E2	MOYENNE	0,05	-0,01	0,18
	MINIMALE	0,13	0,22	0,06
	MAXIMALE	0,50	-0,60	0,00

Graphique 4 : lien entre la température moyenne journalière et la déformation du fruit



Graphique 5 : lien entre la température minimale journalière et la déformation du fruit



Impact des conditions climatiques sur la grenaille en fonction de l'heure de la journée

Les températures

Concernant les températures, il a été mentionné plus haut l'importance des températures minimales (et donc nocturnes) sur la viabilité du pollen, et dans une moindre mesure sur le pourcentage de fruits déformés à la récolte. Si on observe l'incidence de la température heure par heure, on constate effectivement que ce sont les températures nocturnes, entre 22h et 8h, qui ont le plus d'incidence sur le nombre de grain de pollen viable par fleur.

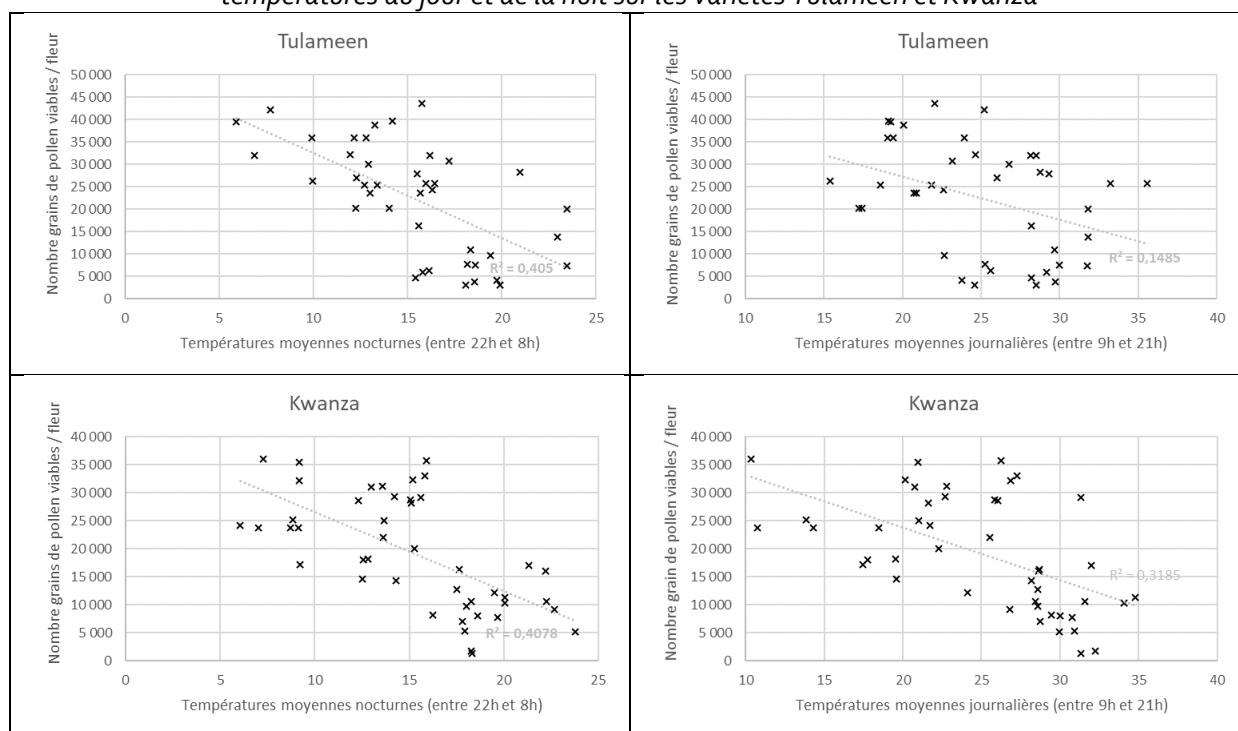
Tableau 4 : coefficient de corrélation avec d'une part la température heure par heure et d'autre part la viabilité du pollen et le pourcentage de fruits déformés sur la variété Tulameen

