

Caractérisation et valorisation des terroirs viticoles d'une zone de l'AOP Corse (Linguizzetta – Ghisonaccia)

Application au cépage Vermentinu

1^{ère} approche
(millésime 2019)

Le CRVI tient à remercier les viticulteurs partenaires du réseau terroir dont la collaboration a permis ce travail.

SOMMAIRE

Introduction.....	p 1
1) Dispositif expérimental	
1.1. Présentation du réseau	p 2
1.1.1. Situation géographique	
1.1.2. Réseau 2018	
1.1.3. Réseau définitif 2019	
1.2. Suivis et mesures réalisés	p 4
2) Résultats 2019	
2.1. Caractérisation climatique du millésime 2019	p 6
2.2. Suivi et modélisation climatologique du réseau	p 8
2.2.1. Variations des températures relevées sur le réseau	
2.2.2. Calcul d'indice bioclimatique adapté à la viticulture : indice de Huglin	
2.3. Caractérisation pédologique du réseau	p 18
2.4. Caractérisation du régime hydrique du réseau	p 26
2.4.2. Mesure de la contrainte hydrique durant la maturation	
2.5.2. Mise en relation entre la mesure de contrainte hydrique ressentie par la vigne et le type de sol	
2.5. Suivi phénologique du réseau : floraison et véraison	p 30
2.6. Maturation des raisins	p 34
2.6.1. Poids des baies	
2.6.2. Titre en alcool potentiel	
2.6.3. Acidité totale	
2.6.4. Acide malique	
En conclusion.....	p 39
Bibliographie.....	p 41

Introduction

En 2017, un **programme de caractérisation du terroir** a été initié en Côte orientale, sur une zone de l'AOP Corse. A cet effet, un **réseau de parcelles** a été mis en place.

Trois objectifs pour cette étude :

- Tout d'abord, **appréhender le fonctionnement du terroir** de cette zone de l'AOP Corse (Linguizzetta – Ghisonaccia) : influence du climat, du relief, des sols, du caractère insulaire...
- Ensuite, étudier la **réponse agronomique de la vigne** dans différents contextes agropédoclimatiques pendant plusieurs millésimes et acquérir des **références** pour **prévoir le comportement du Vermentinu face au changement climatique**.
- **Enfin définir l'expression des vins de Vermentinu** issus de **différentes conditions de terroir**.

Les références acquises lors de cette étude seront utilisables par les **producteurs de Corse** à **différentes échelles**. Elle doit s'envisager comme un outil d'aide à la décision afin de valoriser la production (adaptation profil des vins-terroir, diversification des étiquettes, support de communication).

Domaines partenaires

- **Accès aux résultats** enregistrés sur leur parcelle (analyses de sol, contrôles de maturité, analyses viroses...).
- **Possibilité de se situer par rapport aux autres producteurs** dans des **contextes de terroir différents** grâce à l'intégration d'une ou plusieurs parcelles de leur domaine au réseau.

Producteurs de la Côte Orientale

- **Accès à des informations «clefs» sur les caractéristiques du Vermentinu** à l'échelle de la Côte orientale.
- Améliorer la connaissance du **comportement de ce cépage** dans **différents contextes de terroir**.

Producteurs de Corse

- Mise en place d'un **protocole d'étude des terroirs**, transposable à d'autres micro-régions de l'île et à d'autres cépages.

1) Matériel et méthodes

1.1. Présentation du réseau

1.1.1. Situation géographique

La zone d'étude se situe sur la Côte orientale (communes d'Aléria, Aghione, Tallone et Ghisonaccia). Elle s'étend sur 24 km du Nord au Sud et 13 km d'Est en Ouest. Les parcelles les plus à l'Est sont très proches de la mer et les parcelles à l'Ouest sont légèrement en altitude : quatre parcelles se situent entre 80 et 120 m au dessus du niveau de la mer (Fig. n° 2).

1.1.2. Réseau 2018

- **19 parcelles** de vigne âgées de 5 à 30 ans (Fig. n° 2) dont **40% irriguées**
- **18 producteurs**, indépendants ou coopérateurs
- 3 à 5 groupes de 5 ou 6 ceps suivis par parcelle, appelés placettes de suivi (Fig. n° 1)
- 1 capteur de température par parcelle

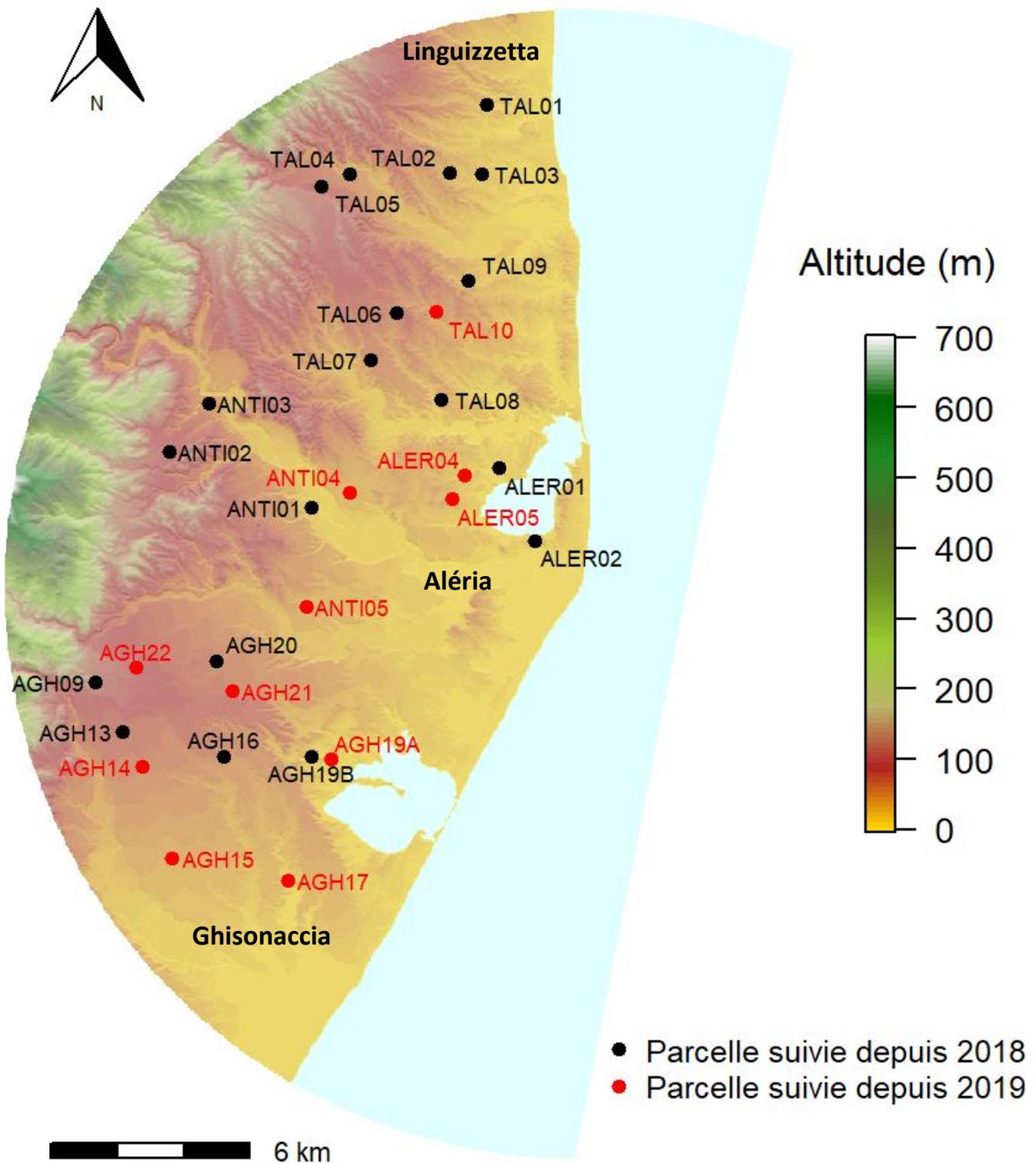
1.1.3. Réseau définitif 2019

- **30 parcelles** de vigne (Fig. n° 2) dont **40% irriguées**
- **23 producteurs**, indépendants ou coopérateurs
- 3 à 5 groupes de 5 ou 6 ceps suivis par parcelle → **101 placettes au total**
- 1 capteur de température par parcelle – au **total 30 capteurs** → **modélisation climatique** par analyse statistique des données

Figure 1 : Localisation des placettes de suivi sur une parcelle du réseau



Figure 2 : Carte de la zone d'étude terroir avec les 30 parcelles suivies en 2019



1.2. Suivis et mesures réalisés

Sont concernés plusieurs paramètres : température, pédologie, phénologie (floraison, véraison et maturité), écophysiologie (surface foliaire, nutrition azotée, régime hydrique).

Figure 3 : Capteur utilisé pour l'acquisition des données température



Figure 4 : Inflorescences observées lors du suivi des stades phénologiques



Figure 5 : Chantier de réalisation d'une fosse pédologique



Ce qu'il faut retenir du réseau

La mise en place du réseau définitif avec 30 capteurs permet **de modéliser la température** c'est-à-dire de réaliser des cartes continues des températures sur toute la zone d'étude.

Les **facteurs pouvant influencer la réponse de la vigne** (topographie – altitude, pente, exposition – pédologie, température...) sont enregistrés. Leur **mise en relation par des analyses statistiques** avec les relevés **phénologiques, écophysologiques** et la **maturité** permet de **hiérarchiser leur impact** sur la vigne.

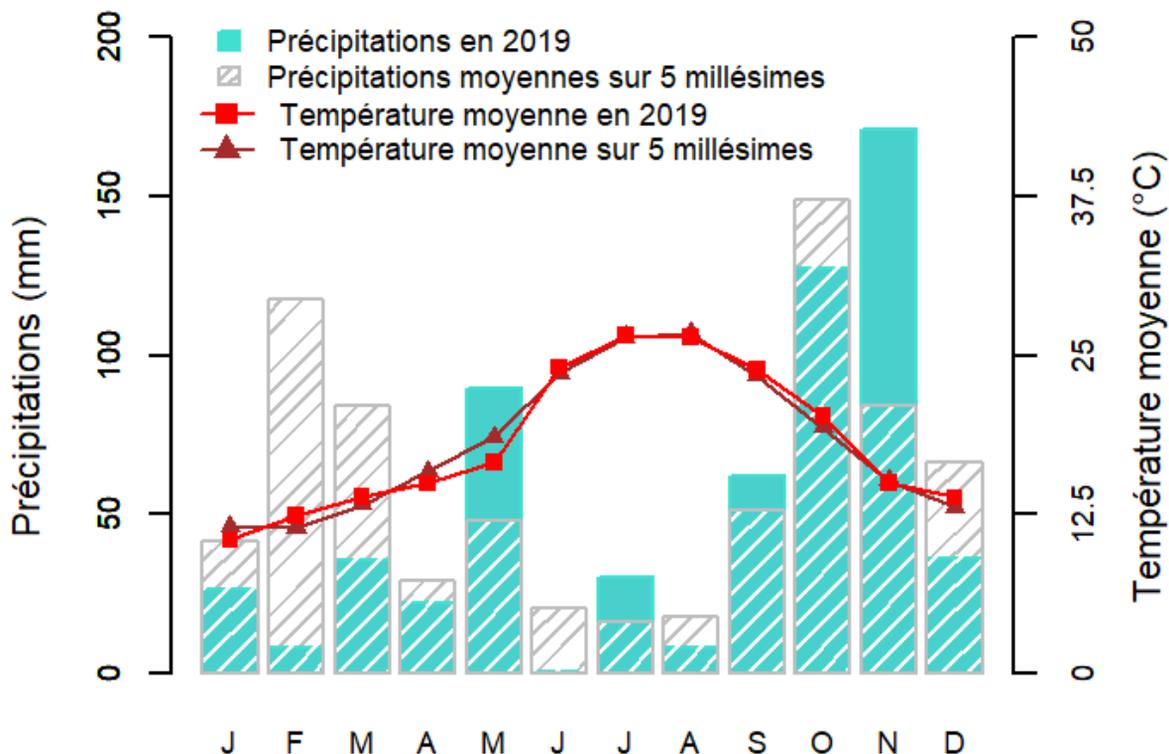
2) Résultats 2019

2.1. Caractérisation climatique du millésime 2019

- Le millésime 2019 a été caractérisé à partir des données acquises sur la **station météo** la plus proche du réseau d'étude, située à Alistro (station MétéoFrance).
- Les **précipitations** ont été **globalement faibles** (615.8 mm) comparées aux 5 derniers millésimes (724,8 mm par an en moyenne), surtout en début d'année (Fig. n° 6). Les mois de mai et novembre sont caractérisés par une forte pluviométrie.
- La **température moyenne mensuelle** est calculée à partir des températures moyennes journalières (la moyenne entre les températures minimales et maximales de la journée représente la température moyenne journalière).
Les données de températures mensuelles acquises sur la station météoFrance de San-Giuliano-Alistro, ont été moyennées sur les cinq derniers millésimes.

Sur la moyenne des cinq dernières années : le millésime 2019 présente la **température la plus élevée en février et la plus basse en mai**. Il reste **comparable** sur les **autres mois**, en particulier en juin, juillet, août et septembre (Fig. n° 6).

Figure 6 : Diagramme représentant la pluviométrie et la température pour le millésime 2019 (station météoFrance de San Giuliano-Alistro)



Ce qu'il faut retenir des conditions climatiques en 2019

Le millésime **2019** se caractérise sur la zone étudiée par une **faible pluviométrie**. Par rapport aux températures moyennes des cinq dernières années, les **températures** de 2019 sont **plus élevées en février** et **plus basses en mai**. Elles sont **comparables sur les autres mois en particulier de juin à septembre**.

2.2. Suivi et modélisation climatologique du réseau

2.2.1. Variations des températures relevées sur le réseau

2.2.1.1. L' amplitude thermique

- L'**amplitude thermique journalière** (Fig. n° 7) représente la différence de température entre la parcelle la plus chaude et la parcelle la plus froide.

