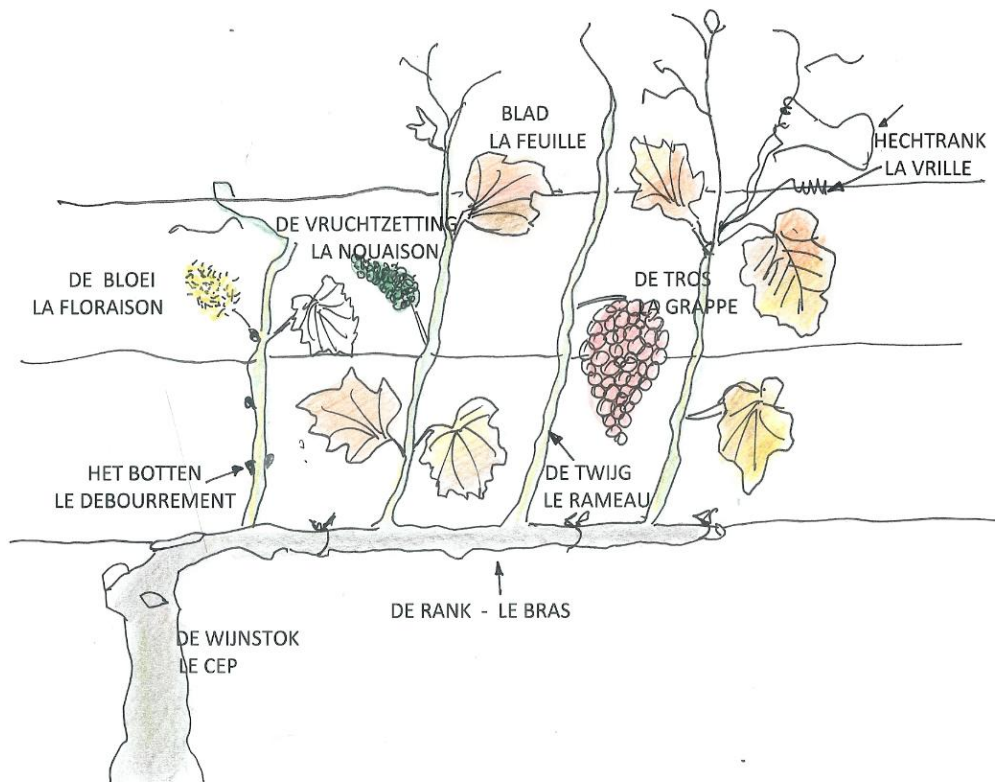


Kan Pinot Noir uit de Bourgogne zijn typiciteit behouden bij klimaatverandering?

Scriptie in het kader van het examen Magister Vini





Kan Pinot Noir uit de Bourgogne zijn typiciteit behouden bij klimaatverandering in de toekomst?

Over de gevolgen van klimaatverandering en de aanpassingsmogelijkheden voor pinot noir in de Bourgogne

Scriptie in het kader van het examen Magister Vini

5 mei 2019

Auteur:
Dorthe Schunselaar

Scriptiebegeleider:
Lars Daniëls MV

Voorwoord

Het schrijven van deze scriptie is de laatste opdracht van het begeleidingstraject Magister Vini. In 2011 heb ik mijn diploma tot Vinoloog van de Wijnacademie behaald. Na het afronden van dit traject ben ik in het najaar van 2013 vol enthousiasme gestart met het begeleidingstraject Magister Vini.

Mijn keuze voor dit vervolgtraject is gedreven door passie en interesse. In de afgelopen jaren heb ik mijn kennis verdiept door te reizen en gerichte bezoeken te brengen aan wijnstreken en domeinen in diverse wijnlanden van de oude en nieuwe wijnwereld waaronder Nieuw-Zeeland, Argentinië, Chili, Duitsland, Italië en Frankrijk. Tevens heb ik onderwijl binnen de Nederlandse wijnwereld verschillende functies vervuld gericht op import (Vinoblesse) en verkoop (Henri Bloem) van wijn. Daarnaast heb ik mijn opgedane kennis overgebracht aan geïnteresseerden, middels het geven wijncursussen en proeverijen.

Met plezier heb ik deelgenomen aan het gehele begeleidingstraject en veel geleerd over alle facetten uit de wijnwereld. Ik heb dit ervaren als een enorme persoonlijke verrijking naast mijn functie als fysio-manueeltherapeut. Gedurende het traject heb ik me afgevraagd op welk onderwerp ik zou kunnen afstuderen. Een tweetal onderwerpen is me blijven boeien en zodoende de reden om me verder in te verdiepen, te weten de aspecten wijnbouw en vinificatie in relatie tot het veranderende klimaat. Na diverse gesprekken met collega's uit de wijnwereld heb ik getracht het onderwerp af te bakenen. Ik heb gekozen om me te verdiepen in een klassieke wijnbouwregio, waar prachtige rode wijnen vandaan komen. Het gaat om 'De' Pinot Noir uit de Bourgogne. Juist de combinatie van klimaatverandering, de sensibele pinot noir, het terroir, de traditie en de regelgeving leek mij uitermate boeiend om me op te richten.

In de eerste fase van mijn scriptie heb ik een uitgebreide literatuurstudie uitgevoerd, gevolgd door een bezoek aan de Bourgogne, waar ik diverse interessante persoonlijkheden heb kunnen interviewen voor mijn onderzoek. Dit gaf me de mogelijkheid om de literatuur te kunnen toetsen aan de praktijk.

Graag wil ik Lars Daniëls bedanken voor zijn kennis, geduld en inbreng tijdens de gehele scriptie begeleiding. Vervolgens wil ik mijn dank uitspreken voor het vertrouwen dat Marc Collard en Tjitske Brouwer me hebben gegeven, om met me samen te werken gedurende een belangrijk deel van het begeleidingstraject. Marc dank ik in bijzonder nog voor het meelesen en bekritisieren van de geschreven stukken en de nodige vertalingen in en uit het Frans.

Ik dank Karel de Graaf, die ik dag en nacht kon mailen met opborrelende vragen, mijn ouders voor het participeren in een reisje naar de Bourgogne en Sjaak van de Graaf voor diverse examentrainingen. Daarnaast dank ik ook alle geïnterviewden, die mij gastvrij en met enthousiasme te woord hebben willen staan.

Tot slot gaat mijn dank uit naar mijn eigen gezin voor hun liefde en support, bestaande uit mijn man Polle en mijn zoontjes David & Otto, die tijdens het begeleidingstraject zijn geboren. Polle nog als allerbelangrijkste steun, die altijd achter me staat en me aanmoedigt mijn hart en dus ook mijn wijnhart te volgen!

Dank!

Inhoudsopgave	2.
Samenvatting	4.
1. Inleiding	5.
2. Methode en werkwijze	6.
3. De gevolgen van klimaatverandering	8.
3.1 Klimaatverandering en wijnbouw op macroniveau	9.
3.2 Klimatologische parameters	9.
3.2.1 Temperatuur	9.
3.2.2 Neerslag	10.
3.2.3 CO ₂	10.
3.2.4 Zonnestraling	11.
3.2.5 Wind	11.
3.2.6 Ziektes	11.
3.3 Bedreigingen als gevolg van klimaatverandering voor de ontwikkelingsstadia van de druivenplant	11.
3.4 Vitis Vinifera en klimaat	13.
3.4.1 Suiker-, zuurgehalte en polyfenolen (anthocyanen en tannine)	14.
3.5 Pinot Noir wereldwijd	15.
4. De gevolgen van klimaatverandering voor de Bourgogne op mesoniveau	17.
4.1 Demografie en ligging	17.
4.2 Pinot noir	18.
4.3 Classificatie	19.
4.4 Terroir	19.
4.5 Typiciteit	22.
4.6 Klimaat	23.
4.6.1 Temperatuur	23.
4.6.2 Nachttemperatuur	25.
4.7 Impact van temperatuurstijging en andere klimaateffecten op de ontwikkelingsstadia van pinot noir in de Bourgogne	25.
4.7.1 Hitte en droogte	27.
4.7.2 Vorst	27.
4.7.3 Neerslag	28.
4.8 Voor- en nadelen van klimaatverandering	28.
4.9 De toekomst van pinot noir, klimaatsimulaties voor de periodes 2030-2048 en 2031-2040	29.
4.10 Resultaten en ervaringen uit de Bourgogne, verkregen via interviews	30.
5. Adaptatie- en mitigatiemogelijkheden op de korte en de lange termijn	33.
5.1 Adaptatie en mitigatie	33.
5.2 Adaptatiemogelijkheden op microniveau op de lange termijn	33.
5.2.1 Druivenrassen, herinrichting wijngaard en nieuwe rassen	33.
5.2.2 Massale, klonale en natuurlijke selectie	34.
5.2.3 Onderstokken	35.