Impact de la température sur...	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h
le nombre de grains de pollen viable par fleur	-0,62	-0,63	-0,65	-0,67	-0,67	-0,66	-0,67	-0,69	-0,77	-0,58	-0,54	-0,38	-0,34	-0,28	-0,29	-0,17	-0,09	-0,16	-0,41	-0,40	-0,39	-0,52	-0,62	-0,65
le % de fruits déformés	0,47	0,45	0,44	0,46	0,47	0,46	0,48	0,47	0,58	0,36	0,38	0,22	0,16	0,11	0,09	0,16	0,10	0,17	0,37	0,39	0,40	0,48	0,52	0,51
le % fruits légèrement déformés	0,49	0,48	0,47	0,48	0,48	0,47	0,49	0,49	0,57	0,38	0,38	0,18	0,14	0,08	0,07	0,15	0,08	0,14	0,34	0,37	0,41	0,48	0,52	0,50
le % fruits fortement déformés	0,09	0,08	0,09	0,10	0,13	0,14	0,15	0,13	0,21	0,07	0,14	0,18	0,10	0,12	0,09	0,08	0,10	0,13	0,19	0,20	0,13	0,15	0,18	0,20

Tableau 5 : coefficient de corrélation avec d'une part la température heure par heure et d'autre part la viabilité du pollen et le pourcentage de fruits déformés sur la variété Kwanza

Impact de la température sur...	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h
le nombre de grains de pollen viable par fleur	-0,51	-0,53	-0,53	-0,54	-0,56	-0,54	-0,56	-0,62	-0,70	-0,72	-0,63	-0,59	-0,55	-0,49	-0,45	-0,40	-0,46	-0,41	-0,47	-0,46	-0,56	-0,67	-0,73	-0,71
le % de fruits déformés	0,09	0,08	0,09	0,08	0,07	0,08	0,07	0,07	0,14	0,09	0,12	0,10	0,05	0,01	0,09	0,06	0,00	-0,01	-0,05	0,01	0,02	0,04	0,01	0,03
le % fruits légèrement déformés	0,23	0,22	0,21	0,22	0,23	0,23	0,25	0,25	0,13	0,17	0,09	0,08	0,17	0,17	0,14	0,21	0,20	0,20	0,27	0,24	0,21	0,20	0,22	0,19
le % fruits fortement déformés	-0,09	-0,08	-0,09	-0,08	-0,07	-0,08	-0,07	-0,07	-0,14	-0,09	-0,12	-0,10	-0,05	-0,01	-0,09	-0,06	0,00	0,01	0,05	-0,01	-0,02	-0,04	-0,01	-0,03

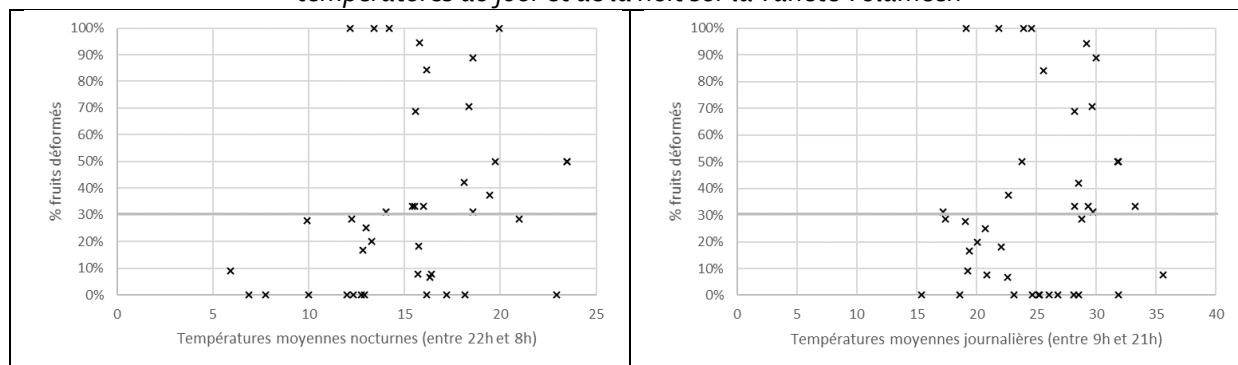
Graphiques 6 à 9 : Incidence de la température sur la viabilité du pollen en différenciant les températures du jour et de la nuit sur les variétés Tulameen et Kwanza