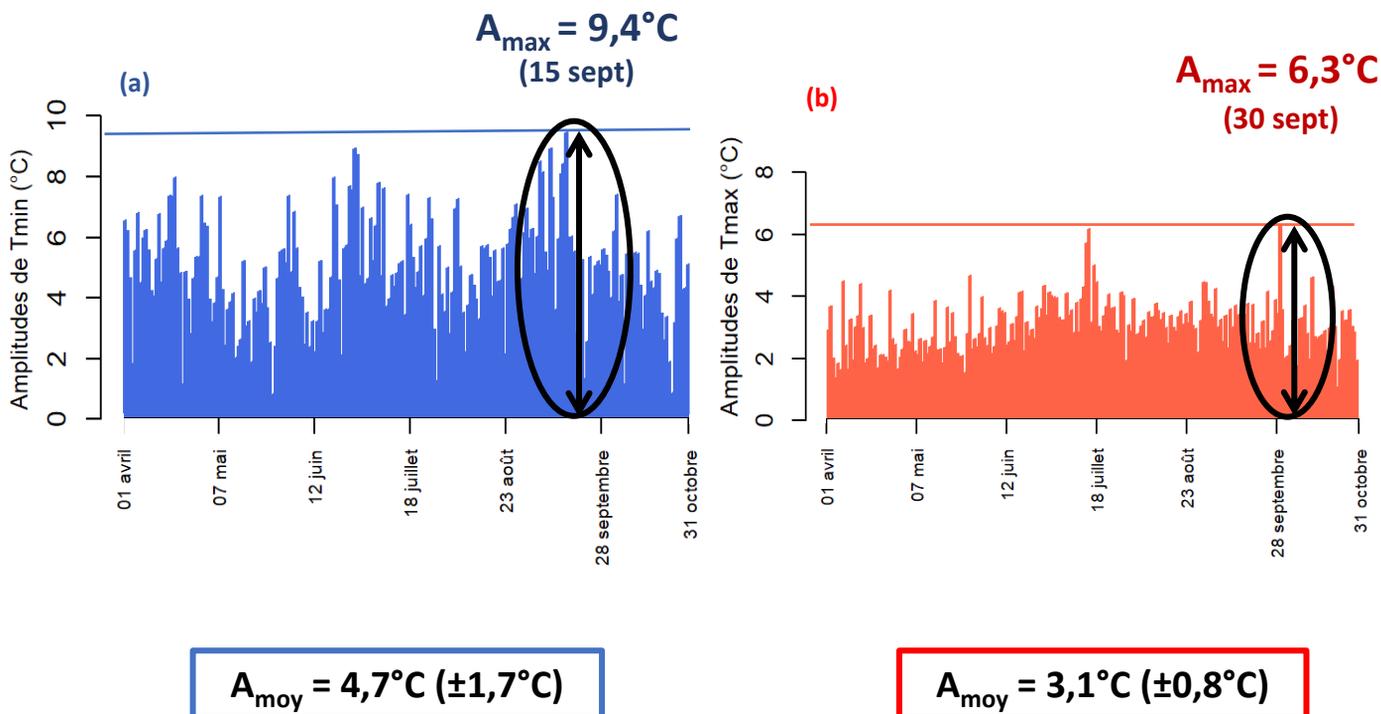
Ces différences sont **plus grandes pour les températures minimales** (Fig. n° 7a) que pour les températures maximales (Fig. n° 7b), avec une amplitude thermique journalière moyenne sur la saison de végétation de 4,7°C pour les températures minimales contre 3,1°C pour les températures maximales.

- Les différences de température entre parcelles sont **liées aux conditions météorologiques** : lors d'une journée pluvieuse, les températures sont globalement proches car il y a plus de brassages de l'air que lors d'une journée ensoleillée.
- Sur la zone Linguizzetta-Ghisonaccia, ces **différences sont très marquées**, jusqu'à **9,4°C d'écart** pour les températures minimales entre la parcelle la plus chaude et la parcelle la plus froide.

Données température

Chaque heure, les capteurs enregistrent la température maximale, la température minimale et la température instantanée.

Figure 7 : Amplitudes de température minimale (a) et maximale (b) sur le réseau pour la saison de végétation 2019



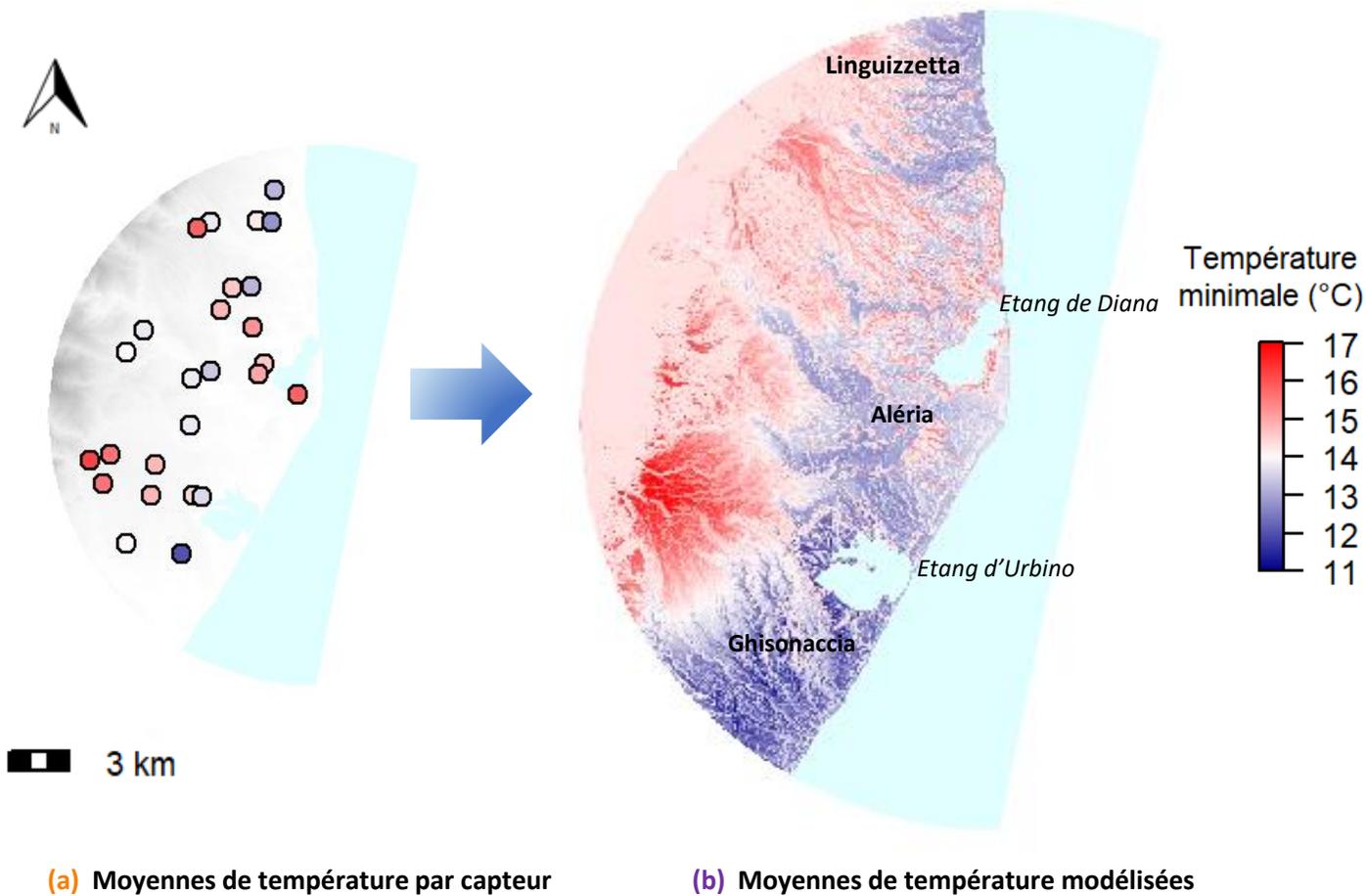
A_{moy} : Amplitude thermique moyenne

A_{max} : Amplitude thermique maximale

2.2.1.2. Analyse des températures minimales du réseau

- Les **moyennes** des températures minimales enregistrées par parcelle **durant la saison de végétation** sont comprises entre **12** et **16,3 °C** (Fig. n° 8 a et b).

Figure 8 : Températures minimales moyennes sur la saison de végétation (1^{er} avril au 30 octobre) en 2019 par capteur (a) et modélisées (b)



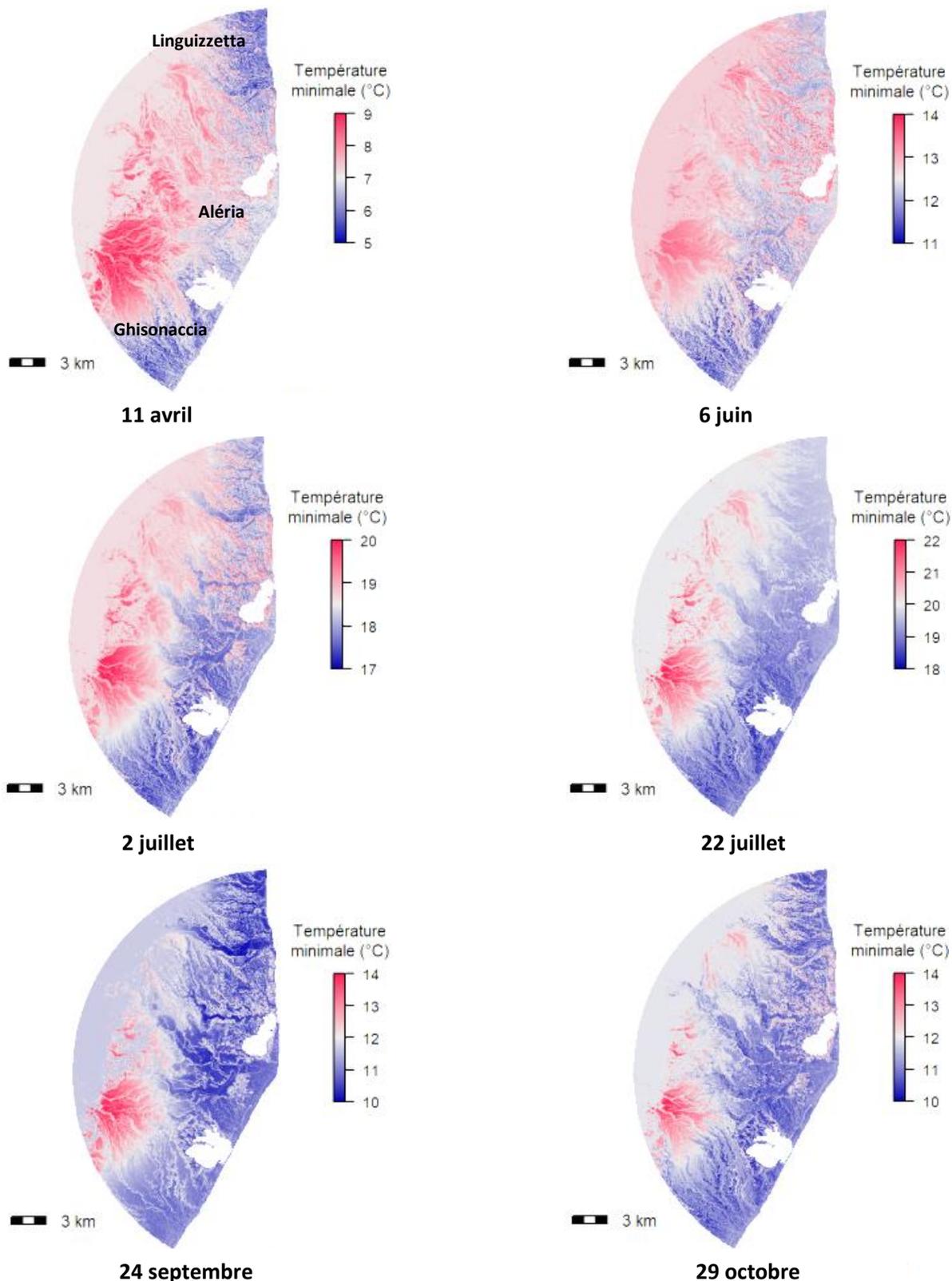
- Observation des cartes de température :

Les cartes de température permettent de visualiser la répartition des températures minimales moyennes durant la saison de végétation sur la zone d'étude. **Les zones plus chaudes se situent en altitude et autour de l'étang de Diana** tandis que des **zones plus froides se situent le long de la côte, au Nord et autour de l'étang d'Urbino** (Fig. n° 8 a et b).

Quelle que soit la journée considérée, la **répartition spatiale** des températures minimales est **constante au cours de l'année** (Fig. n° 9). Quelles que soient les conditions météorologiques, les zones chaudes et les zones froides sont toujours les mêmes pour les températures minimales.

Ces observations demandent une confirmation qui sera réalisée grâce à l'analyse des températures sur plusieurs millésimes.

Figure 9 : Cartes des températures minimales journalières modélisées en 2019



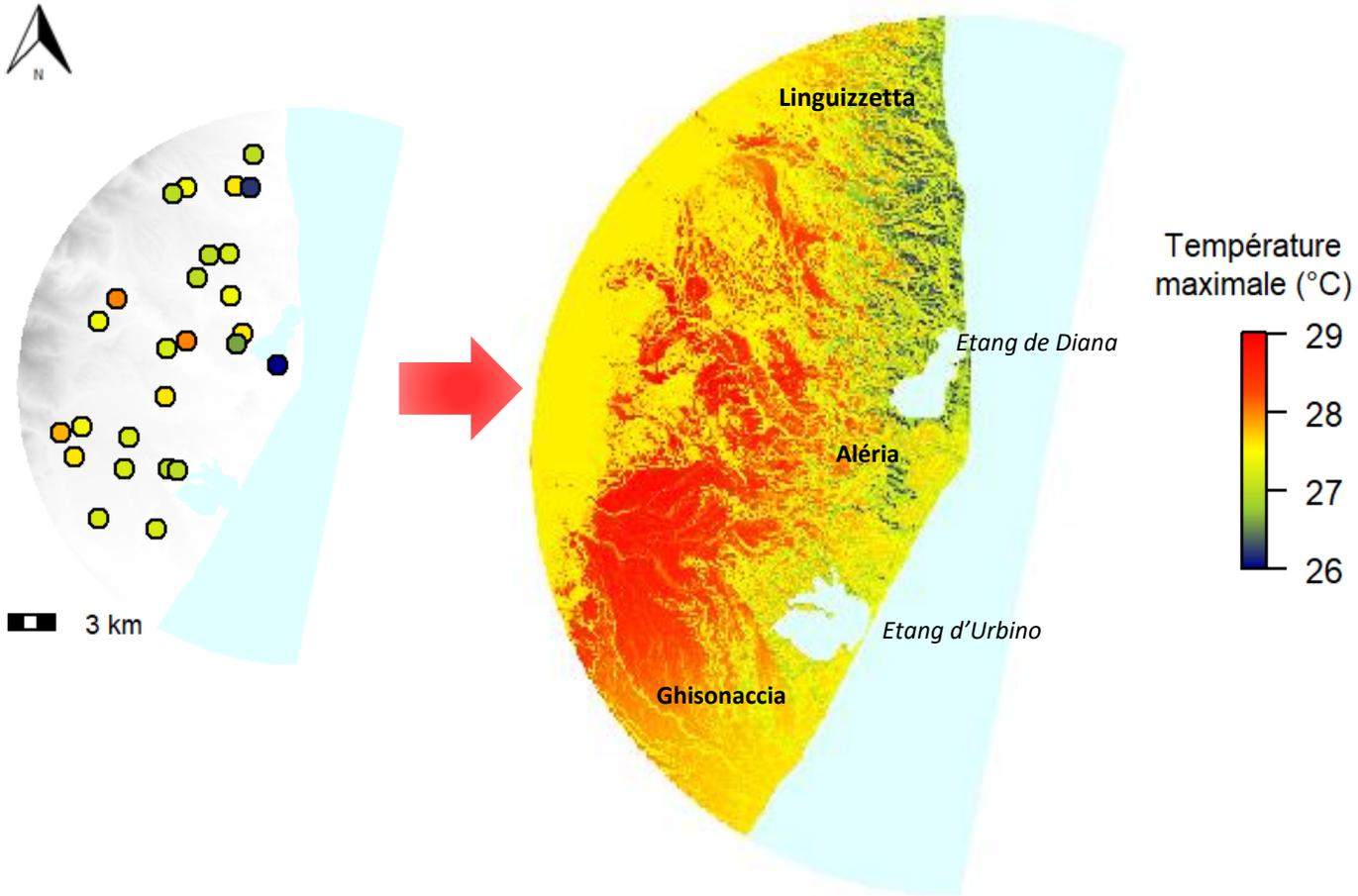
• Relations validées statistiquement entre variables topographiques et température minimale :

Les **effets** de l'**altitude**, de la **longitude** et de la **distance à la mer** sur les températures minimales sont **confondus**. Ces variables topographiques influencent les températures minimales : **plus une parcelle est en altitude et distante de la mer, plus elle présentera des températures minimales élevées** (Fig. n° 12 page 14).