5.2.4 Oude druivenrassen	36.
5.3 Adaptatiemogelijkheden op microniveau op de korte termijn	36.
5.3.1 Canopymanagement	36.
5.3.2 Begroeiing, bodembewerking en biodiversiteit	37.
5.3.3 Adaptatiemogelijkheden bij droogte	38.
5.3.4 Adaptatiemogelijkheden bij vorst	39.
5.3.5 Adaptatiemogelijkheden bij hagel	39.
5.4 Vinificatie	39.
5.4.1 Oogstmoment	40.
5.4.2 Toevoegings-, onttrekkings- en extractietechnieken	41.
5.4.3 Trossenvergisting	42.
5.4.4 Gisten en bacteriën	42.
5.5 Resultaten en ervaringen uit de Bourgogne, verkregen via interviews	43.
5.5.1 Hoe ziet de toekomst van Pinot Noir uit de Bourgogne eruit?	45.
6. Conclusie	47.
6.1 Discussie	48.
6.1.2 Aanbevelingen	50.
7. Literatuurlijst	52.
8. Bijlagen	59.
I. Kaart 'La Bourgogne et ses cinq régions viticoles'	60.
II. Interview met Benjamin Bois	61.
III. Interview met Kyriakos Kynigopoulos & Pierre Fonteneau	64.
IV. Interview met Pierre Fenals	67.
V. Interview met Amandine Brillanceau	71.
VI. Interview met Karel de Graaf	74.
VII. Interview met Frédéric Barnier	76.
VIII. Correspondentie Gordon Newton Johnson	78.
IX. Cahier des charges de l'appellation d'origine contrôlée Bourgogne checklist	80.
X. Pinot noir	82.
XI. Ontwikkelingsstadia van de druivenplant	88.
XII. Afkortingen en begrippenlijst	89.

Samenvatting

De gevolgen van klimaatverandering zijn wereldwijd waarneembaar. Enerzijds zijn deze veranderingen geleidelijk, zoals temperatuurstijging en stijging van broeikasgasconcentraties, anderzijds abrupt door veranderingen in de frequentie en intensiteit van weerextremen, zoals neerslag en hittegolven. De wijnbouw ondervindt eveneens gevolgen van deze klimaatverandering, waaronder die in de Bourgogne.

Alle ontwikkelingsstadia van de druivenplant zijn afhankelijk van de temperatuur. De stijgende temperaturen hebben directe gevolgen voor de vegetatieve en reproductieve cyclus van de druivenplant. Naast de temperatuurstijgingen hebben klimaateffecten als hevige regenval, hagel en droogte invloed op alle ontwikkelingsstadia, waardoor veranderingen ontstaan in de vorming van aromastoffen, de suikeropbouw, het zuurgehalte, de alcoholpercentages en dus in het eindproduct.

De vraagstelling in deze scriptie wordt als volgt geformuleerd: *Kan Pinot Noir uit de Bourgogne zijn typiciteit behouden bij klimaatverandering in de toekomst?*

De typiciteit van Pinot Noir uit de Bourgogne, omvat de volgende trefwoorden; elegantie, frisheid en finesse. Middels een kwalitatief onderzoek onder producenten, oenologen en een klimatoloog wordt literatuur getoetst aan de praktijk.

Uit de literatuur blijkt dat in de Bourgogne sinds de jaren 80 een duidelijke trend waarneembaar is van stijgende jaartemperaturen en temperaturen in het groeiseizoen. De gemiddelde temperaturen in het groeiseizoen zijn in de periode 1980-2005 met 2 °Celsius gestegen en de periode tussen uitbotten en rijpheid van pinot noir is in die jaren met gemiddeld 20 dagen vervoegd.

Klimaatsimulaties tot 2050 voorspellen een toename van maximumtemperaturen, een toenemend aantal warme dagen met droge zomers en een afname van vorstdagen. Alle geïnterviewden zijn van mening dat pinot noir uit de Bourgogne profiteert van de stijgende temperaturen en dat de toekomst er gunstig uit ziet. Er bestaan naar hun mening voldoende adaptatiemogelijkheden voor de korte en de lange termijn die kunnen worden ingezet, waaronder het kiezen van het juiste oogstmoment en een effectief canopymanagement. Om die reden lijkt Pinot Noir uit de Bourgogne zijn herkenbaarheid en typiciteit te behouden bij klimaatverandering. Wat men verstaat onder typiciteit is aan verandering onderhevig. Veranderingen in het klimaat zijn slechts één factor die van invloed zijn op de typiciteit. Diverse andere factoren spelen een rol, zoals bijvoorbeeld de smaak van de consument en trends. Maar Pinot Noir uit de Bourgogne zal naar verwachting een frisse, elegante rode wijn blijven ten opzichte van Pinot Noir wijnen elders geproduceerd.

1. Inleiding

Klimaatverandering is een feit, waardoor klimatologische grenzen voor wijnbouw verschuiven. Hoe zit dat in de Bourgogne als de temperatuur toeneemt en de streek mogelijk minder geschikt is voor kwaliteitswijnbouw? Voor sommige gebieden in de wereld is de enige mogelijkheid nog het rooien van de wijngaarden en het aanpassen van de druivenrassen, de *cépages*. Zal men dit overwegen in de Bourgogne, De streek waar pinot noir de heilige graal is? Een Bourgogne gemaakt van syrah wordt dat de toekomst?

De druivenplant is een van de oudst gecultiveerde planten, die mede door het proces van wijn maken heeft gezorgd voor een rijke geografische en cultureel-historische geschiedenis.

Bourgogne is een regio waar generatie op generatie druiven worden verbouwd en wijn wordt gemaakt volgens een lange traditie en strikte regelgeving. Monniken, benedictijnen en cisterciënzers, hebben een belangrijke rol gespeeld in de geschiedenis op het gebied van wijnbouw, vinificatie en documentatie daarvan.

De wijnbouw in de Bourgogne, waar traditie en regelgeving belangrijke waarden zijn, is onlosmakelijk verbonden met het begrip *terroir*. Het *terroir*, bestaande uit natuurlijke en menselijke (culturele) factoren, is in theorie verantwoordelijk voor de handtekening van de herkomst en het oogstjaar van Pinot Noir uit de Bourgogne.

Pinot noir is een kwetsbaar druivenras, die mede door zijn compacte trossen gevoelig is voor ziektes en door zijn dunne schil ook gevoelig voor zonnebrand en klimaatverandering (Chabin 2007). Men zou kunnen stellen dat pinot noir bij uitstek een goede graadmeter kan zijn voor klimaatverandering vanwege zijn gevoeligheid. Maar wat als het klimaat sterk verandert, kan Pinot Noir zijn typiciteit behouden? Zijn er voldoende aanpassingsmogelijkheden in deze regio vol tradities?

Mijn nieuwsgierigheid gaat uit naar de gevolgen van klimaatverandering in het algemeen, voor de wijnbouw in de Bourgogne en in het bijzonder voor Pinot Noir uit de Côte d'Or.

Mijn vraagstelling richt zich op de mogelijke bedreiging van de typiciteit door de veranderende klimatologische omstandigheden. Om hier antwoord op te kunnen geven is het belangrijk een consensus te bereiken over wat nu die typiciteit inhoudt. Wat is heden ten dage een typische Pinot Noir uit de Bourgogne? Een verkregen consensus staat beschreven in hoofdstuk 4.5.

ONERC (Observatoire National sur les Effects Rechauffement Climatique) suggereert dat de vinificatie een middel is om de effecten van de opwarming van het klimaat te verzachten. Dit zou uitkomst kunnen bieden.