Sur Tulameen, on constate que :

- Les températures nocturnes élevées (entre 22h et 8h) pendant la floraison (stade E2) sont celles qui ont le plus d'incidence sur la chute du nombre de grains de pollen viable par fleur (coefficient de corrélation supérieur à 0,60) : une température nocturne inférieure à 15°C permet d'avoir plus de 20000 grains de pollen viables par fleur.
- Conséquence logique sur Tulameen : les températures nocturnes élevées (entre 22h et 8h) pendant la floraison (stade E2) sont celles qui ont le plus d'incidence sur l'augmentation du pourcentage de fruits déformés à la récolte (coefficient de corrélation supérieur à 0,50) : une température nocturne ne descendant pas en dessous de 15°C a pour conséquence un risque plus élevé de déformation du fruit.
- Ceci est surtout vrai dans le cas de fruits légèrement déformés (avec moins de drupéoles qu'un fruit normalement formé) mais néanmoins non commercialisables, que pour des cas de « vraie » grenaille...

Graphiques 10 et 11 : Incidence de la température sur le taux de fruits déformés en différenciant les températures du jour et de la nuit sur la variété Tulameen



Sur Kwanza, on constate que :

- Les températures nocturnes élevées (entre 21h et 10h) pendant la floraison (stade E2) sont celles qui ont le plus d'incidence sur la chute du nombre de grains de pollen viable par fleur (coefficient de corrélation supérieur à 0,60) : une température nocturne inférieure à 15°C permet d'avoir plus de 15000 grains de pollen viables par fleur.
- Mais comme observé précédemment, il y a peu de conséquences de la baisse de la viabilité du pollen sur la quantité de fruits déformés à la récolte.

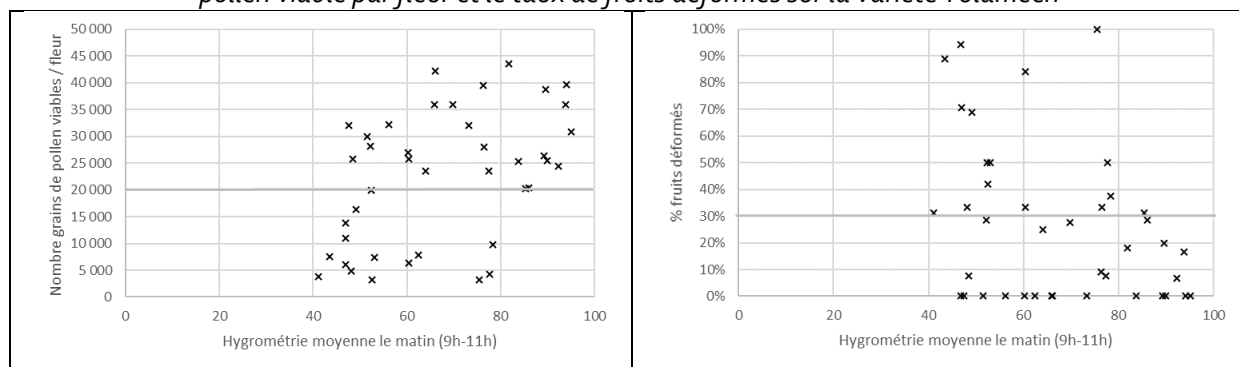
L'hygrométrie

Bien que les coefficients de corrélation observés soient plus faibles qu'avec la température, l'étude a permis de mettre en avant l'importance du moment de la journée où une hygrométrie élevée doit être maintenue sur la variété Tulameen : en effet, les coefficients de corrélation les plus élevés ont été observés le matin, entre 9h et 11h. Une hygrométrie élevée (supérieure à 80% au niveau du plant) le matin entre 9h et 11h permettrait d'obtenir plus de 20000 grains de pollen viable par fleur et un taux de fruits déformés inférieur à 30%.