2.2.1.3. Analyse des températures maximales du réseau

- Les **températures maximales moyennes** durant la **saison de végétation** sont caractérisées par des **moyennes** comprises entre **26.1°C et 28°C** (Fig. n° 10 a et b).

Figure 10 : Températures maximales sur la saison végétative (1^{er} avril au 30 octobre) en 2019 par capteur (a) et modélisées (b)



(a) Moyennes de température par capteur

(b) Moyennes de température modélisées

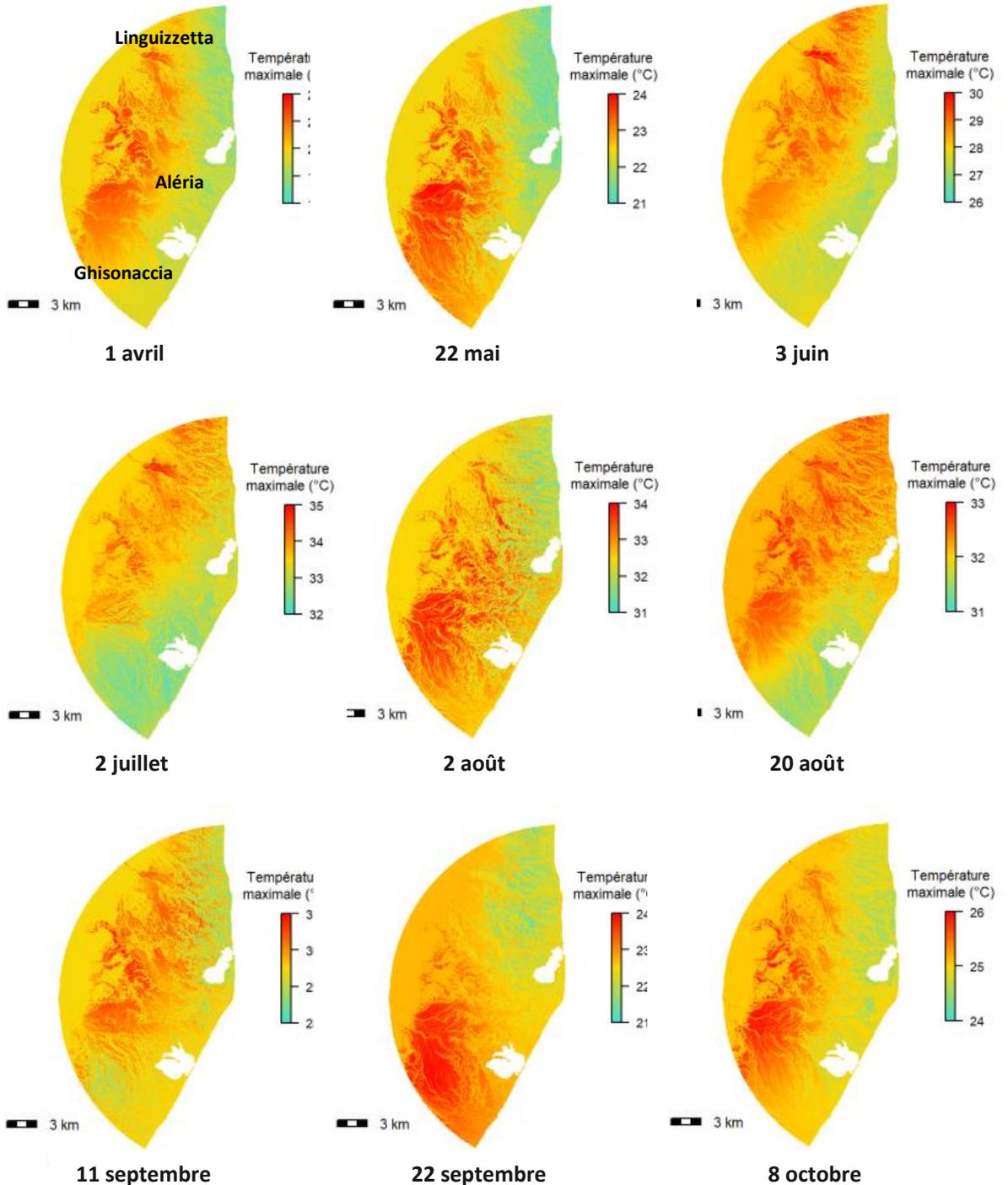
- Observation des cartes de température :

Durant la **saison de végétation**, les **températures maximales moyennes** se caractérisent par un gradient d'Ouest en Est : **les parcelles les plus éloignées de la mer et dont l'altitude est la plus élevée présentent des températures maximales plus chaudes** (Fig. n° 10 a et b).

La **répartition spatiale journalière** des températures maximales est **variable dans le temps**. Selon les jours considérés, les **zones chaudes** pour les températures maximales sont **parfois au Nord, parfois au Sud** (Fig. n° 11). La répartition spatiale des températures maximales **dépend des conditions météorologiques** (temps ensoleillé, temps couvert, pluies...). Les différences entre la zone la plus chaude et la zone la plus froide sont plus ou moins marquées selon les jours et vont de 1 à 5 °C.

Ces observations demandent à être confirmées en étudiant les températures sur plusieurs millésimes.

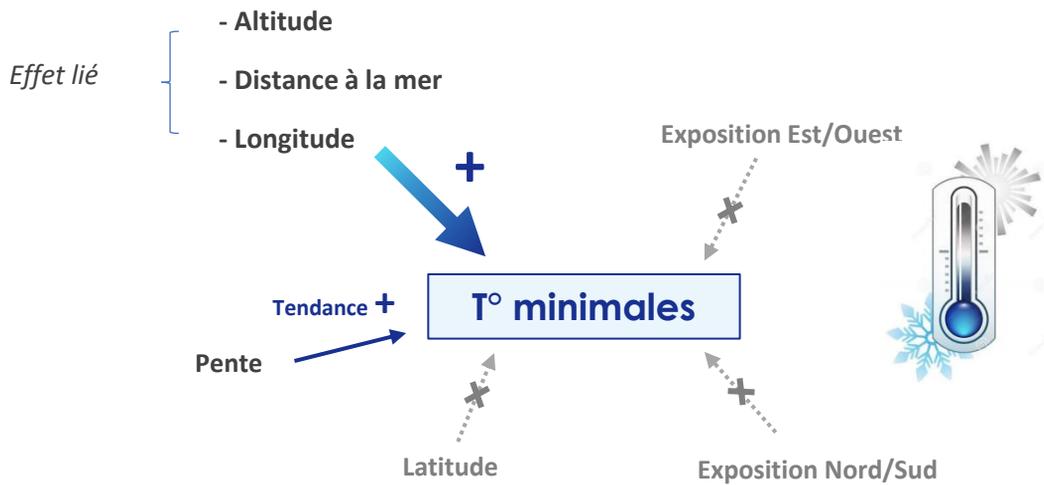
Figure 11 : Cartes des températures maximales journalières modélisées en 2019



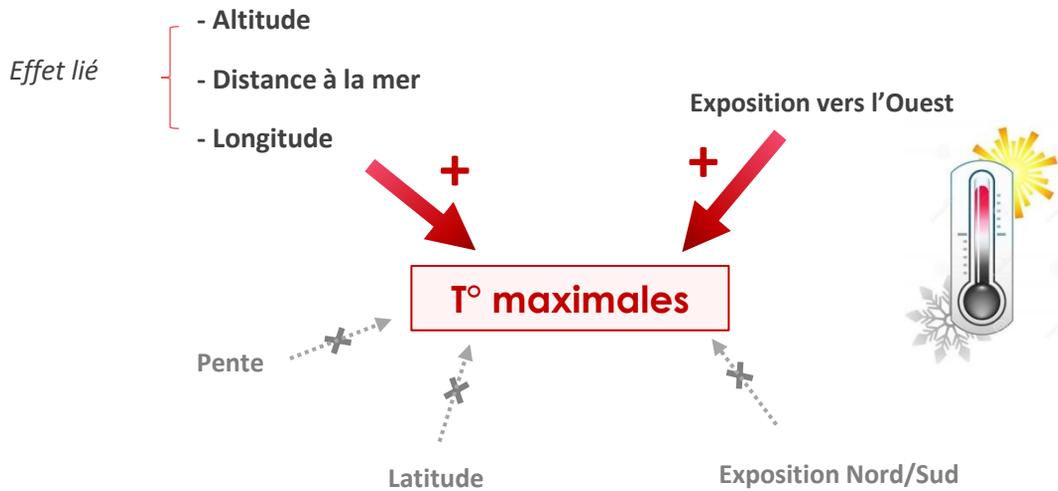
- Relations validées statistiquement entre variables topographiques et températures maximales :
 Les **effets de l'altitude**, de la **longitude** et de la **distance à la mer** sur les températures maximales sont **confondus**. **Plus une parcelle est en altitude et distante de la mer, plus elle sera soumise à des températures maximales élevées.**
 L'**exposition Est/Ouest** est un autre **facteur influençant** les températures maximales : **les parcelles orientées vers l'Ouest ont des températures maximales plus chaudes** (Fig. n° 12 page 14).

Figure 12 : Synthèse de l'impact des variables topographiques sur les températures minimales (a) et maximales (b)

(a)



(b)



Ce qu'il faut retenir des variations de température sur le réseau

Dans nos conditions d'expérimentation, en Côte orientale les **différences** sont **moins marquées pour les températures maximales** que pour les températures minimales.

L'**étude statistique** des données a permis de mettre en évidence les liens pouvant exister entre certaines variables topographiques et la température.

Températures minimales :

Elles présentent des **moyennes** comprises entre **12.3°C** et **16.9°C** sur la **saison de végétation**. Les températures minimales sont plus **élevées en altitude et loin de la mer**, tandis qu'elles sont plus **froides** à proximité de la **mer, à basse altitude**. Leur **répartition spatiale varie peu durant l'année**.

Températures maximales :

Elles présentent des **moyennes** comprises entre **26.1°C** et **28.1°C** sur la saison de végétation. Globalement les températures maximales sont plus **élevées en altitude**, tandis qu'elles sont plus **froides** à proximité de la **mer**. Les parcelles **exposées vers l'Ouest** sont plus **chaudes**. Toutefois, cette **répartition spatiale varie** fortement **selon les conditions météorologiques**.

Ces résultats doivent être confortés par plusieurs années d'expérimentation.

2.2.2. Calcul d'indice bioclimatique adapté à la viticulture : indice de Huglin

- Si la partie précédente a permis de mettre en évidence des zones plus ou moins chaudes, l'indice de Huglin est fréquemment utilisé pour caractériser le potentiel viticole d'une région. Cet indice est bien corrélé aux stades phénologiques de la vigne ainsi qu'à la teneur en sucres des raisins.
- L'indice de Huglin est calculé à partir des **cumuls des températures supérieures à 10°C** (valeur considérée comme la **température minimale nécessaire au développement de la vigne**), sur la saison de végétation (du 1^{er} avril au 30 septembre). Il est basé sur la **température moyenne** mais aussi la **température maximale et la durée d'ensoleillement** (coefficient k), ce qui permet d'intégrer le rayonnement reçu par la plante.

$$\text{Indice de Huglin } (^{\circ}\text{Cjours}) = \sum_{1 \text{ avril}}^{30 \text{ septembre}} \frac{(T_{\text{moyenne}} - 10) + (T_{\text{maximale}} - 10)}{2} \times k$$

Avec k = coefficient de longueur de jour (1,02)

- Cet indice permet d'identifier les secteurs chauds et les secteurs froids sur la zone d'étude (Fig. n° 14 page suivante) : les parcelles situées les plus en **altitude et éloignées de la mer** sont caractérisées par des **cumuls plus importants de température** et de **rayonnement** durant la **saison de végétation**.
- Sur les parcelles du réseau, l'indice de Huglin varie en cumul de 2455 °Cjours à 2848 °Cjours. Un **écart de 393 °Cjours** est calculé entre la parcelle la plus chaude et la plus froide, indiquant **potentiellement des différences importantes de phénologie et de maturation** sur le réseau. Ainsi, d'après les classes de climats définies selon l'indice de Huglin (Tonietto, 1999), sur les terroirs de la zone étudiée (Linguizzetta-Ghisonaccia) le climat peut être catégorisé en tant que « **climat viticole chaud** » (Fig. n° 13).