Mijn hoofdvraagstelling luidt dan ook; ***Kan Pinot Noir uit de Bourgogne zijn typiciteit behouden bij klimaatverandering in de toekomst?***

De volgende deelvragen zijn geformuleerd om antwoord te kunnen geven op de hoofdvraagstelling;

- Wat zijn de gevolgen van klimaatverandering voor de wijnbouw op macroniveau?
- Wat zijn de gevolgen van klimaatverandering voor Pinot Noir uit de Bourgogne op mesoniveau?
- Wat zijn adaptatie- en mitigatiemogelijkheden in de wijngaard op microniveau en tijdens de vinificatie?

Door middel van interviews probeer ik de literatuur over het verleden (tot de jaren 80), het heden (vanaf 1980 tot nu) en de toekomst (tot 2050) te verbinden met de praktijk.

2. Methode en werkwijze

Voor de scriptie is een beschrijvend onderzoek toegepast, waarbij een literatuurstudie is uitgevoerd. Het eerste gedeelte richt zich op de vraag; wat is klimaatverandering en welke gevolgen heeft deze voor de wijnbouw. Eerst t.a.v. de wijnbouw op macroniveau en later toegespitst op de regio Bourgogne, op mesoniveau.

De adaptatie- en mitigatiemogelijkheden in de wijngaarden van de Bourgogne, op microniveau, wordt beschreven vanuit de literatuur en eveneens onderzocht en getoetst in de praktijk.

Door middel van een kwalitatief onderzoek onder producenten, oenologen en een klimatoloog worden de praktijkervaringen in kaart gebracht. Interviews met open vragen zijn als middel gebruikt om het kwalitatieve onderzoek te kunnen uitvoeren. Om een zo breed mogelijk beeld te krijgen van de klimaatproblematiek in de Bourgogne is gekozen voor personages met praktijkervaring die de klimaatsituatie vanuit verschillende invalshoeken bekijken. Er is gekozen voor het perspectief vanuit de oenologie, vanuit de ervaring en de expertise van de producent (in zowel de wijngaard als de kelder) en vanuit het perspectief van de wetenschap. De producenten zijn geselecteerd omwille van hun manier van wijnbouw en de bedrijfsgrootte. Er komen twee traditionele conventionele producenten aan het woord (van verschillende grootte), naast een kleine biodynamische producent.

De verkregen resultaten uit de interviews worden opgenomen in aparte hoofdstukken, namelijk 4.10 en 5.5. De volledige uitwerking van de interviews zijn beschreven in hoofdstuk 8, bijlage II-VII. Onderstaande vragen zijn opgenomen in het interview en moeten meer duidelijkheid geven om uiteindelijk de hoofdvraagstelling te kunnen beantwoorden; *Kan Pinot Noir uit de Bourgogne zijn typiciteit behouden bij klimaatverandering in de toekomst?*

Interview;

1. *Wat is uw visie ten aanzien van klimaatverandering, mondiaal en in relatie tot wijnbouw?*

2. *Wat zijn uw persoonlijke ervaringen hier in de Bourgogne als het gaat om:*

- *opbrengsten per hectare.*
- *lengte groeiseizoen*
- *oogstdata sinds jaren 80*
- *suikeropbouw-alcohol-zuren*
- *fenolische rijpheid*
- *waterbeschikbaarheid van de bodem*
- *neerslagpatronen*
- *temperatuur groeiseizoen*
- *aanwezigheid/afwezigheid van (nieuwe) ziektes*

3. *Welke aanpassingen heeft u de afgelopen jaren gedaan in de wijngaard?*

- *canopy aangepast?*
- *begroeiing?*
- *veranderen van onderstokken of oriëntatie van de rijen?*

4. *Is er als gevolg van klimaatverandering wat veranderd voor de vinificatie?*

- *hele trossen vergisting?*
- *chaptalisatie/aanzuren?*
- *meer minder ingegrepen/gecorrigeerd? (wat binnen regelgeving mogelijk is)*

5. *Hoe ziet u de toekomst van Pinot Noir uit de Bourgogne?*

6. *Wat als er weinig adaptatie-mitigatiemogelijkheden meer zijn in de wijngaard, hoe kan Pinot Noir uit de Bourgogne zijn typiciteit behouden?*

Denkt u dat de oenologie daar een grotere rol in gaat krijgen?

7. *Kijkt u naar andere gebieden (Noord-Amerika, Zuid-Afrika) waar pinot noir wordt aangeplant, daar waar het nu al warmer is dan de Bourgogne? Kunt u daar wat van leren denk u?*

Toelichting:

Wanneer Pinot Noir geschreven is met hoofdletters dan spreek ik over de wijn, wanneer in kleine letters geschreven dan heb ik het over de druif pinot noir. Deze scriptie gaat dus over de typiciteit van rode Bourgogne gemaakt van de pinot noir druif.

Verwijzingen naar bronnen worden aangegeven in de tekst met de naam van de hoofdauteur(s) en het jaartal van publicatie bijvoorbeeld (Johnson & Robinson, 2010). Het betreffende artikel, boek of internetbron staat vermeld in de literatuurlijst in hoofdstuk 7.

In hoofdstuk 8, bijlage XII is een begrippenlijst en een lijst met veel gebruikte afkortingen opgenomen.

3. De gevolgen van klimaatverandering

'Global warming is the cause; climate change is the effect' (Venkataramanan, 2011)

Ons klimaat is aan verandering onderhevig. Dit zijn natuurlijke fluctuaties, een normaal verschijnsel. Echter sinds de jaren 50 zijn de veranderingen in ons klimaatsysteem zo sterk dat ze in de afgelopen honderden tot duizenden jaren niet eerder zijn waargenomen (IPCC, 2014). Het is uiterst waarschijnlijk dat de mens de belangrijkste oorzaak is voor de waargenomen veranderingen (sceptici buiten beschouwing gelaten). De concentratie broeikasgassen is toegenomen, de atmosfeer en de oceanen zijn opgewarmd, de hoeveelheid sneeuw en ijs is afgenomen en de zeespiegel is gestegen (IPCC, 2014).

Opwarming van de aarde wil zeggen een toename van de gemiddelde temperaturen op aarde (Venkataramanan, 2011). Het IPCC (2014 5th assessment) rapport geeft aan dat de temperatuur de afgelopen 130 jaar mondiaal gemiddeld 0,9 °Celsius gestegen. Het recent verschenen Special Report (IPCC, 2018), spreekt over een stijging van 1,0 °Celsius (met een spreiding van 0,8-1,2 °Celsius), veroorzaakt door menselijke inbreng.

De jaren 80 en 90 en het eerste decennium van de 21e eeuw werden steeds warmer. Deze drie periodes waren warmer dan alle voorgaande decennia sinds 1850 (IPCC, 2014).