Tableau 6 : coefficient de corrélation avec d'une part l'hygrométrie heure par heure et d'autre part la viabilité du pollen et le pourcentage de fruits déformés sur la variété Tulameen

Impact de l'hygrométrie sur...	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h
le nombre de grains de pollen viable par fleur	0,00	-0,05	-0,07	-0,10	-0,11	-0,12	-0,11	-0,10	0,02	0,44	0,45	0,29	0,21	0,16	0,14	-0,08	-0,14	-0,18	-0,07	-0,06	-0,13	0,11	-0,07	-0,06
le % de fruits déformés	-0,04	0,00	0,00	0,13	0,13	0,15	0,13	0,14	-0,03	-0,27	-0,37	-0,18	-0,09	-0,06	-0,08	-0,10	0,01	0,04	-0,06	-0,10	-0,06	-0,20	-0,10	0,06
le % fruits légèrement déformés	-0,09	-0,05	-0,04	0,09	0,09	0,11	0,10	0,11	-0,08	-0,27	-0,34	-0,12	-0,07	-0,03	-0,07	-0,10	0,00	0,07	-0,05	-0,10	-0,09	-0,23	-0,13	0,03
le % fruits fortement déformés	0,12	0,13	0,11	0,16	0,15	0,15	0,13	0,14	0,10	-0,08	-0,19	-0,22	-0,09	-0,10	-0,06	-0,01	0,02	-0,04	-0,04	-0,05	0,05	0,01	0,05	0,11

Graphiques 12 et 13 : Incidence de l'hygrométrie du matin (entre 9h et 11) sur le nombre de grains de pollen viable par fleur et le taux de fruits déformés sur la variété Tulameen



Sur Kwanza, comme indiqué précédemment, l'hygrométrie n'a pas ou très peu d'effet sur la viabilité du pollen et la quantité de fruits déformés.

Tableau 7 : coefficient de corrélation avec d'une part l'hygrométrie heure par heure et d'autre part la viabilité du pollen et le pourcentage de fruits déformés sur la variété Kwanza

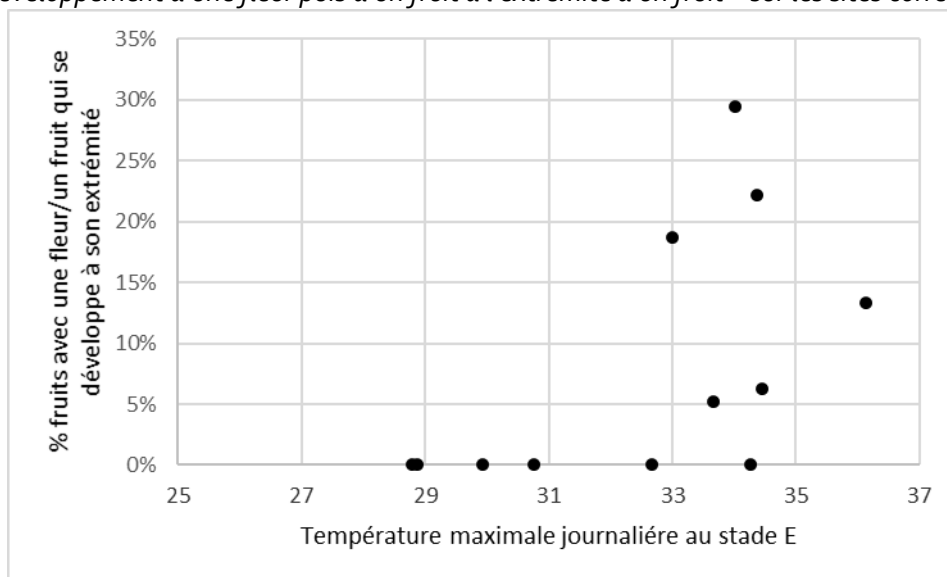
Impact de l'hygrométrie sur...	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h
le nombre de grains de pollen viable par fleur	-0,20	-0,11	-0,06	-0,11	-0,10	-0,11	-0,11	-0,18	0,01	0,13	0,31	0,28	0,33	0,21	0,20	0,21	0,12	0,10	0,13	0,04	-0,02	0,08	0,31	-0,09
le % de fruits déformés	0,04	0,08	0,06	0,17	0,17	0,18	0,18	0,19	0,17	0,09	-0,07	-0,03	-0,20	-0,25	-0,01	-0,15	-0,02	-0,11	-0,18	-0,15	-0,22	-0,25	-0,30	0,07
le % fruits légèrement déformés	0,02	0,03	0,01	0,16	0,17	0,17	0,18	0,14	0,15	0,04	-0,13	-0,08	-0,25	-0,25	-0,02	-0,22	-0,01	-0,09	-0,19	-0,14	-0,18	-0,16	-0,27	0,08
le % fruits fortement déformés	0,06	0,12	0,12	0,08	0,09	0,10	0,10	0,19	0,11	0,14	0,09	0,08	-0,01	-0,12	0,02	0,07	-0,02	-0,10	-0,07	-0,09	-0,19	-0,28	-0,22	0,00