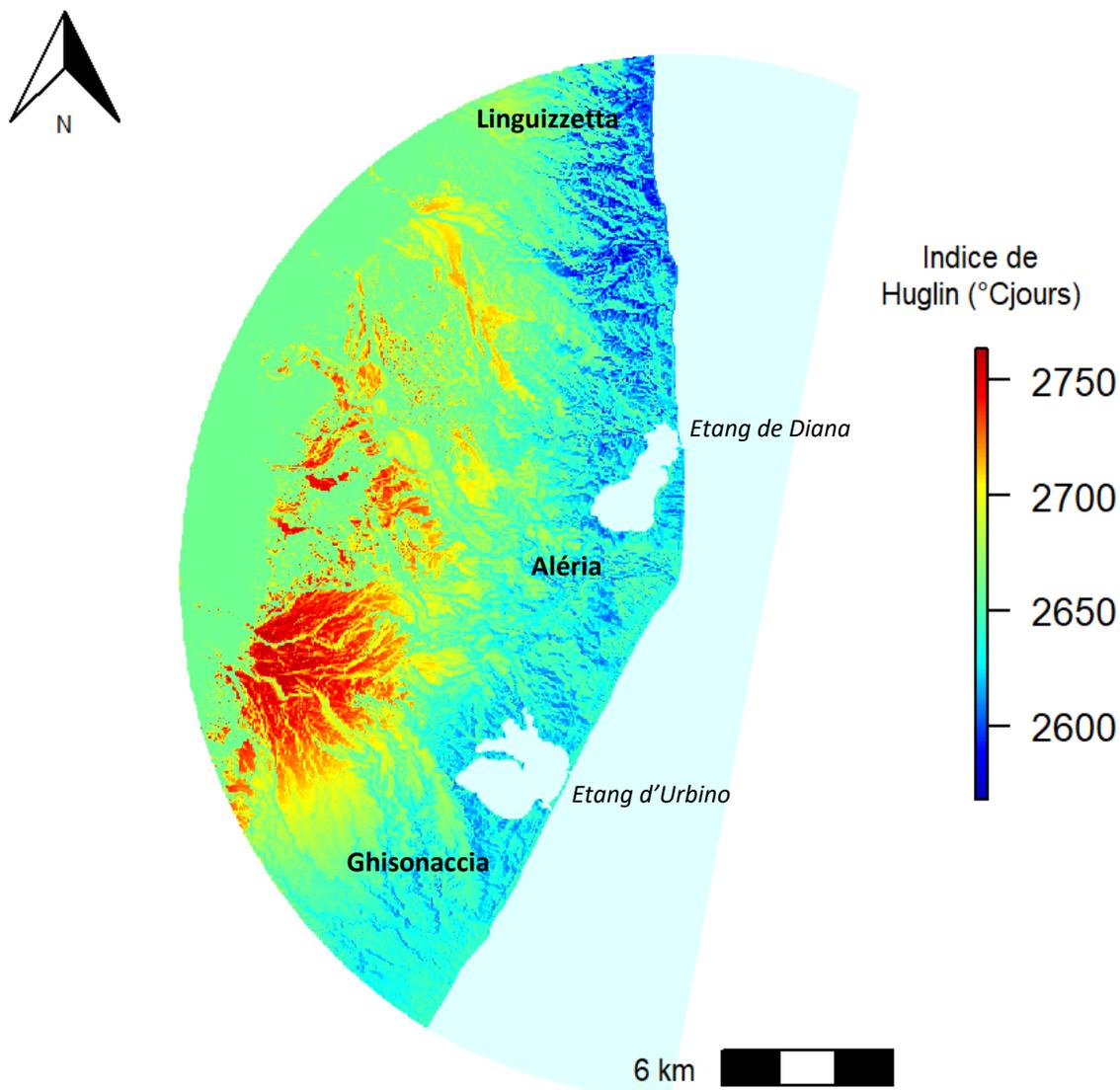
Figure 13 : Classes des climats viticoles selon l'indice de Huglin (HI) d'après la classification de Tonietto

Classes de climat	Intervalle de classe
Très frais	HI ≤ 1500
Frais	1500 < HI ≤ 1800
Tempéré	1800 < HI ≤ 2100
Tempéré chaud	2100 < HI ≤ 2400
Chaud	2400 < HI ≤ 3000
Très chaud	3000 < HI



Zone étudiée
 Linguizzetta-Ghisonaccia

Figure 14 : Indice de Huglin modélisé sur la zone d'étude en 2019



Ce qu'il faut retenir de l'indice de Huglin

Dans nos conditions d'expérimentation, les terroirs de la zone Linguizzetta-Ghisonaccia peuvent être catégorisés en tant que **climat viticole chaud** selon l'indice de Huglin. Au sein du réseau, des **différences locales** de cumuls de température peuvent entraîner des **écarts de maturité**.

Sur la période de végétation, les secteurs recevant un **cumul de température plus important** sont situés en **altitude et éloignés de la mer**.

Ces résultats doivent être confortés par plusieurs années d'expérimentation.

2.3. Caractérisation pédologique du réseau

- Les sols de chaque placette ont été caractérisés selon leur **type** (d'après le référentiel pédologique français) et leur **texture** (Fig. n° 15 et 17).

L'observation et la description de l'ensemble des fosses pédologiques et des sondages à la tarière ont bénéficié de la présence de Julie Demartini, spécialiste des sols à l'ODARC.

Le type de sol de certaines placettes n'ayant été déterminé qu'à partir de l'observation de sondages à la tarière, il est susceptible d'être réactualisé par l'analyse future de fosses pédologiques, plus précises.

Différents types de sol sont observés sur le réseau, avec une majorité de **BRUNISOLS** (Fig. n° 17), de **sols sableux** et **sablo-argileux**. On observe aussi des LUVISOLS, FERSIALSOLS, PELOSOLS, PEYROSOLS, FLUVIOSOLS. Il existe également des CALCOSOLS, PLANOSOLS, ANTHROPOSOLS, CALCISOL et RÉDUCTISOL, représentés plus marginalement. Les variations de types de sol sur une même parcelle sont fréquentes.

Figure 15 : Répartitions des 101 placettes du réseau selon leur type et texture de sol

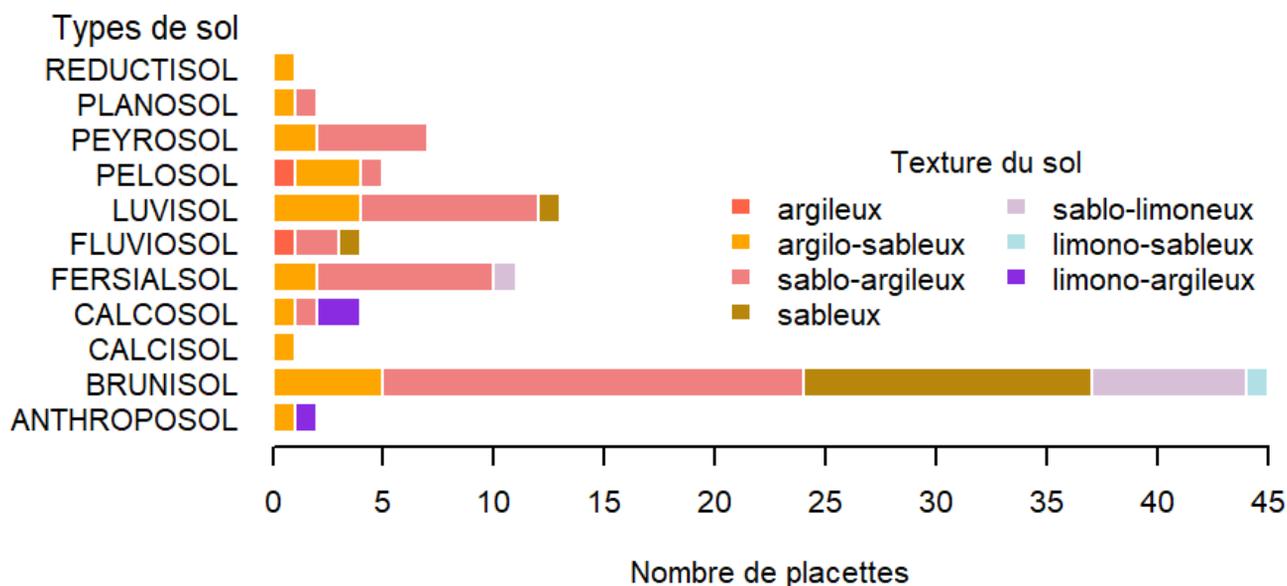


Figure 16 : Etude de fosse pédologique sur une parcelle du réseau



Figure 17 : Répartition des types de sol pour les placettes de chaque parcelle

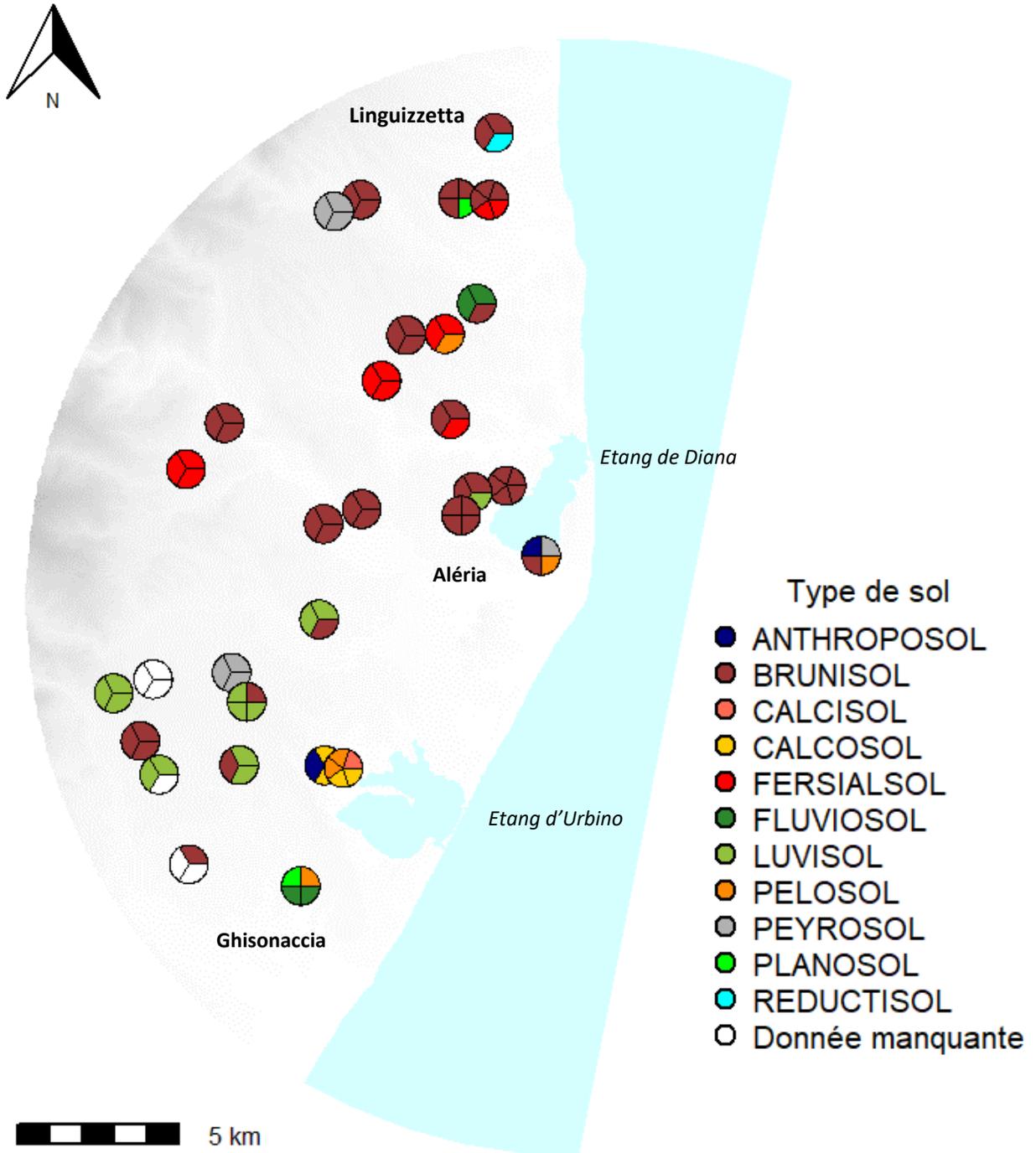
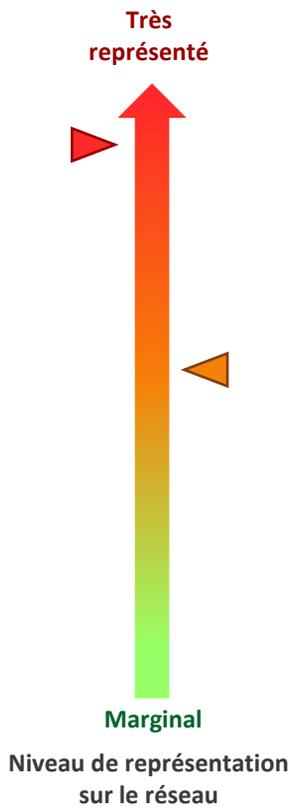


Figure 18 : Fosses pédologiques et sondages tarière des différents types de sols observés sur les parcelles du réseau



BRUNISOL



LUVISOL

Sol caractérisé par un horizon d'altération de la roche mère bien développé et par une structure aérée, favorable à l'activité biologique.

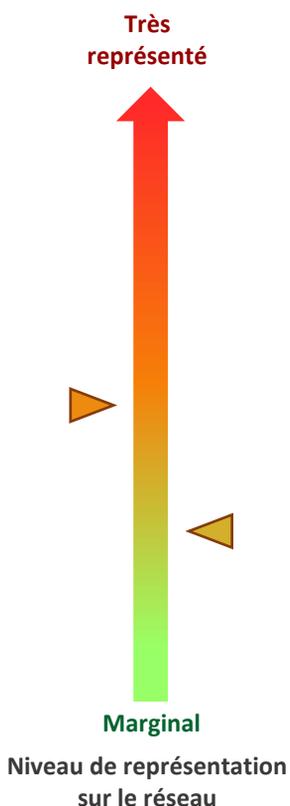
Ce sont des sols généralement qualitatifs en viticulture, bien que leur fonctionnement agronomique soit variable en termes de précocité, d'alimentation hydrique et azotée.

Sol caractérisé par un déplacement d'argile vers les horizons plus profonds. Il en résulte des horizons supérieurs peu colorés car moins riches en argile et en fer, moins structurés et plutôt perméables. Les horizons situés plus en profondeur sont plus colorés car enrichis en argile et en fer et moins perméables.

Ces sols peuvent être qualitatifs en viticulture. Leur fonctionnement agronomique est variable en termes de précocité, d'alimentation hydrique et azotée.



FERSIALSOL



PEYROSOL

Sol issu d'une altération des minéraux primaires, accompagnée d'une libération de fer, lequel se lie avec les minéraux argileux. Par cette présence de fer, il est caractérisé par des couleurs rouges vives. Ce processus est souvent associé au climat méditerranéen.

Ce sont des sols généralement qualitatifs en viticulture, bien que leur fonctionnement agronomique soit variable en termes de précocité, d'alimentation hydrique et azotée.

Sol caractérisé par une proportion en éléments grossiers (graviers, cailloux, pierres...) très importante, supérieure à 60%. Ces éléments sont présents sur une épaisseur conséquente, dès la surface, ce qui représente une contrainte physique pour une utilisation agricole. Ce sont des sols généralement qualitatifs en viticulture bien que leur fonctionnement agronomique soit variable en termes de précocité, d'alimentation hydrique et azotée.