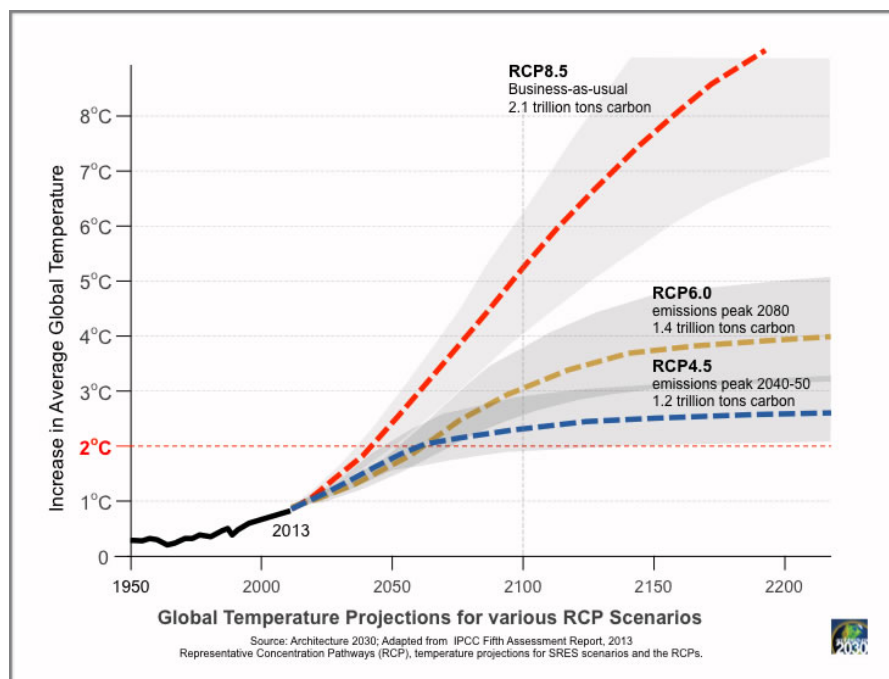
De concentraties broeikasgassen in de atmosfeer van koolstofdioxide (CO₂), methaan (CH₄) en distikstofmonoxide/lachgas (N₂O) zijn toegenomen tot waarden die in de afgelopen 800.000 jaar niet eerder zijn voorgekomen (WU&R, 2018). De CO₂-concentratie is sinds het pré-industriële tijdperk toegenomen met 40%, vooral door de verbranding van fossiele brandstoffen en veranderingen van landgebruik. Ontbossing en het verwijderen van grasland zijn veranderingen van landgebruik, die ervoor zorgen dat het in het plantmateriaal opgeslagen CO₂ vrijkomt in de atmosfeer.

De oceaan heeft ongeveer 30% van de door de mens uitgestoten CO₂ geabsorbeerd, wat tot verzuring van de oceanen leidt. Deze verzuring zorgt ervoor dat kleine zeeplanten niet meer in staat zijn om CO₂ op te slaan, waardoor ook deze terecht komt in de atmosfeer (IPCC, 2014).

Als gevolg van toenemende broeikasgassen en stijging van temperaturen ontstaan er ook diverse andere klimaateffecten, waaronder neerslag en vocht. Sinds 1901 is de gemiddelde neerslag boven land op de gematigde breedten van het noordelijk halfrond toegenomen. Mondiaal is de hoeveelheid waterdamp in de lucht sinds de jaren 70 toegenomen, doordat warmere lucht meer vocht kan bevatten (IPCC, 2014).

Voor de toekomst heeft het IPCC op basis van de verwachte uitstoot (broeikasgassen, aerosols en veranderingen van landgebruik) een aantal emissiescenario's. In het slechtste scenario, wanneer de uitstoot onverminderd stijgt, zal de aarde aan het einde van deze eeuw tussen de 3,2-5,5 °Celsius warmer zijn ten opzichte van 1850-1900. In het gunstigste scenario zal de aarde tussen de 0,9-2,3 °Celsius warmer zijn tegen die tijd, zie Grafiek 1, uitgaande van IPCC 5th assessment 2014.

Hoe dan ook er is sprake van klimaatverandering met daarbij steeds meer kans op extremen door met name de toename van gemiddelde temperaturen (Seguin, 2017). Zowel de duur als de frequentie van hittegolven zullen toenemen. Orkanen, regenbuien en periodes van droogte zullen waarschijnlijk vaker en heviger voorkomen (Venkataramanan, 2011) Het aantal en de duur van koude periodes zullen afnemen. Mensen zullen steeds meer de gevolgen gaan merken. Kustgebieden krijgen meer te maken met overstromingen en in droge gebieden ontstaan er tekorten aan voedsel en drinkwater. Bosbranden treden vaker op en woestijnen breiden uit (WU&R, 2018).



Grafiek 1: Emissiescenario's uitgedrukt in RCP (Representative Concentration Pathways).
Bron: IPCC 5th Assessment, 2014

3.1 Klimaatverandering en wijnbouw op macroniveau

De traditionele klimatologische grenzen voor wijnbouw van gemiddelde temperaturen in het groeiseizoen (1 april t/m 31 oktober op noordelijk halfrond, 1 oktober t/m 30 april op het zuidelijk halfrond) van 13-21 °Celsius kwamen voorheen overeen met 30-50 °NB en 30-45 °ZB (Jones, 2015). Deze grenzen schuiven langzaam van de evenaar af. Dit geeft enerzijds kansen voor regio's waar wijnbouw voorheen moeilijk was, denk aan bijvoorbeeld Nederland en Engeland. Gebieden op hoogte, daar waar het koeler is (0,6-1.0 °Celsius verkoeling bij iedere 100m stijging), worden aantrekkelijker voor wijnbouw, denk aan delen van Chili en Argentinië. Echter een groot deel van de huidige wijnbouwgebieden komt onder druk te staan (Daniëls, 2017a). Gemiddelde temperaturen in het groeiseizoen van wijnbouwregio's in Europa laten een temperatuurstijging zien van 1,3 °Celsius in de periode 1950-1999 en van 1,7 °Celsius van 1950 tot 2004 (Jones et al., 2005).

3.2 Klimatologische parameters

De belangrijkste klimatologische parameters voor wijnbouw worden beïnvloed door klimaatverandering. De allerbelangrijkste parameter is de temperatuur. Dit geldt voor zowel de temperatuur van de atmosfeer als van de bodem. Naast temperatuur zijn de parameters neerslag, CO₂, zonnestraling en wind van groot belang voor de wijnbouw (Jones, 2015).

3.2.1 Temperatuur

Temperatuur wordt gezien als de belangrijkste factor voor de groei van de druivenplant en de productie van de druiven. Daarnaast heeft temperatuur grote invloed op de rijping en de kwaliteit van het fruit. Over het algemeen kan men stellen dat voor een goede productie de gemiddelde temperatuur van de warmste maand boven de 18.9 °Celsius moet liggen en dat van de koudste maand boven de -1.1 °Celsius (Jones, 2015). De temperatuur van de wijngaard, ook 's nachts, is mede afhankelijk van de hoeveelheid zonnestraling, de samenstelling en de kleur van de bodem, de ligging van de wijngaard (inclusief hellingsgraad), de aanwezigheid van water en de drainage mogelijkheden (Johnson & Robinson, 2010). Opwarming van de aarde heeft directe gevolgen voor de vegetatieve (groei) en reproductieve (voortplanting) cyclus van

druivenstok. Elk druivenras heeft zijn eigen vegetatieve cyclus, dat wil zeggen het gemiddeld aantal dagen tussen de bloei en de maximale rijpheid. Deze gemiddelde duur tussen bloei en maximale rijpheid is van oudsher 100 dagen. Deze cycli bestaan uit verschillende stadia. De timing van de druivenplant gedurende deze cycli is afhankelijk van de omgevingstemperatuur (Winkler et al., 1974). De tijd tussen ieder stadium is afhankelijk van het druivenras, van het klimaat en de ligging van de wijngaard. De traditionele duur van 100 dagen tussen bloei en oogst gaat steeds minder vaak op. Deze periode wordt in sommige gevallen korter, doordat de oogst steeds vroeger plaatsvindt. Gegevens uit de Bourgogne laten zien dat er tegenwoordig 2 à 3 weken eerder wordt geoogst dan in de jaren zeventig. In hoofdstuk 4 zal dit verder aan bod komen.

3.2.2 Neerslag

Het broeikaseffect zorgt ervoor dat er meer warmte in de atmosfeer wordt vastgehouden. Warmte wordt door de oceanen opgenomen, waardoor deze opwarmen. Dit vertaalt zich in meer neerslag door een grotere verdamping. Sommige gebieden worden door dit fenomeen steeds natter, met name kustgebieden, maar de droge regio's worden steeds droger (WU&R, 2018). Onder die laatsten vallen veel mediterrane en warm-continentale wijngebieden als de zuidelijke Rhône en Castilla La Mancha in centraal Spanje.

Het gebrek aan neerslag (tijdens het groeiseizoen en in de rustperiode van de druivenplant) is een ander groot probleem. Dit heeft te maken met de toenemende evapotranspiratie (ET_o). Dit is de combinatie van verdamping van water uit de bodem en transpiratie van water uit de planten. In veel gebieden neemt de ET_o toe en de totale neerslag af, met als gevolg droogte en waterschaarste. Deze droogte beïnvloedt de vegetatieve cyclus van de plant en heeft een negatief effect op de groei (Dokoozlian, 2000).