Un autre type de déformation : les fleurs/fruits qui se développent à l'extrémité du fruit

En 2018, un autre type de déformation a été observé, notamment sur la Tulameen en Corrèze : le fruit avec une fleur puis un fruit qui se développe à son extrémité. Trop peu de données ont pu être récoltées, et nous ne pouvons donc pas en tirer des conclusions comme sur la déformation de type grenaille. Ceci dit, deux hypothèses semblent ressortir :

- Ce type de déformation semble lui aussi lié à l'hygrométrie maximale trop faible.
- Si un impact des températures est envisagé, à l'inverse du problème de grenaille, ce serait cette fois les températures maximales journalières au moment de la floraison qui auraient le plus d'importance, et non les températures minimales (nocturnes). Il semblerait qu'une température maximale journalière de 33°C sous tunnel au stade B augmente les risques d'obtenir ce type de déformation.

Graphique 14 : lien entre la température maximale au stade E et la déformation du fruit de type « développement d'une fleur puis d'un fruit à l'extrémité d'un fruit » sur les sites corréziens



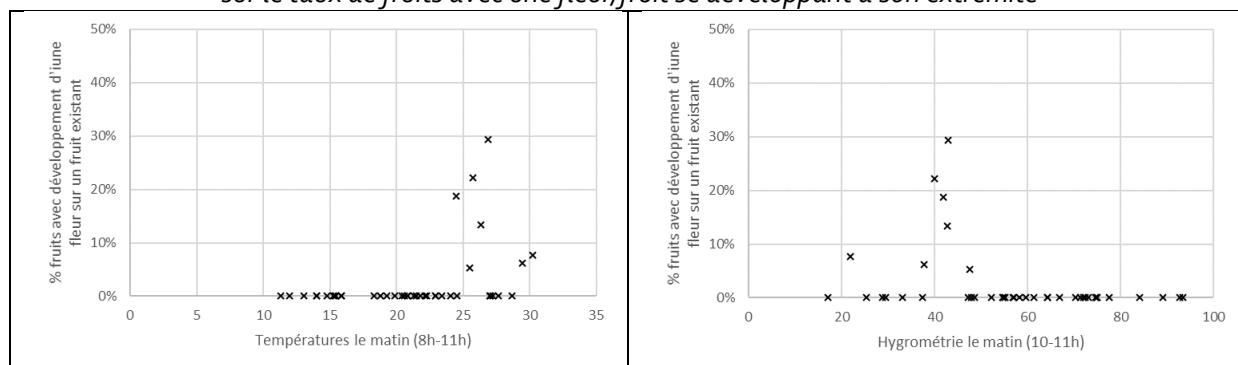
L'observation des coefficients de corrélation aux différentes heures de la journée semble confirmer ces premières observations :