PELOSOL

Très représenté



Marginal
Niveau de représentation sur le réseau



FLUVIOSOL

Sol très riche en argile (issue de sédiments argileux) et en limons fins. C'est un sol assez jeune et la forte abondance en argile limite l'évolution et l'altération minéralogique et chimique : il se distingue peu de la roche mère. La forte proportion en argile des horizons situés à moyenne profondeur engendre une rétention très forte de l'eau dans les particules argileuses : elle ne stagne donc pas autour des racines en période humide. Néanmoins, le caractère imperméable de ces horizons peut entraîner l'engorgement des horizons en surface.

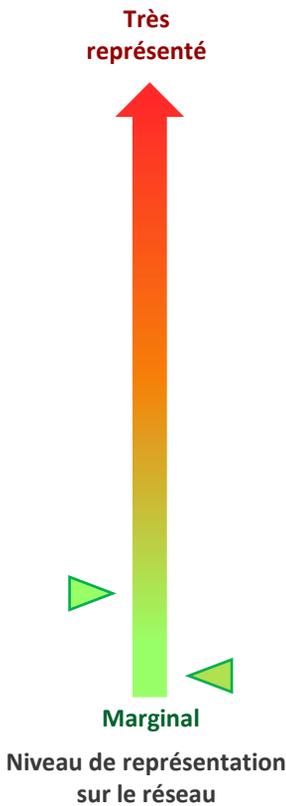
Lorsque ces sols sont situés en hauteur, ils sont mieux drainés et peuvent être qualitatifs en viticulture.

Sol se développant dans des alluvions (dépôt de sédiments) issus des cours d'eau, fleuves, mers ou lacs. De par sa situation basse dans le paysage, il est caractérisé par la présence d'une nappe d'eau, permanente ou temporaire.

Ce sont des sols généralement moins qualitatifs en viticulture du fait de l'absence de contrainte hydrique.



CALCOSOL



CALCISOL

Sol caractérisé par la présence d'au moins deux horizons calcaires, riches en calcium, stocké sous forme de carbonates de calcium (CaCO_3). Il se caractérise par un pH basique (proche de 8).
 Ce sont des sols communément décrits comme qualitatifs en viticulture, particulièrement pour les cépages blancs. Leur fonctionnement agronomique est variable en termes de précocité, d'alimentation hydrique et azotée.

Sol décarbonaté en surface qui présente peu ou pas d'éléments grossiers (graviers, cailloux, pierres). Il est caractérisé par un pH proche de 7,5. Les horizons plus profonds sont riches en carbonates de calcium et en magnésium.
 Plus fertiles que les calcosols, ces sols présentent également une réserve hydrique plus importante, ce qui peut conférer plus de vigueur à la vigne.



Très représenté



Marginal

Niveau de représentation sur le réseau



Sol caractérisé principalement par une différence marquée entre les différents horizons (généralement due à la texture). Les horizons de surface sont perméables, avec une texture grossière (sable, limons, éléments grossiers) et présentent saisonnièrement des excès d'eau. Les horizons inférieurs sont plus imperméables et souvent riches en argile.

Ces sols sont parfois difficiles à mettre en valeur à cause de la présence saisonnière de nappe d'eau, mais selon leur localisation, s'ils sont bien drainés, ils peuvent être qualitatifs en viticulture.

Sol caractérisé par une saturation en eau permanente ou quasi-permanente, liée aux fluctuations d'une nappe d'eau permanente profonde.

L'utilisation de ce type de sol en viticulture nécessite un assainissement, par exemple par la mise en place d'un drain.



Très représenté



Marginal

Niveau de représentation sur le réseau

Sol entièrement façonné ou fortement transformé par l'Homme, si bien que sa nature pédologique originelle n'est plus reconnaissable (apport de matériaux extérieurs, labour profond fréquent, forts apports de matières minérales, sur-fertilisation organique, construction de terrasses...)

Ce qu'il faut retenir de la pédologie du réseau

Dans nos conditions d'expérimentation, les sols du réseau sont majoritairement des **BRUNISOLS**, des sols **sableux** et **sablo-argileux**. Il existe aussi des LUVISOLS, FERSIALSOLS, PELOSOLS, PEYROSOLS, FLUVIOSOLS AINSI QUE DES CALCISOLS, CALCOSOLS, PLANOSOLS, ANTHROSOLS et RÉDUCTISOL, représentés plus marginalement.

Ces résultats doivent être confortés par plusieurs années d'expérimentation.

2.4. Caractérisation du régime hydrique du réseau

2.5.2. Mesure de la contrainte hydrique durant la maturation

- La mesure du **Delta ^{13}C** sur les moûts issus des contrôles de maturité (Fig. n° 19 et 20) fournit une **indication** sur la **contrainte hydrique subie par la vigne** durant la **maturation** : plus la valeur est négative et plus la contrainte ressentie est faible. Cette mesure prend donc en compte l'irrigation.
- Les mesures de Delta ^{13}C montrent qu'un **grand nombre de parcelles** n'a **pas subi de contrainte hydrique** ou seulement une **faible contrainte** (Fig. n° 19).
Sans surprise, l'irrigation permet de diminuer la contrainte hydrique ressentie par la vigne. Avec 40% de parcelles irriguées sur le réseau, **peu de vignes** ont subi des **contraintes hydriques modérées à fortes**

Figure 19 : Carte du Delta ^{13}C mesuré pour les placettes de chaque parcelle en 2019.

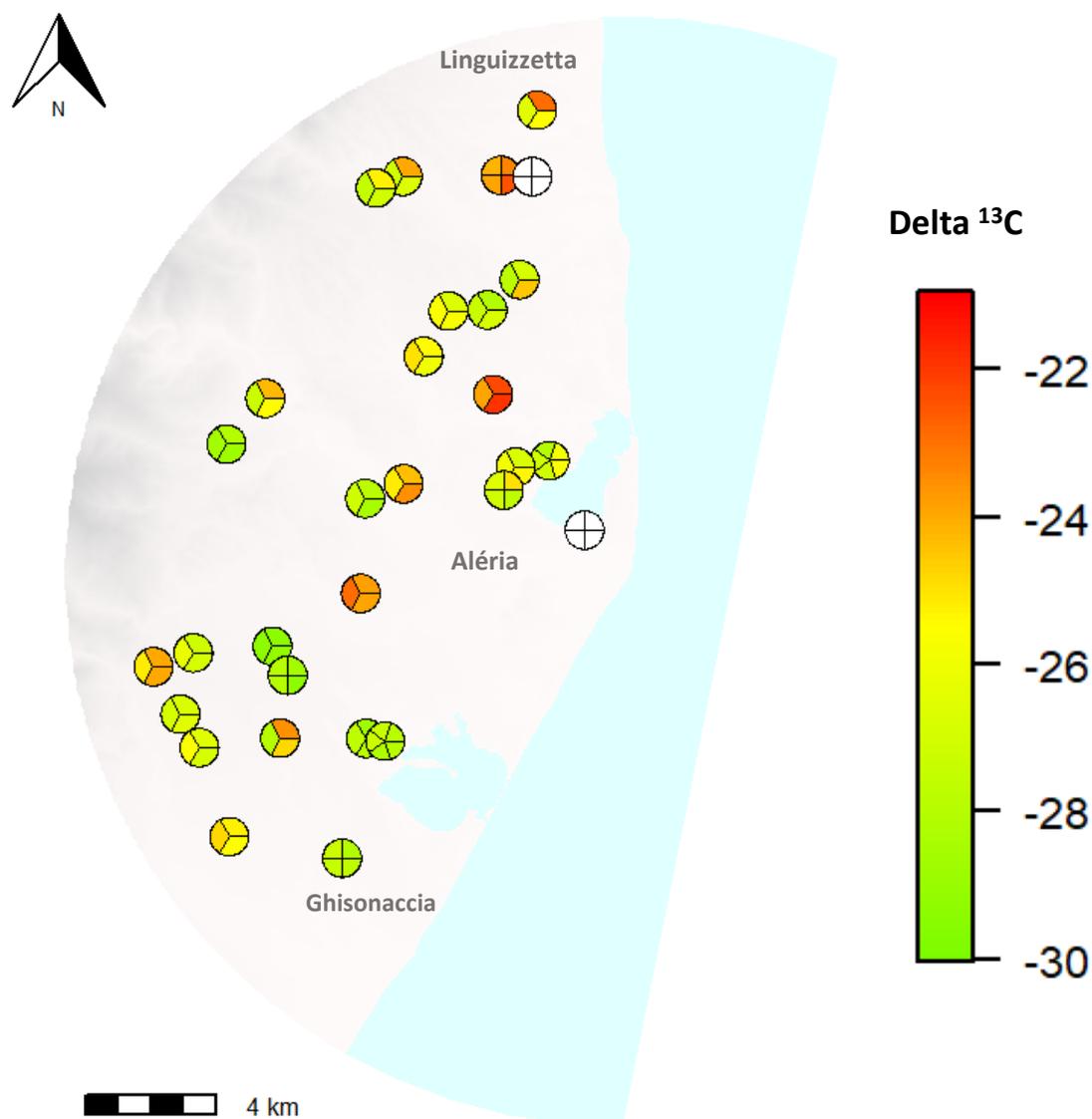


Figure 20 : Valeurs de référence de Delta ¹³C (source : Institut Français de la Vigne et du Vin)

Delta ¹³ C obtenu (‰)	Contrainte hydrique associée
-21,5 < D C13	Sévère
-23 < D C13 < -21,5	Modérée à sévère
-24,5 < D C13 < -23	Faible à modérée
-26 < D C13 < -24,5	Faible
D C13 < - 26	Absente

Pour rappel

La discrimination isotopique du carbone 13 ($\delta^{13}C$) est réalisée sur les sucres du moût à maturité. Dans le CO₂ atmosphérique, le carbone est présent sous la forme de deux isotopes ¹²C (à 99%) et ¹³C. Le ¹²C, plus léger, est préférentiellement utilisé par la plante lors de la photosynthèse.

En conditions de contrainte hydrique, les stomates se ferment pendant la journée ce qui réduit les échanges gazeux et donc la photosynthèse. Ainsi, dans ces conditions, l'utilisation du ¹²C diminue et une quantité plus importante de ¹³C est assimilée par la plante, modifiant le rapport ¹³C/¹²C. (Van Leeuwen et al. 2003)

2.4.2. Mise en relation entre la mesure de contrainte hydrique ressentie par la vigne et le type de sol

Dans les conditions du millésime 2019 (précipitations modérées), la mesure de Delta ^{13}C réalisée sur les raisins a été mise en relation avec le type de sol (Fig. 21).

A l'échelle du réseau, la **contrainte hydrique** ressentie par la vigne **semble moins élevée** sur les **FLUVIOSOLS**.

Le niveau de contrainte hydrique ressenti sur les **BRUNISOLS**, **FERSIALSOLS** et **LUVISOLS** est plus **variable** avec une contrainte hydrique parfois légère à sévère.

Les ANTHROPOSOLS, CALCISOLS, CALCOSOLS, PELOSOLS, PEYROSOLS, PLANOSOLS, et REDUCTISOLS ne sont pas assez représentés sur le réseau pour conclure quant à la contrainte hydrique ressentie sur ces types de sols.

Figure 21 : Boxplot des valeurs de delta 13C mesurées par type de sol (répartition des types de sol disponible en figure 15)