Waterschaarste is een probleem, maar een overschot aan neerslag ook. De neerslag komt steeds vaker in korte hevige periodes voor (IPCC, 2014). De bodem kan het water niet aan en dat kan leiden tot erosie. Over het algemeen worden de zomers droger en warmer, maar ook hevige regenval in de zomer is geen uitzondering (Schultz, 2016).

3.2.3 CO₂

Het toegenomen CO₂-gehalte in de atmosfeer zal niet alleen zorgen voor verwarming van de atmosfeer, maar ook effect hebben op de planten zelf. Er bestaat een correlatie tussen het CO₂-gehalte van de atmosfeer en de temperatuur van de atmosfeer. Een stijging van het CO₂-gehalte, betekent een stijging van de temperatuur (Daniëls, 2016, Gladstones, 2011).

CO₂ in de atmosfeer versterkt de fotosynthese. Onder invloed van licht wordt CO₂ omgezet in koolhydraten, waardoor de biomassa van de plant toeneemt, de plant sneller groeit en de schil van de druif dikker wordt. Het gevolg is dat opbrengsten hierdoor potentieel stijgen en tannine in de wijn toeneemt (Tate, 2001). Stomata (huidmondjes) zijn gevoelig voor CO₂. Bij een verhoogd CO₂-gehalte zullen de stomata langer openstaan en zorgen zodoende voor een toename van fotosynthese. Dit leidt enerzijds weer tot een vergroting van de biomassa, anderzijds verliest de plant meer vocht via verdamping (Seguin, 2007).

Hoe deze processen exact tot elkaar verhouden is een complex fenomeen en in deze scriptie verder buiten beschouwing gelaten.

Door een toenemende temperatuurstijging i.c.m. de verdamping van de plant zal de waterbehoefte van de trossen toenemen, wat een probleem kan worden in periodes van droogte. Het efficiënt watergebruik is afhankelijk van de mate van openen en sluiten van de stomata, oftewel afhankelijk van o.a. de hoeveelheid CO₂ (Schultz, 2016).

3.2.4 Zonnestraling

Zonnestraling is noodzakelijk voor de groei van de druivenplant en de rijping van de druiven. Gedurende de verschillende ontwikkelingsstadia van de druivenplant is de hoeveelheid zonnestraling bepalend voor de juiste hoeveelheid fotosynthese. Zonnestraling tijdens de bloei is essentieel voor de vruchtzetting. Er bestaat een verband tussen zonnestraling en het ontwikkelen van *coulure* (slechte vruchtzetting). Oftewel een coulure op basis van verminderde zonnestraling. Tijdens de rijping van de druiven bepaalt de zonnestraling de mate van suikeropbouw en dus het uiteindelijke alcoholpotentieel (Jones, 2015).

Als gevolg van klimaatverandering zal de zonnestraling toenemen. UV's (UV-A en UV-B in zonnestraling) stimuleren de opbouw en cumulatie van o.a. anthocyanen en binden antioxidanten die samen een belangrijk rol spelen in het aroma van de wijn, de mate van astringentie en rondeur (ONERC, 2005).

3.2.5 Wind



De rol die wind speelt in de groei en de productie van de druivenplant heeft voornamelijk effect op de gezondheid van de druivenplant en de opbrengsten. Veel wind kan tijdens de vegetatieve groei jonge scheuten breken, de bloei vertragen en de vruchtzetting verminderen. De stomata sluiten bij veel wind, wat de fotosynthese stopzet. Wind kan er eveneens voor zorgen dat de temperatuurregulatie beïnvloed wordt. Het kan voor verkoeling zorgen, maar bij afwezigheid voor hitte. In periodes van veel neerslag en vocht tijdens de rijping kan wind de wijngaard behoeden voor ziektes en schimmels. Wind kan dus zowel positieve als negatieve effecten hebben op de groei en rijping van de druiven (Jones, 2015).

3.2.6 Ziektes

Een indirect gevolg van klimaatverandering is de opmars van bepaalde schadelijke insecten en ziektes. Door de toename van temperaturen verschijnen er in Frankrijk steeds vaker soorten ongedierte die voorheen alleen voorkwamen in Noord-Afrika (Adcc, 2012). Met het verschuiven van de klimaatgrenzen van de evenaar af, verschuift ook de aanwezigheid van ziektes. Een voorbeeld is de *flavescence dorée*. Dit is een bacteriële ziekte, die door een van oorsprong Amerikaans insect (cicade) wordt verspreid. De Suzuki fruitvlieg, oorspronkelijk uit Azië, vormt ook steeds meer problemen, net als de ziekte van Pierce. Deze laatste bestond in Californië al jaren, maar lijkt door de stijging van temperaturen een nieuwe overbrenger te hebben (een insect genaamd *glassy-winged sharpshooter*), waardoor de verspreiding toeneemt. De bacterie die de ziekte van Pierce veroorzaakt tast de houtvaten aan, waardoor het hout afsterft en soms de gehele druivenplant (Mozell, 2014).

3.3 Bedreigingen als gevolg van klimaatverandering per ontwikkelingsstadium van de druivenplant

Globaal kun je de ontwikkelingsstadia van de druivenplant weergeven in de periode van oogst via winterrust naar *débourrement* (uitbotten), van *floraison* (bloei) en *nouaison* (vruchtzetting) naar *véraison* (verkleuring) en van *véraison* opnieuw naar oogst. In bijlage XI is een schematische weergave opgenomen van deze ontwikkelingsstadia. Ieder stadium is afhankelijk van temperatuur van de atmosfeer en bodem. De verhoging van de bodemtemperatuur heeft invloed op de uitloop van de druivenplanten en de waterbeschikbaarheid in het wortelgedeelte. In het kort worden een aantal bedreigingen als gevolg van klimaatverandering per ontwikkelingsstadium van de druivenplant beschreven. De volgende stadia wordt beschreven: winterrust na de oogst, *débourrement*, *floraison*, *véraison* en oogst, ter illustratie grafiek 2.

Oogst	<i>Débourrement</i>	<i>Floraison</i>	<i>Véraison</i>	Oogst
				
Warme winterperiodes voorkomt afkoeling plant waardoor onvoldoende rust en herstel	Stijgende bodem- en luchttemperatuur in de lente vervoegt uitbotten, met vorstrisico	Veranderende neerslagpatronen en toenemende bewolking beïnvloedt de bloei en vruchtzetting	Over het algemeen hogere temperaturen, warmte accumulatie, hitte stress in vele regio's	Kans op te snelle fruit-rijping, toenemende suikeropbouw, zuren die te snel afbreken, fenolische onbalans

Grafiek 2: Invloeden van klimaatverandering op groei, productiviteit en kwaliteit. Bron: Gebaseerd op Jones, 2015.

Enkele bedreigingen per ontwikkelingsstadium van de druivenplant:

- Stadium winterrust na de oogst > *débourrement*;

De winterperiode is belangrijk voor het opslaan van reserves als water en koolhydraten voor het komende jaar. Een te warme winterperiode zorgt voor onvoldoende herstel van de druivenplant, omdat er onvoldoende reserves wordt opgeslagen (Jones, 2015).

- Stadium *débourrement* > *floraison*;

Het uitbotten en het starten van de sapstroom is afhankelijk van de bodem- en luchttemperatuur (Winkler et al., 1974). 10 °Celsius is de drempeltemperatuur voor het starten van de vegetatieve cyclus. Hoe vroeger de temperaturen stijgen, hoe eerder de druivenplant uitbot (Jones, 2015). In deze periode is vorst een enorme bedreiging, waardoor opbrengsten kunnen dalen. In hoofdstuk 4 wordt dit nader toegelicht. Andere bedreigingen in deze fase is overmatige neerslag en droogte, dit kan de bloei en vruchtzetting sterk beïnvloeden (Fraga et al., 2012).