- Ce sont les températures de la journée qui ont le plus d'impact sur ce type de déformation, et notamment les températures de matin, de 8h à 11h. Des symptômes de ce type ont été observés lorsque les températures matinales entre 8h et 11h dépassaient les 25°C.
- Tout comme la grenaille, concernant l'hygrométrie, les coefficients de corrélation les plus élevés ont été observés le matin, vers 10-11h. Des symptômes de ce type ont été observés lorsque les hygrométries vers 10-11h tournaient autour de 40%.

Tableau 8 : coefficient de corrélation entre les conditions climatiques au moment de la floraison (température, hygrométrie) et le taux de fruits avec une fleur se développant à l'extrémité

	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h
Impact de la température sur le taux de fruits avec redémarrage de fleur/fruit à l'extrémité	0,19	0,17	0,15	0,13	0,13	0,11	0,09	0,15	0,40	0,33	0,44	0,42	0,33	0,33	0,30	0,31	0,29	0,28	0,34	0,31	0,26	0,28	0,33	0,32
Impact de l' hygrométrie sur le taux de fruits avec redémarrage de fleur/fruit à l'extrémité	-0,02	-0,01	-0,06	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	-0,11	-0,25	-0,53	-0,46	-0,37	-0,34	-0,26	-0,27	-0,19	-0,18	-0,24	-0,24	-0,18	-0,19	-0,10	0,04

Graphiques 15 et 16 : Incidence de la température et de l'hygrométrie du matin sur le taux de fruits avec une fleur/fruit se développant à son extrémité



Ce qu'il faut retenir

Cet essai a permis de clarifier l'impact du climat sur la viabilité du pollen et la déformation des fruits. Dans les conditions de l'essai, nous avons pu démontrer que :

- Concernant Kwanza, bien que les conditions climatiques aient un impact sur la viabilité du pollen, les conséquences sont moindres sur le taux de fruits déformés.
 - Une **température nocturne (21h-10h) élevée (>15°C)** provoque une chute du **nombre de grains de pollen viable par fleur (<15000)**, mais aucun effet n'a été observé sur le taux de fruits déformés.
 - **Aucun effet de l'hygrométrie**, ni sur la viabilité du pollen, ni sur le taux de fruits déformés.
- Concernant Tulameen, les conditions climatiques ont un **impact sur le nombre de grain de pollen viable** par fleur, et ce dernier a des conséquences sur le **taux de fruits grenailants** :
 - Des **températures moyennes journalières trop élevées (>21°C en moyenne journalière)** induit un risque plus élevé d'avoir des fruits déformés.
 - Ce sont surtout les **températures nocturnes (22h-8h) élevées (>15°C)** qui provoquent une chute du nombre de grains de pollen viable par fleur (<20000).
 - Cette corrélation est confirmée dans le cas de fruits légèrement déformés (avec moins de drupéoles qu'un fruit normalement formé), mais pas pour de la grenaille...
 - Une **hygrométrie maximale élevée réduit le risque** d'avoir des fruits déformés. Ce sont les hygrométries du matin (9h-11h) qui semblent le plus bénéfiques pour limiter la grenaille : une hygrométrie supérieure à 80% le matin (9h-11h) permet d'éviter les taux de grenaille supérieur à 30%.

Ces différentes informations devraient permettre d'orienter sur les solutions envisagées pour éviter une partie des fruits déformés et de limiter ainsi le problème. Rappelons que la grenaille ayant de nombreuses origines, ceci ne permettra de régler qu'une partie du problème, celle liée aux conditions climatiques.

Perspectives

La suite logique de cette étude consistera à tester les différentes solutions qui peuvent être envisagées, soit pour limiter la température, soit pour améliorer l'hygrométrie, et de vérifier l'impact obtenu sur le taux de fruits déformés.