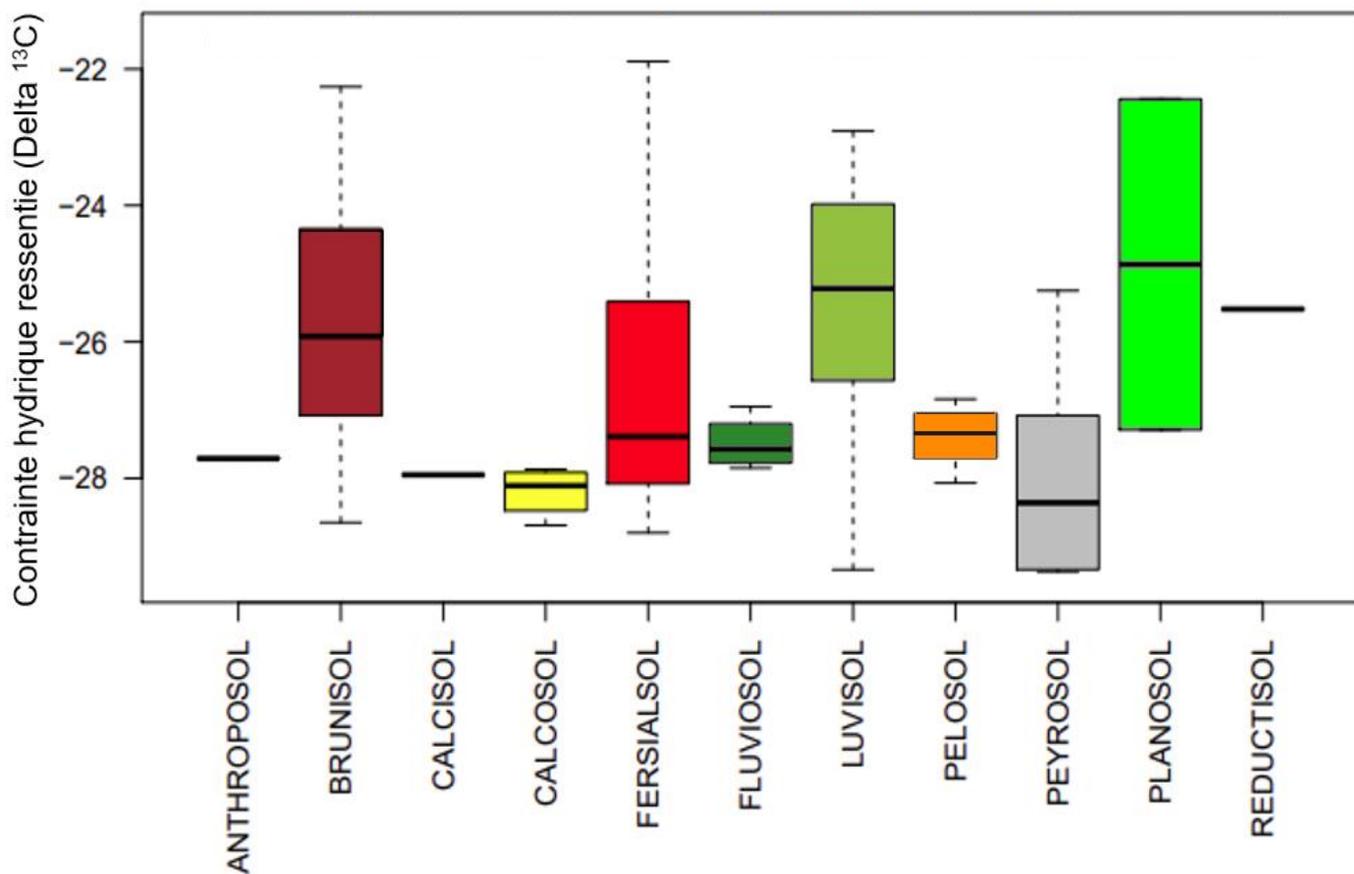


Figure 17 : Répartition des types de sol pour les placettes de chaque parcelle

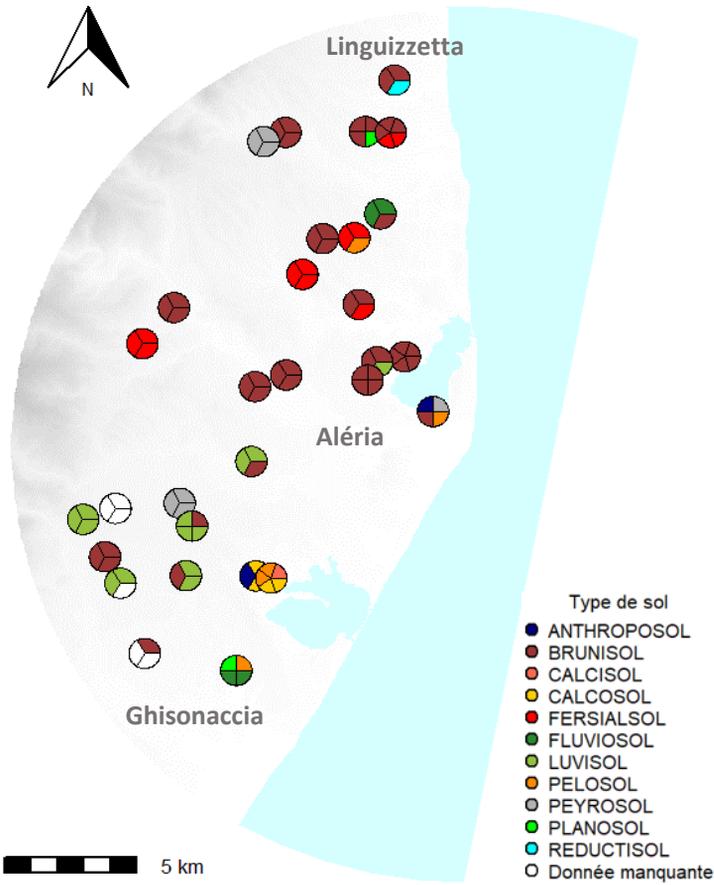
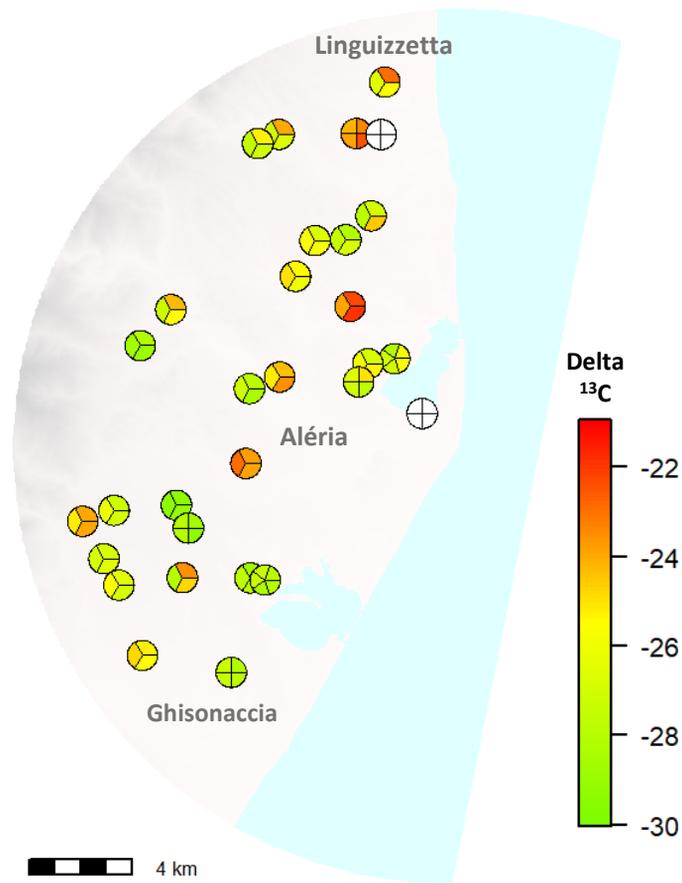


Figure 19 : Carte du Delta ¹³C mesuré pour les placettes de chaque parcelle en 2019.



Ce qu'il faut retenir du régime hydrique du réseau

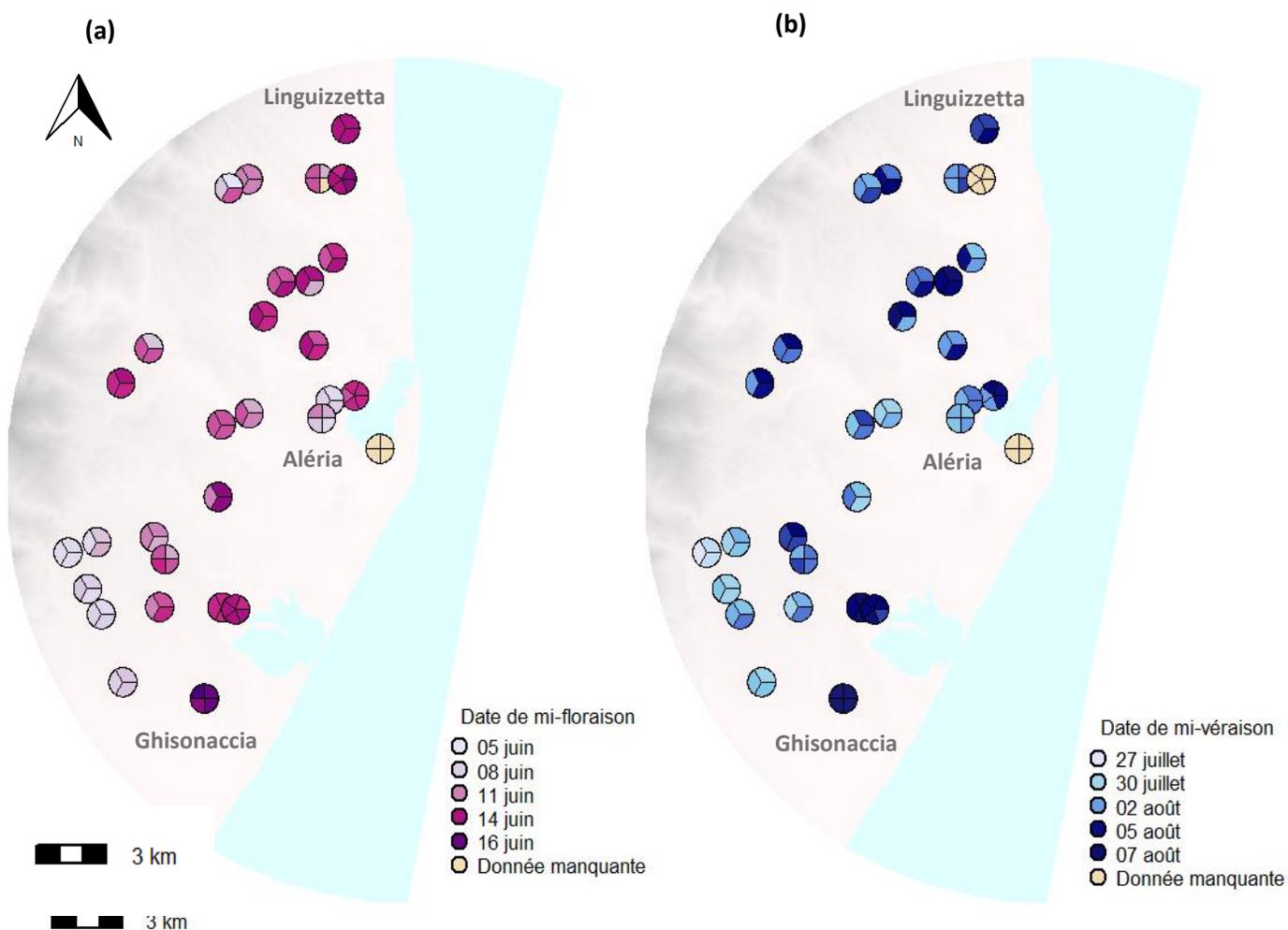
Les niveaux de **contrainte hydrique** ressentis sont **généralement faibles à nuls**. Ils dépendent de l'irrigation de la parcelle et semblent aussi liés au type de sol.

Ces résultats doivent être confortés par plusieurs années d'expérimentation.

2.4. Suivi phénologique du réseau : floraison et véraison

- Lors de la **floraison** ainsi que lors de la **véraison**, un **écart de 11 jours** est mesuré entre la parcelle la plus précoce et la plus tardive (Fig. n° 22 et 23).
Ainsi, **selon la localisation** des parcelles, un **décalage conséquent** dans le développement phénologique peut être observé au niveau inter-parcellaire.
- Les parcelles les plus précoces à la floraison ne le sont pas toujours à la véraison.
- Globalement, il existe peu de décalage entre les dates de mi-floraison des différentes placettes d'une même parcelle, de même pour les dates de mi-véraison (Fig. n° 22).
Ainsi, au niveau **intra-parcellaire**, le **déroulement des stades phénologiques est plutôt homogène**.

Figure 22 : Comparaison des dates de mi-floraison (a) et mi-véraison (b) pour les 3, 4 ou 5 placettes de chaque parcelle en 2019



- Pour la floraison et la véraison, les parcelles les **plus précoces** sont celles soumises aux **températures maximales les plus élevées** dans les secteurs où les **altitudes sont les plus élevées**, soit entre 80 et 120 m (Fig. n° 23 et 24).
Un autre facteur influençant les dates de floraison est l'exposition Est/Ouest : les parcelles les plus **exposées à l'Ouest** présentent une **floraison plus précoce**. Les autres variables étudiées ne sont pas statistiquement liées aux dates de floraison et de véraison (Fig. n° 26 page 33).

Figure 23 : Dates de mi-floraison (a) et mi-véraison (b) par parcelle en 2019

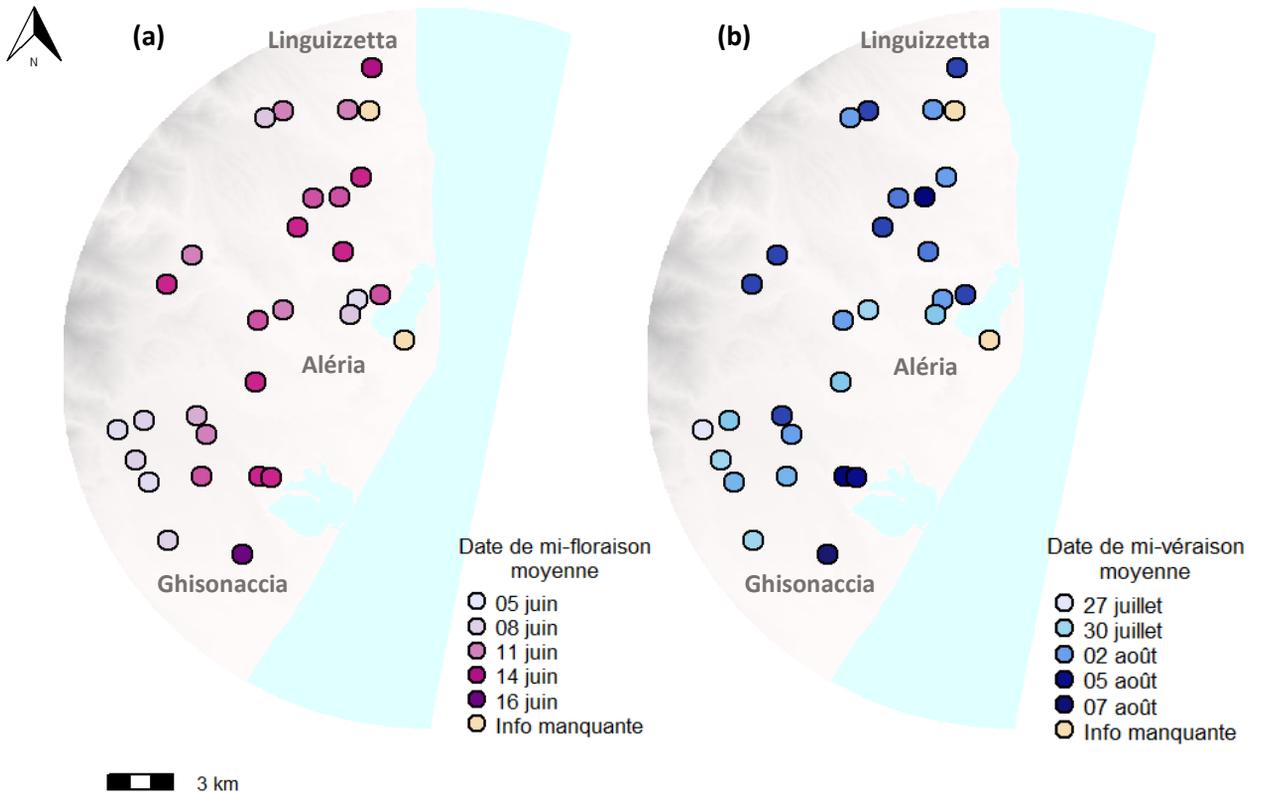
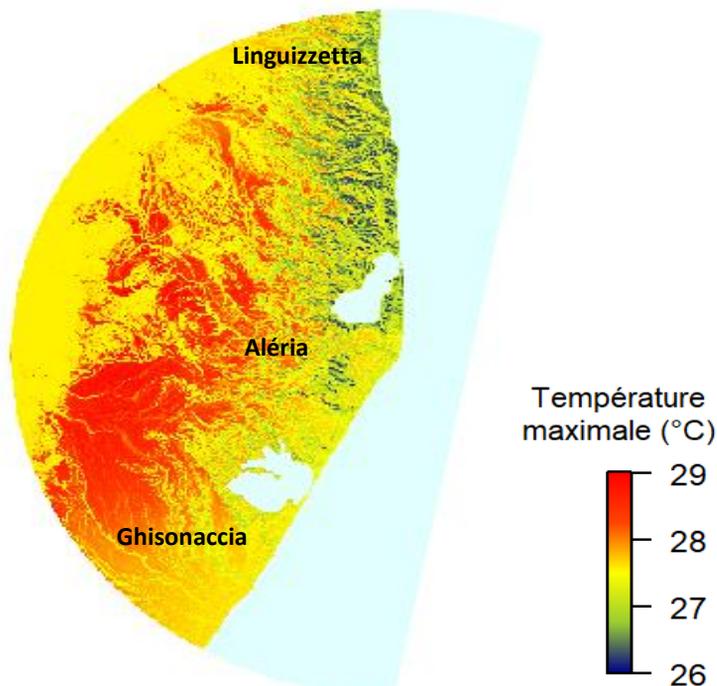


Figure 24 : Températures maximales moyennes modélisées en 2019 sur la saison de végétation



- L'**indice de Huglin** calculé à la mi-floraison présente une bonne relation linéaire avec la date de mi-floraison. Calculé à mi-véraison, il présente une relation linéaire, mais moins bonne que la relation précédente, avec la date de mi-véraison (Fig. n° 25 a et b). La **date de mi-floraison dépend fortement de l'accumulation d'énergie thermique et d'énergie de rayonnement** sur la zone étudiée. D'autres facteurs pouvant avoir une influence sur la date de mi-véraison (tels que le type de sol, la fertilisation...) restent à étudier statistiquement.