- Stadium *floraison* > *véraison*;

De gemiddelde temperaturen zullen stijgen. In verschillende wijnbouwgebieden is er sprake van hittestress en/of waterstress. De stomata sluiten zich bij droogte, zodat er minder water via transpiratie verloren kan gaan. Het sluiten van deze stomata bij droogte en bij temperaturen boven de 35 °Celsius (en onder de 10 °Celsius) zorgt voor een lagere fotosynthesesnelheid met als gevolg een verminderde groei en ontwikkeling van de plant. Bijvoorbeeld een verminderde kleurontwikkeling in de schil (Jones, 2015). Droogte voor de *véraison* zorgt voor een versnelde stapeling van suikers en dus ook een snellere rijping (Castellarin et al., 2007).

- Stadium *véraison* > oogst;

De fase na de *véraison* is belangrijk voor opbouw van suikers en afbraak van zuren. Door de stijgende temperaturen bestaat de kans dat de hele cyclus vervoegt, de periode van *véraison* tot oogst vindt in een warmere periode dan voorheen plaats (Keller, 2010). De kans is groot dat het fruit te snel rijpt, de suikeropbouw te groot wordt en de zuren te snel afnemen, terwijl soms de druif fenolisch nog niet rijp is. Hoge temperaturen na de *véraison*, hebben een negatief gevolg voor de ontwikkeling van anthocyanen (pigmentstoffen) en de vorming van aromastoffen,

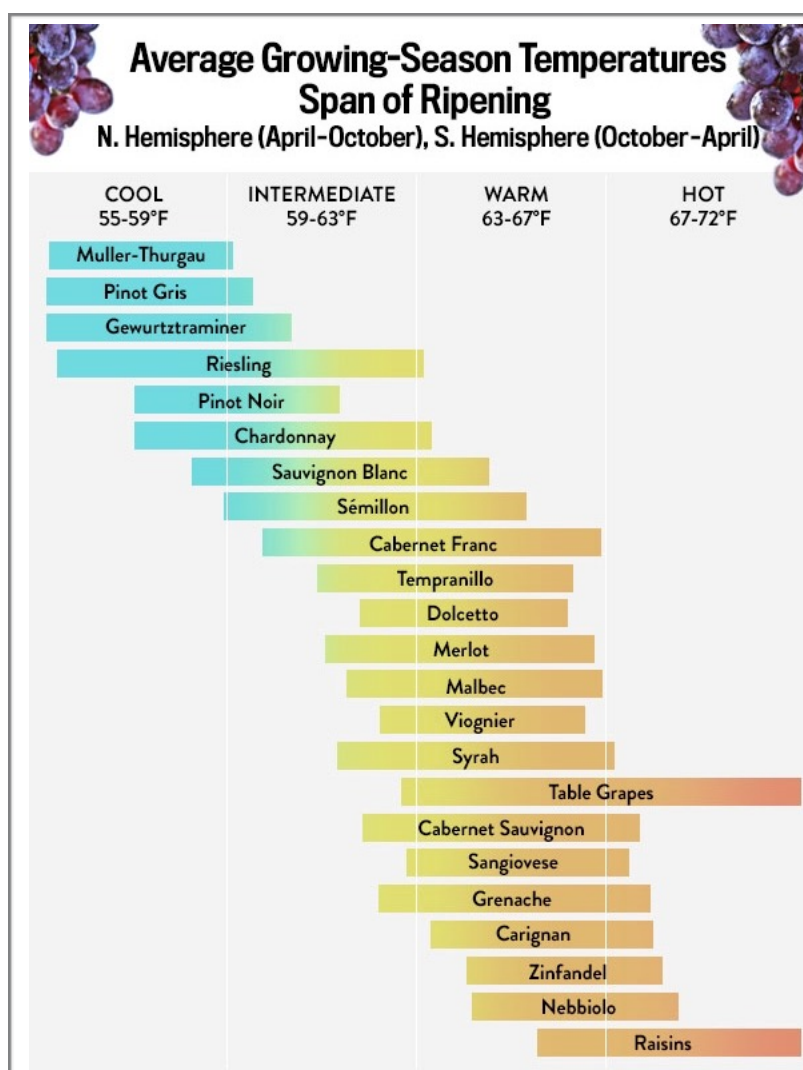
zie ook 3.4.1. Een teveel aan neerslag leidt tot verdunning en is ongewenst voor de rijping, ook droogte is ongunstig en kan de kwaliteit van de druif beïnvloeden (Fraga et al., 2012). Overmatige neerslag na de *véraison* heeft invloed op de kwaliteit en gezondheid van de druiven. Er bestaat dan een grote kans op het ontwikkelen van ziektes en schimmels.

3.4 *Vitis Vinifera* en klimaat

De *vitis vinifera* is een druivenplant uit de wijnstokfamilie en gevoelig voor temperatuurveranderingen. De verschillende druivenrassen zijn afhankelijk van de juiste omgevingstemperaturen, die noodzakelijk zijn voor het leveren van kwaliteitsproductie.

Om de klimaatgegevens van verschillende wijnbouwstreken te kunnen vergelijken zijn er diverse klimaatindices ontwikkeld. De belangrijkste parameters zijn de gemiddelde temperatuur per maand, de hoeveelheid neerslag, het aantal zonuren, en de minimum- en maximumtemperaturen per dag. Er bestaan diverse manieren en methoden om de geschiktheid voor wijnbouw op basis van temperaturen te bepalen. De Winkler index, Huglin index en de latitude-temperatuurindex zijn enkele voorbeelden.

Klimaatonderzoeker Gregory V. Jones (Linfield College in Oregon) heeft een eenvoudige klimaatparameter ontwikkeld, de gemiddelde groeisezoentemperatuurindex (GST, growing season average temperature index), die berekend wordt door het gemiddelde te nemen van zeven maanden van het groeiseizoen (voor zowel het noordelijk als het zuidelijk halfrond).



Grafiek 3: Gemiddelde groeisezoentemperaturen op het noordelijk en zuidelijk halfrond
Betekenis: 55-95° F= 13-15 koel, 59-63° F= 15-17 gemiddeld, 63-67° F= 17-19 warm, 67-72° F= 19-24 heet.
Bron: Gebaseerd op Jones et al., 2007.

Uitgaande van de gemiddelde temperatuur in het groeiseizoen is er wereldwijd geschiktheid voor wijnbouw tussen de 13-21 °Celsius (55-70 °Fahrenheit). Zie grafiek 3.

In het kader van klimaatverandering is het interessant te kijken naar deze (blijvende) geschiktheid voor wijnbouw en druivenrassen in een bepaald gebied, denkend aan de stijgende temperaturen.

3.4.1 Suiker-, zuurgehalte en polyfenolen (anthocyanen en tannine)

Om kwaliteitswijn te produceren is een goede balans nodig tussen suikers, zuren en tannine (Kubach, 2018). Tijdens de rijpingsperiode verandert de samenstelling van de druif. Zo neemt het suikergehalte toe, dat van zuur juist af en treden er wijzigingen op in tannine en anthocyanen.

De tijdens de fotosynthese gevormde suikers worden in deze periode opgeslagen in de druif. Afbraak van zuren als gevolg van respiratie (opgeslagen energie wordt vrijgelaten) zorgt voor een daling van het zuurgehalte. Het gaat hier voornamelijk om appelzuur en wijnsteenzuur, waarbij appelzuur sneller verbruikt wordt bij hogere temperaturen, boven de 30 °Celsius, (Kubach, 2018). Bij hoge temperaturen zie je ook een toename van suikers, een afname van anthocyanen en een lager methoxypyrazinegehalte (in de schil van bepaalde druivenrassen aangemaakte primaire aromastoffen, die vrijkomen tijdens de vinificatie).

Simpel gezegd betekent een warm klimaat een lager zuurgehalte en een hoger suikergehalte en andersom (Jones, 2015), (Keller, 2010) (Mozell & Thach, 2014). Het zuurgehalte neemt verder af door de omzetting van appelzuur in suikers in de druif en als gevolg van verdunning, dit laatste wanneer wortels water opnemen zodat de druif kan groeien. De balans tussen appelzuur en wijnsteenzuur schommelt, waarbij wijnsteenzuur de overhand krijgt als de druif rijpt. Een hoog appelzuurgehalte duidt op onrijpheid.

De opgebouwde suikers zijn verantwoordelijk voor de hoeveelheid alcohol.