Figure 25 : Relation entre l'indice de Huglin à floraison et la date de mi-floraison (a) et relation entre l'indice de Huglin à véraison et la date de mi-véraison (b)

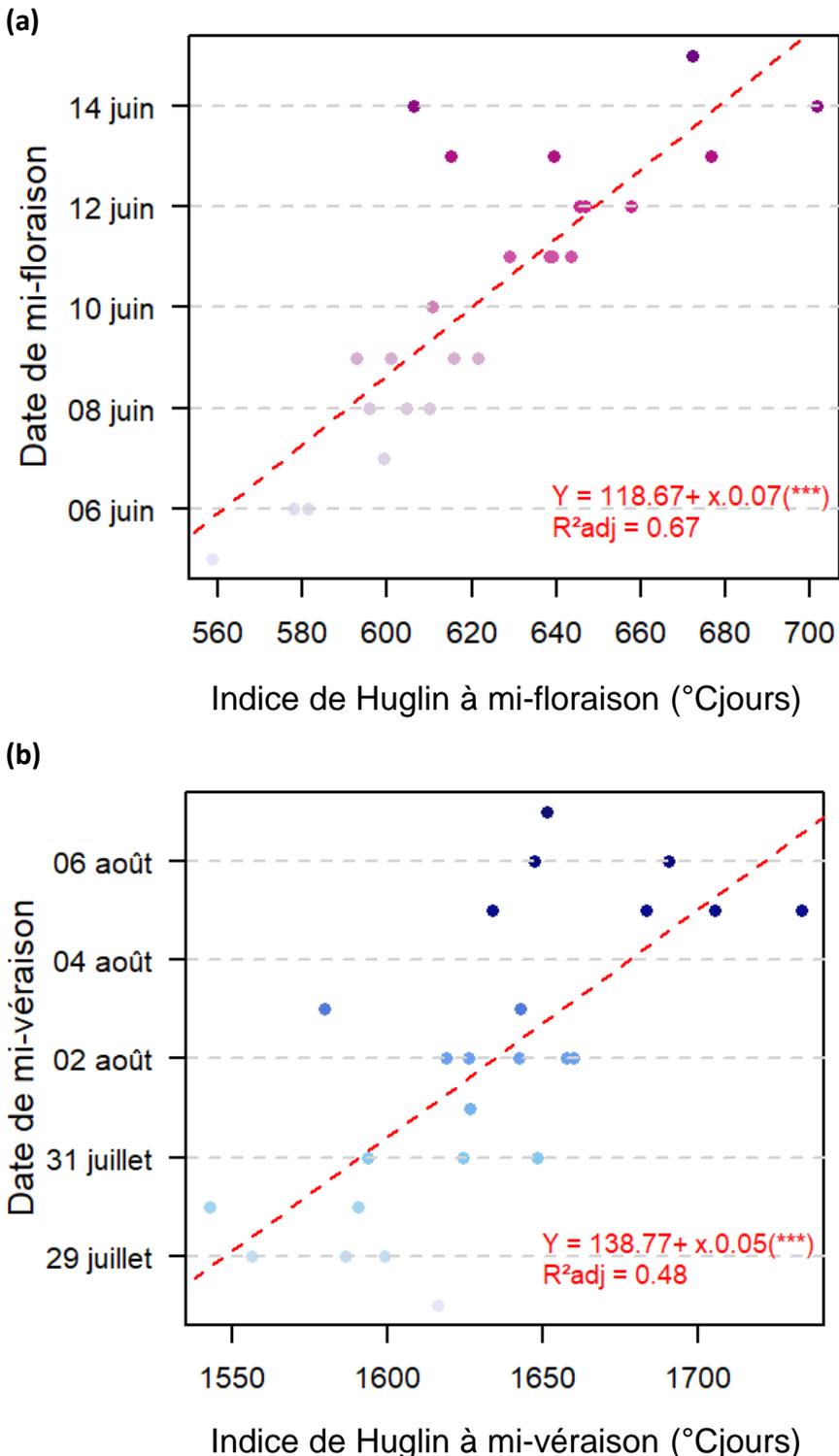
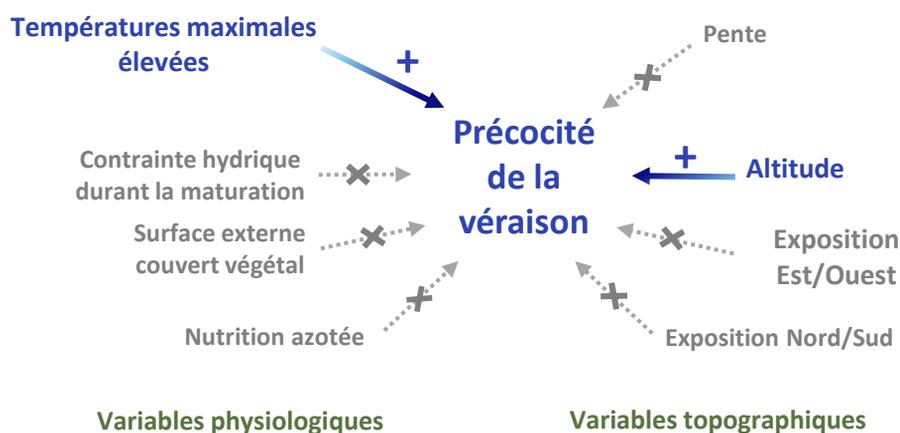
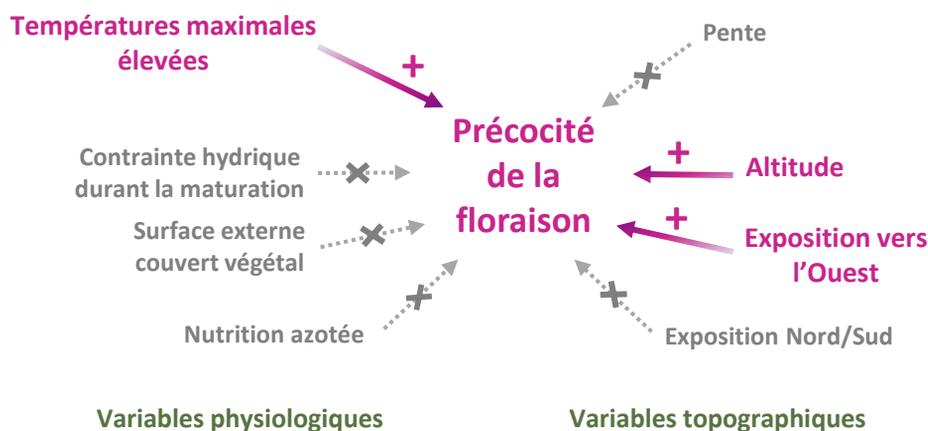


Figure 26 : Synthèse de l'impact des différents facteurs environnementaux et agronomiques sur la précocité de la floraison et de la véraison dans les conditions d'expérimentation de cette étude



Ce qu'il faut retenir de la floraison et de la véraison sur le réseau

Dans nos conditions d'expérimentation,
Pour la floraison et la véraison : Les parcelles les plus **précoces** sont caractérisées par les **températures maximales les plus élevées**, c'est-à-dire dans les secteurs où **l'altitude est la plus élevée**.

Pour la floraison : Les parcelles les plus **précoces** sont généralement **exposées vers l'Ouest**.

Ces résultats doivent être confortés par plusieurs années d'expérimentation et par l'intégration des pratiques viticoles à l'analyse statistique

2.5. Maturation des raisins

Sur chaque placette, 3 à 6 contrôles de maturité ont été effectués à partir de la mi-véraison jusqu'à la vendange, soit du **12 août au 16 septembre 2019** sur l'ensemble du réseau. Pour ce faire, 50 baies sont prélevées de manière aléatoire sur 5 à 6 pieds de chaque placette, puis analysées.

2.5.1. Poids des baies

- Sans surprise, le **poids des baies diminue** lorsque la **contrainte hydrique ressentie par la vigne durant la maturation** (delta 13C) **augmente** (Fig. n° 27 et 28).
- La configuration de l'irrigation sur le réseau ne permet pas de conclure quant à son intérêt en condition de forte contrainte hydrique.

Figure 27 : Relation entre le niveau de contrainte hydrique durant la maturation et le poids des baies

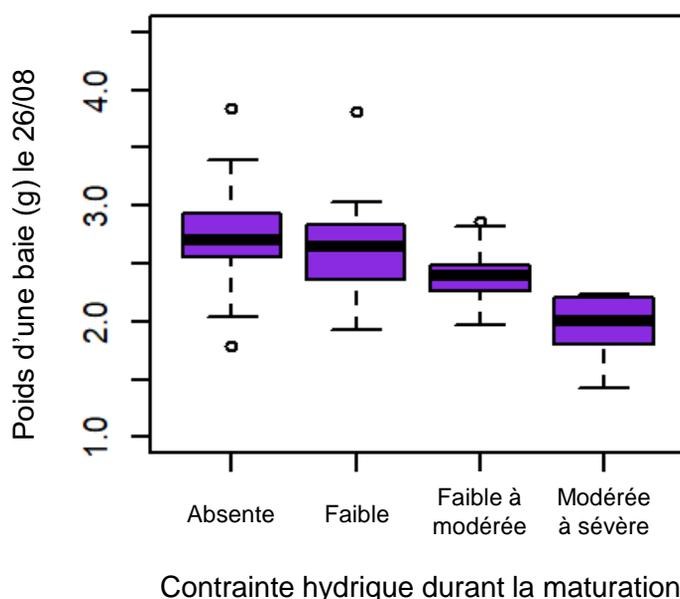
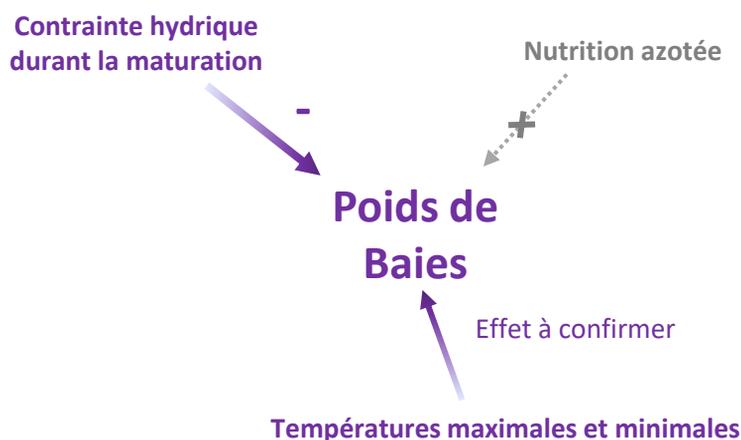


Figure 28 : Synthèse de l'impact des facteurs agronomiques et environnementaux sur le poids des baies dans les conditions d'expérimentation de cette étude



2.5.2. Titre en Alcool Potentiel

- Le **Titre en Alcool Potentiel (TAP)** est plus **élevé** lorsque la **contrainte hydrique durant la maturation augmente** (Fig. n° 29 et 30). Cette relation est valable jusqu'à un niveau de contrainte hydrique modéré, au-delà de ce seuil, il est difficile de réellement conclure étant donné le peu de parcelles subissant une contrainte hydrique sévère. De plus, les **températures minimales élevées accélèrent l'accumulation des sucres** (Fig. n° 30).
- Parmi les parcelles sans contrainte hydrique ressentie durant la maturation, l'irrigation semble diminuer le TAP. L'absence de parcelles irriguées dans un contexte de contrainte hydrique sévère empêche de conclure quant à l'effet de l'irrigation dans ces conditions.

Figure 29 : Relation entre le niveau de contrainte hydrique durant la maturation et le TAP

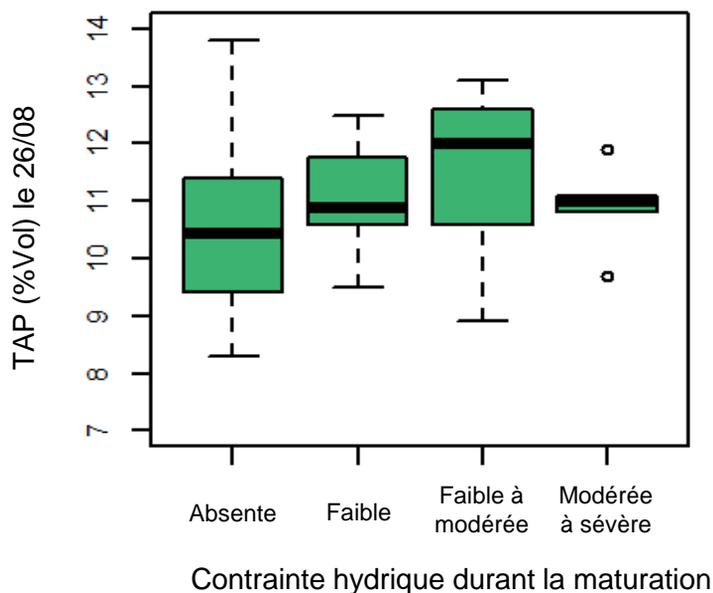
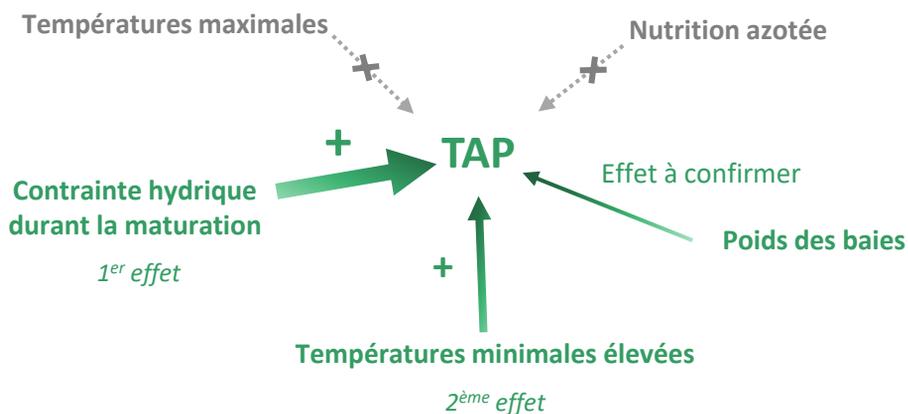


Figure 30 : Synthèse de l'impact des différents facteurs agronomiques et environnementaux sur le titre en alcool potentiel dans les conditions d'expérimentation de cette étude



2.5.3. Acidité totale

- Lorsque la **contrainte hydrique durant la maturation augmente**, l'**acidité totale (AT) diminue** (Fig. n° 31).
- Sur les parcelles sans contrainte hydrique, l'irrigation semble induire des acidités totales plus élevées. L'absence d'irrigation sur les parcelles à contrainte hydrique sévère empêche de conclure quant à l'influence de l'irrigation dans ces conditions.
- A ce stade de l'étude, alors que certaines pratiques viticoles n'ont pas encore été intégrées à l'analyse statistique, il n'y aurait pas d'effet des températures minimales et maximales, ni de la nutrition azotée sur l'acidité totale (Fig. n° 32).