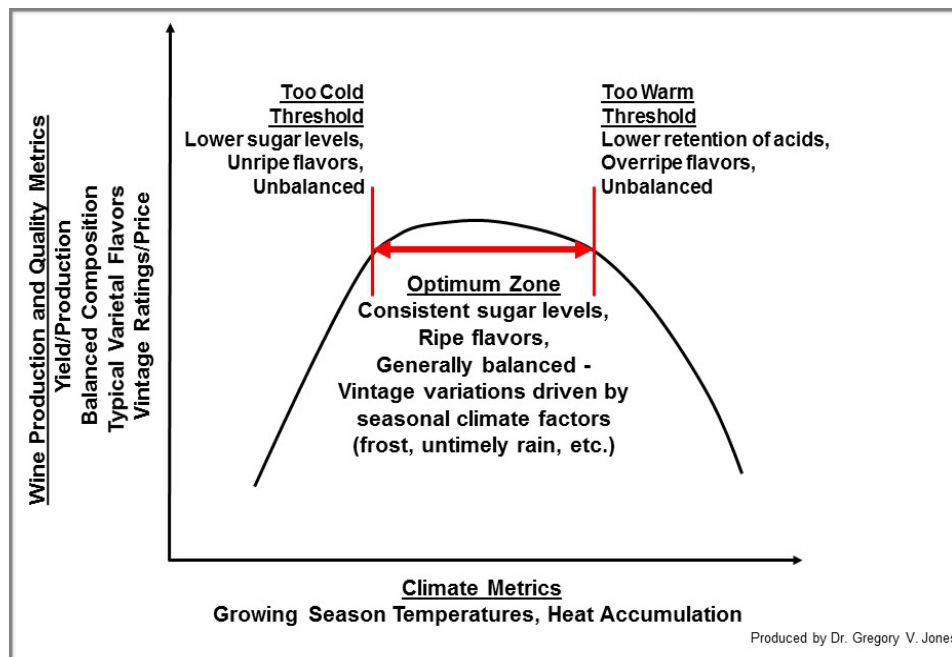
Vanaf de *véraison* verliest de druivenplant zijn chlorofyl (bladgroen), waardoor er eerst verkleuring optreedt van de schil en later van het blad. Tijdens dit proces neemt het gehalte anthocyanen toe en stijgt het tanninegehalte in de schil en daalt deze in de pitten (Horstink, 2014).

De hoeveelheid suikers en (verschillende) zuren is afhankelijk van het druivenras, maar vooral van de belangrijkste klimatologische parameters temperatuur, neerslag en droogte. Droogtestress zorgt voor een hoger suikergehalte in de druif door concentratie enerzijds, anderzijds omdat droogtestress de vruchtzetting verstoort waardoor minder bessen, waarover de beschikbare suikers verdeeld moet worden (Castellarin et al., 2007).

De concentratie van anthocyanen bij droogtestress ligt relatief mogelijk hoger als gevolg van een lager druifvolume.

Warmere wijnjaren geven wijnen met een hoger suikergehalte, minder (appel)zuren en overrijpe aroma's, terwijl koele jaren wijnen geven met hoge zuren, onrijpe aroma's en met een gebrek aan suikers en balans, volgens Jones (2005), van Leeuwen et al., (2016) en Seguin (2007). Klimaatveranderingen hebben z'n weerslag op de uiteindelijke wijn. Dit is altijd zo geweest, die jaarlijkse verschillen, maar we zien nu een trend met stijgende alcoholpercentages en suikergehaltes en afnemende zuren (Duchêne, 2007).

In de optimale zone (optimum zone), zie grafiek 4, zal het betreffende druivenras hoge kwaliteitswijn produceren met uitgebalanceerde zuren, een goede suikeropbouw en fenolische rijpheid. Het (veranderende) klimaat van een wijnbouwregio bepaalt de optimum zone en is dus een belangrijke factor in de stijl van de wijn.



Grafiek 4: Optimum zone voor kwaliteitswijn; variety climate thresholds. Bron: Jones, 2015.

3.5 Pinot noir wereldwijd

De Huglin Index, IH, (een klimaatindex van de gemiddelde dagtemperaturen in het groeiseizoen rekening houdend met de breedtegraad van de wijnstreek) geeft een betrouwbare indicatie welk druivenras onder de gegeven klimatologische omstandigheden tot rijpheid kan komen. De index wordt gehanteerd om het potentieel van een bepaald gebied met betrekking tot de rijping van druivenrassen te bepalen. Huglin beschouwt een IH van 1400 als minimum- voor kwaliteitswijnbouw (Horstink, 2014).

Pinot Noir is op z'n best in *koel-gematigde* gebieden, zie grafiek 3, met gemiddelde groeiseizientemperaturen tussen de 14-16 °Celsius (57-61 °F) en een Huglin index rond de 1700 zoals in de Bourgogne of Willamette Valley (Jones, 2015).

Pinot noir heeft slechts een geringe marge als het gaat om temperatuur, een bandbreedte van slechts 2 °Celsius. Chardonnay daarentegen is veel beter in staat zich aan te passen met een grote diversiteit aan stijlen tot gevolg in verschillende klimaten (Jones, 2015).

Indien pinot noir buiten de gemiddelde groeitemperaturen/zones groeit, dan is de wijn regelmatig onrijp of overrijp met een groot verlies aan typiciteit.

Wijnmakers hebben wereldwijd, als het gaat om de productie van Pinot Noir, te maken met verschillende klimatologische omstandigheden, waardoor verschillende smaakkenmerken.

Enkele praktijkvoorbeelden waar Pinot Noir geproduceerd wordt;

- Bourgogne, Dijon ligt op 47 °NB met Huglin index van 1710 en gemiddelde temperatuur in warmste maand 16,7 °Celsius (Horstink, 2014) en (Johnson & Robinson, 2010).
- USA, Oregon, Willamette Valley ligt op 45 °NB met Huglin index van 1750 en gemiddelde temperatuur in warmste maand 18,8 °Celsius (Everyvine, 2018) (Jones, 2015).
- Zuid-Afrika, Walker Bay, Western Cape ligt op 33 °ZB met Huglin index van 2118 (WOSA, 2014) en gemiddelde temperatuur in warmste maand 19,2 °Celsius.
- Nieuw-Zeeland, Central Otago ligt op 45 °ZB met een Huglin index van 1661 voor Cromwell (Johnson & Robinson, 2010).

Mike Wolfenden, assistent wijnmaker Felton Road, Central Otago Nieuw-Zeeland (pers comm. 10 augustus 2017) zegt het volgende; 'Gemiddelde temperaturen fluctueren sterk in het groeiseizoen, met regelmatig uitschieters van 30 °Celsius en met oogstdata rond eind maart

begin april.' Toch ervaart deze wijnmaker nauwelijks klimaatbedreigingen gezien de totaal andere geografische ligging als bijvoorbeeld de Bourgogne op het noordelijk halfrond. Vanwege de breedtegraad, de sterke zonne-intensiteit en het continentale karakter van Central Otago.

In *Journal of Wine Economics* 2016 interviewt wijnmaker David Adelsheim (wijnmaker in Oregon, Willamette Valley) belangrijke wijnmakers wereldwijd met vragen over klimaatverandering. Zelf geeft hij uit ervaring aan dat in de laatste 11 jaar de oogstdata met 2 weken zijn vervroegd. Niet alleen zijn de vintages warmer, maar ook extremer en wisselender. In de laatste 5 jaar hebben ze zowel het heetste, als het koelste, de vroegste, als de laatste oogstdatum gehad sinds 40 jaar (Adelsheim et al., 2016).

Gordon Newton Johnson, wijnmaker en directeur van Newton Johnson uit de Hemel en Aarde vallei Zuid-Afrika, (pers comm 9 augustus 2017, zie hoofdstuk 8 bijlage VIII) geeft aan dat het grote voordeel van de Hemel en Aarde Vallei is dat het profiteert van de koele oceaanwind. Maritieme wijngaarden zullen het laatst aangedaan worden bij de opwarming van de aarde. Hij hoopt dus ook dat deze oceaaninvloeden hen voorlopig nog kunnen helpen zich aan te passen aan de mondiale temperatuurstijging. Canopymanagement (loofwandbeheer) is de belangrijkste tool die Gordon inzet bij klimaatverandering. 'Belangrijk is een goede balans te vinden tussen voldoende licht op de trossen, maar ook voldoende schaduw op het heetst van de dag', aldus Gordon.