Figure 31 : Relation entre le niveau de contrainte hydrique durant la maturation et l'acidité totale

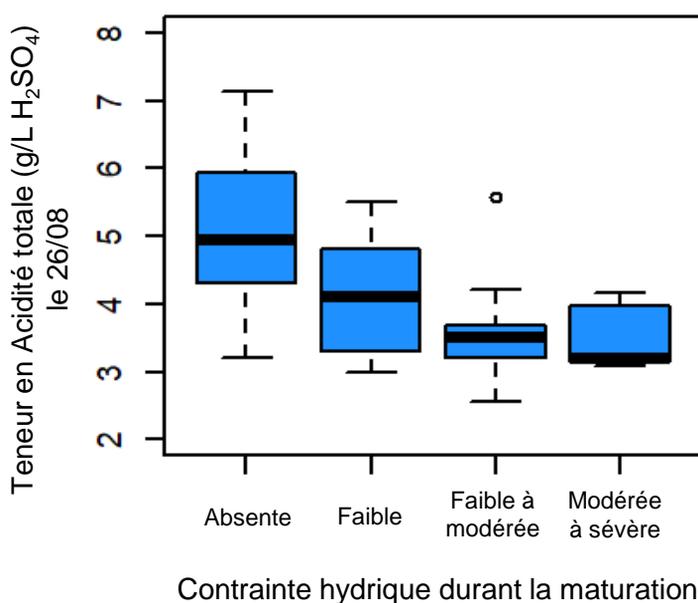
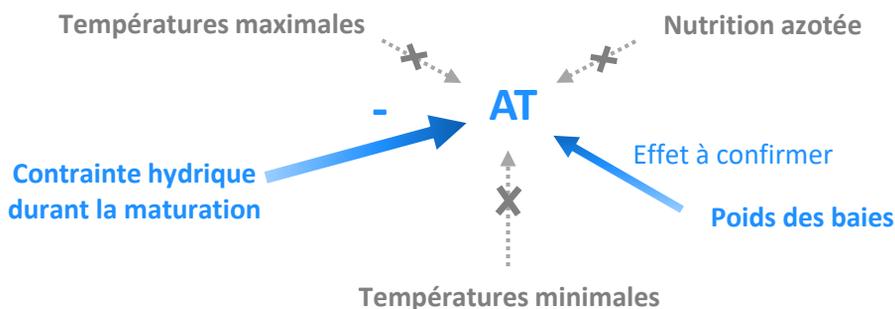


Figure 32 : Synthèse de l'impact des facteurs agronomiques et environnementaux sur l'acidité totale dans les conditions d'expérimentation de cette étude



2.5.4. Acide malique

- La teneur en **acide malique (AM)** **diminue** lorsque la **contrainte hydrique** durant la **maturation augmente** (Fig. n° 33 et 34).
- Sur les parcelles sans contrainte hydrique, l'irrigation semble induire des teneurs en acide malique plus élevées. L'absence d'irrigation sur les parcelles à contrainte hydrique sévère empêche de conclure quand à l'intérêt de l'irrigation dans ces conditions.
- A ce stade de l'étude, alors que certaines pratiques viticoles n'ont pas encore été intégrées à l'analyse statistique, il n'y aurait pas d'effet des températures minimales et maximales, ni de la nutrition azotée sur ce paramètre (Fig. n° 34).

Figure 33 : Relation entre la contrainte hydrique durant la maturation et la teneur en acide malique

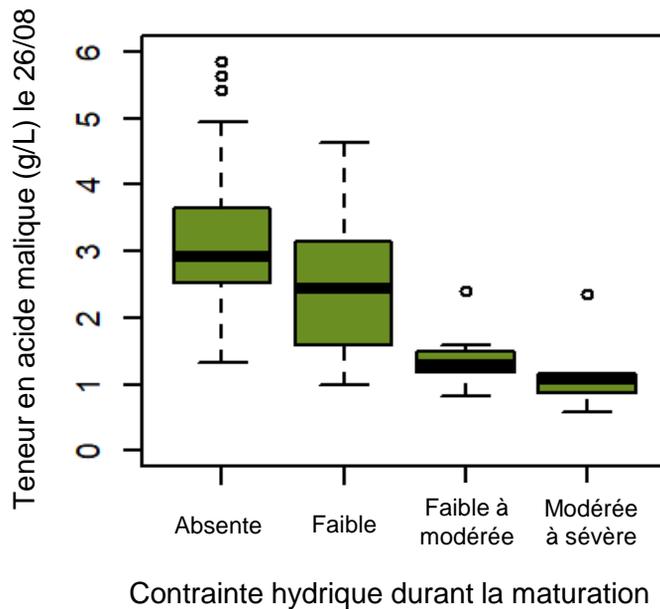
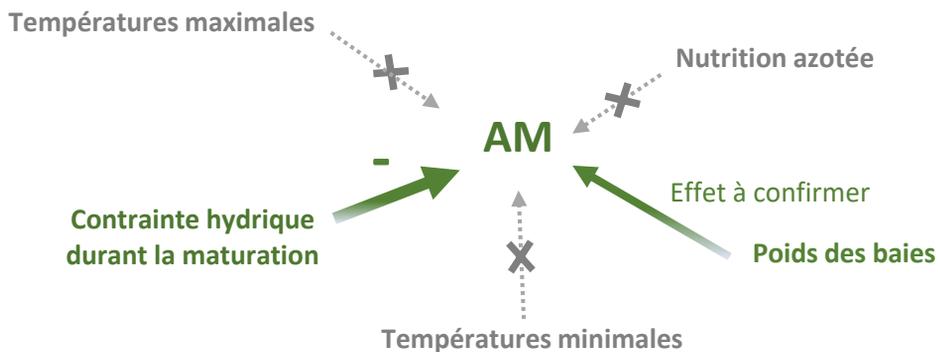


Figure 34 : Synthèse de l'impact des différents facteurs agronomiques et environnementaux sur l'acide malique dans les conditions d'expérimentation de cette étude



Ce qu'il faut retenir de la maturation sur le réseau

Dans nos conditions d'expérimentation, sur la zone d'étude, la **contrainte hydrique** ressentie **durant la maturation** et les **températures minimales** sont les facteurs **influant le plus sur la composition des raisins**.

Contrainte hydrique durant la maturation : sa présence engendre une diminution du volume des baies, des teneurs en acidité totale et en acide malique et une augmentation du titre en alcool potentiel.

Irrigation : sur les parcelles caractérisées par une absence de contrainte hydrique, sa mise en place semble ralentir la cinétique de maturation des baies. La configuration de l'irrigation sur le réseau ne permet pas de conclure quant à son effet en condition de forte contrainte hydrique.

Températures minimales fraîches : ralentissent la cinétique d'accumulation des sucres.

Ces résultats doivent être confortés par plusieurs années d'expérimentation et par l'intégration des pratiques viticoles à l'analyse statistique

Première approche pour le millésime 2019

En conclusion...

Cette première année d'enregistrements a permis de tirer des enseignements qui demandent à être validés par la reconduction de cette étude sur plusieurs millésimes.

Au niveau des variations de température :

- Les parcelles les plus en altitude et distantes de la mer présentent des températures minimales et maximales plus chaudes – les vignes reçoivent donc plus d'énergie thermique et de rayonnement. L'altitude et la distance à la mer sont deux variables liées dont les effets ne peuvent pas être séparés.
- Les parcelles les plus exposées vers l'Ouest présentent des températures maximales plus chaudes.

Au niveau de la physiologie de la vigne :

- Les parcelles les plus précoces sont celles dont les températures maximales sont les plus chaudes. Cet effet est indirectement lié à l'altitude et à la distance à la mer. Parmi les paramètres étudiés, seules la température maximale, l'altitude et la distance à la mer influent sur la phénologie, surtout en début de saison.
- Globalement, les vignes sont peu soumises à une contrainte hydrique durant la maturation.

Au niveau de la maturation des baies :

- Les parcelles dont les températures minimales sont basses ont une cinétique d'accumulation des sucres ralentie.
- Les parcelles caractérisées par les plus fortes contraintes hydriques durant la maturation produisent des baies plus sucrées, moins acides et plus petites. Sur les parcelles sans contrainte hydrique, avec irrigation, la cinétique de maturation des baies est ralentie.

Perspectives...

→ Afin d'affiner les résultats sur la précocité, un suivi du débourrement, est prévu en 2021. A cet effet, les placettes de suivi seront taillées à une date rapprochée.

→ Enfin, dans le but de définir l'expression des vins de Vermentinu issus de différents contextes de production, des micro-vinifications devraient être réalisées en 2021 avec les raisins issus de différents terroirs.

Bibliographie

- BAGGIOLINI M., 1952. *Les stades repères dans le développement annuel de la vigne et leur utilisation pratique*. Rev. Rom. Agr. Vitic. 8:4-6.
- BLAIZE, D., GIRARD, M-C. 2008. *Référentiel pédologique*. 3^{ème} édition. Versailles : Editions Quae. 405 p. ISBN : 978-2-7592-0186-0
- BOIS B., 2007. *Cartographie agro-climatique à meso-échelle : méthodologie et application à la variabilité spatiale du climat en Gironde viticole. Conséquences pour le développement de la vigne et la maturation du raisin*. PhD of Université Bordeaux 1.
- BONNEFOY, C., 2013. *Observation et modélisation spatiale de la température dans les terroirs viticoles du Val de Loire dans le contexte du changement climatique*. PhD of Université Rennes 2.
- DE RESSEQUIER, L., LE ROUX, R., QUÉNOL, H., VAN LEEUWEN, C., 2016. *Spatial temperature variability and distribution at local scale in Saint-Emilion and Pomerol. Climwine Sustainable Grape and Wine Production in the Context of Climate Change*. Bordeaux, 11-13 April 2016, Bordeaux, France.
- LE ROUX R., CORPETTI T., DE RÉSSEQUIER L., JÉGOU N., VAN LEEUWEN C., MADELIN M., QUÉNOL H., 2017. *Mapping grapevine bioclimatic indexes using fine scale temperature models*. Agricultural and Forest Meteorology. (accepted)
- MORLAT R., ET BOIFFIN J., 2010. *Traité de viticulture de terroir*. Paris: Tec & Doc.
- NEETHLING E., BARBEAU G., BONNEFOY C., QUENOL H., 2012. *Change in climate and berry composition for grapevine varieties cultivated in the Loire Valley*. Climate research, 53:89-101.
- TOMASI D., CALO A., COSTACURTA A., ALDIGHIERI R., PIGELLA E., DI STEFANO R., 2000. *Effects of the microclimate on vegetative and aromatic response of the vine variety Sauvignon blanc, clone R3*. Riv. Vitic. Enol. 2000, 53, 27-44.
- TOMASI D., JONES G.V., GIUST M., LOVAT L., GAIOTTI F., 2011. *Grapevine phenology and climate change: Relationships and trends in the veneto region of Italy for 1964–2009*. Am. J. Enol. Vitic. 62:329-339
- TONIETTO, J. 1999. *Les macroclimats viticoles mondiaux et l'influence du mésoclimat sur la typicité de la Syrah et du Muscat de Hambourg dans le sud de la France: méthodologie de caractérisation*. 233 p. Thèse de Doctorat. Montpellier : Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier.
- VAN LEEUWEN C., FRIANT P., CHONÉ X., TREGOAT O., KOUNDOURAS S., DUBOURDIEU D., 2004. *The influence of climate, soil and cultivar on terroir*. Am. J. Enol. Vitic, 55: 207-217.
- VAN LEEUWEN, C., TREGOAT, O., CHONÉ, X., BOIS, B., PERNET, D., GAUDILLÈRE, J.-P. 2009. *Vine water status is a key factor in grape ripening and vintage quality for red bordeaux wine. How can it be assessed for vineyard management purposes?* In : Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin. 2009. Vol. 43, n°3, p.121-134.
- WINKLER A.J, COOK J.A, KLIEWER W.M, LIDER L.A., 1974. *General Viticulture*, 2nd ed. University of California Press, California.

Ce document a été élaboré à partir des résultats de la biostatisticienne

Lauren INCHBOARD (Vitinnov),
par **Martha VIOLET, Fanny ANDRE,**
Gilles SALVA et
Nathalie USCIDDA (CRVI)

Le programme « TERROIR VITICOLES CORSE »
est financé par FranceAgriMer

Crédit photos : CRVI de Corse



Avec pour prestataire, la cellule de transfert **VITINNOV**, représentée par :



Encadrement scientifique : Séverine MARY
Biostatisticienne : Lauren INCHBOARD

Ont également participé à ce travail pour le CRVI en tant que salariés du CRVI ou stagiaires :

Ingénieure Agronome
Œnologue : Mélissa MERDY

Ingénieur Agronome
Œnologue : Valentin OLEK

Stagiaire : Anaïs PERTUIZET
(Master Vigne Vin & Terroir)

2018

Chargée de mission :
Anaïs PERTUIZET

Ingénieur Agronome
Œnologue : Valentin OLEK

Stagiaire : Mathieu MICHEL
(Master Vigne Vin & Terroir)

2019

Ingénieures Agronomes Œnologues :
Fanny ANDRE
f.andre@crvi-corse.fr / 0666913591

Martha VIOLET
m.violet@crvi-corse.fr / 0637717590

Stagiaire : Amélie LAMBERT
(Master Vigne Vin & Terroir)

2020



Directrice générale : Nathalie USCIDDA / n.uscida@crvi-corse.fr

Directeur Pôle végétal : Gilles SALVA / g.salva@crvi-corse.fr

Présidente : Josée VANUCCI-COULOUMERE