Zuid-Afrika heeft een van de droogste zomers van alle wijnregio's. Pinot noir kan dan het beste staan aangeplant op bodems die klei bevatten, zoals schalie. Dit soort bodems houden het beste vocht vast bij de geringe regen die er valt. Pinot noir op kleihoudende bodem in Zuid-Afrika is een goede combinatie, eveneens vanwege het verkoelende effect van dit bodemtype. Tijdig oogsten is ook van groot belang volgens Gordon om het verschrompelen van de druiven en 'port'-aroma's te voorkomen. De oogstdata van zijn pinot noir zijn meestal tussen 1-20 februari.

Samengevat groeit pinot noir wereldwijd dus onder zeer diverse omstandigheden, wat niet per definitie hoeft te resulteren in on- of overrijpe wijnen. Er is dus sprake van een brede optimum zone, zie grafiek 4, in tegenstelling tot wat Jones beschrijft met zijn 'smalle bandbreedte' in grafiek 3. In hoofdstuk 5 worden de adaptatie- en mitigatiemogelijkheden onderzocht voor de Bourgogne bij veranderende klimatologische omstandigheden.

4. De gevolgen van klimaatverandering voor de Bourgogne op mesoniveau

4.1 Demografie en ligging

De regio Bourgogne bestaat uit 4 departementen; Yonne, Nièvre, Côte d'Or, Saône-et-Loire en is gesitueerd in het noordoostelijke deel van Centraal-Frankrijk. Het wijngaardareaal in de regio Bourgogne beslaat ongeveer 30.000 ha. De appellation Bourgogne (afkomstig van de afkorting AOP, appellation d'origine protégée, voorheen AOC, appellation d'origine contrôlée) concentreert zich in 3 van deze departementen, behalve in het departement Yonne, dit valt onder de Val de Loire. Het resterende deel bestaat uit de volgende wijngaarden; in het noordwesten Chablis, Grand Auxerrois, Tonnerre, Joigny en Vézelay (BIVB, 2018a). De Châtillonnais situeert zich ten oosten van deze regio's. Meer naar het zuiden gelegen gevolgd door de Côte d'Or, onderverdeeld in Côte de Nuits in het noorden en Côte de Beaune in het zuiden. Verder zuidelijk de Côte Chalonnaise, Couchois en de Mâconnais. (Madelin et al., 2010). Zie hoofdstuk 8 bijlage I; 'La Bourgogne et ses régions viticoles.'

In deze scriptie richt ik mij op het belangrijkste deel, het hart van de Bourgogne, de Côte d'Or. De wijngaarden van de Côte d'Or beslaan ongeveer 10.000 ha en strekken zich uit van Dijon, in het noorden van de Côte de Nuits, tot Santenay in het zuiden van de Côte de Beaune met een breedte tussen de 500 meter en 10 km. Het gebied is onderverdeeld in 2 hiërarchische niveaus als het gaat om kwaliteit. De Côte met kwaliteitsniveaus van regionaal tot grand cru en de Hautes Côtes met alleen regionale appellations. De heuvelrug van de Côte loopt van noord naar zuid. De beroemdste en beste wijngaarden van de Côte liggen op het oosten en zuidoosten, op hoogten van 200-350 meter. De Hautes Côtes bevat meer hoogteverschillen tot zelfs 450 meter (Madelin et al., 2008). De Côte ligt langs een belangrijke geografische breuklijn, met marine afzettingen, vooral kalkgesteenten, van afgestorven schelpdieren, uit verschillende geologische tijdperken. Door verwerking van de rotsen zijn bodems van verschillende ouderdom en textuur ontstaan. De hoogteverschillen en hellingshoeken zorgen voor een bodem met diverse bestanddelen. De breuklijnen van oost naar west geven de bodems van de Côte nog meer diversiteit, rijk aan o.a. kalkmergel en kalksteen.

De beste wijngaarden voor pinot noir in de Côte hebben een basisbodem van kalksteen en mergel, met een toplaag van leem, vermengd met verweerd materiaal van dat kalksteen, waarop tot wel 12.000 stokken per hectare staan (BIVB, 2018a). Deze bodems zijn uniek vanwege de subtiele verschillen per perceel. De hoger gelegen wijngaarden bevatten meer kalksteen. De lagergelegen wijngaarden bevatten meer klei in de toplaag. Hoe dieper de bodems hoe dieper ook het kalksteen gelegen. Deze bodemverschillen, in combinatie met de andere (terroir) factoren, leveren in bijvoorbeeld Bâtard-Montrachet rijkere wijnen op vanwege de grotere hoeveelheid klei in de roodbruine, zware bodem. De bodem van Chevalier-Montrachet bevat meer kalksteen, is hoger gelegen, waardoor een lichtere elegante stijl witte wijn ontstaat.

Elke wisseling van bodemgesteldheid heeft gevolgen voor de drainage, de expositie, de bodemtemperatuur, de voedselopname etc. van de druivenplant, waardoor indirect op de uiteindelijk wijn (Johnson & Robinson, 2010).

Karel de Graaf (wijnhandelaar en producent van perceel 'Les Narvaux' in Meursault), zegt het volgende over de bodems in de Bourgogne: 'De fysische, chemische en biologische karakteristieken van de lappendeken aan wijnbodems in de Bourgogne zijn nergens anders aan te treffen. Door de diversiteit van deze bodems, samen met de fundamentele relaties die bodems, microben en planten met elkaar verbinden, wordt een zo hoge graad van complexiteit bereikt dat dit geheel nu eenmaal niet te kopiëren is.' (pers comm 6 april 2018).

4.2 Pinot noir

Pinot noir is een zeer oud druivenras. Men vermoedt dat pinot noir ontstaan is in Noordoost-Frankrijk en niet ver af staat van een wilde druif, ooit aangetroffen in de bossen, nog voor de Romeinse tijd (Wikipedia, 2019a). Hoewel de Romeinen al in 150 na Christus wijn verbouwden, is de druiventeelt na de val van het Rijk verwoest en zijn het uiteindelijk de monniken geweest die in de Bourgogne weer wijn zijn gaan maken. De eerste literaire verwijzing naar de wijnbouw in de Bourgogne dateert uit 312 (Wikipedia, 2018a) Pinot noir stond in de Middeleeuwen al in hoog aanzien om zijn kwaliteit en werd dan ook door adel en monniken op de beste plekken, op de hellingen, aangeplant, zo dus ook in de Bourgogne.

Eigenlijk kunnen we niet spreken van pinot noir als druivenras op zich, omdat de variëteit pinot vele gezichten kent. Binnen de ampelografie (de wetenschappelijke beschrijving van de wijnstokken) behoort pinot noir tot de familie van de Noiriens. Dit is een groep druivenrassen binnen de *Vitis vinifera* met vergelijkbare kenmerken. Carole Meredith (UC Davis) heeft middels haar onderzoeksgroep, gericht op DNA-typering, in 1998 aangetoond dat pinot noir, pinot gris en pinot blanc allen genetisch identiek zijn, ze verschillen alleen qua kleur. In 2012 concludeerde het INRA van Montpellier en de universiteit van Neufchâtel, dat pinot noir een van de oudste cépages is in Frankrijk (Wikipedia, 2018b).

Frühburgunder is een bekende mutatie (aanpassing aan lokale omstandigheden) van pinot, wat een voorbeeld kan zijn van een mutatie als gevolg van klimaatverandering.

De neiging van pinot noir tot mutatie zorgt ervoor dat de ene pinot noir verschilt van de andere. Maar gezamenlijke kenmerken zijn er natuurlijk wel. Kenmerken van pinot noir volgens Wine Grapes (Robinson, 2012) zijn de vroege uitbotting, waardoor de druif ontvankelijk is voor voorjaarsvorst, coulure en vroege rijping. Pinot noir houdt van een gematigd klimaat en doet het goed op kalkhoudende bodems met meer of minder klei. In deze regio's krijgt pinot noir de tijd langzaam fenolisch rijp te worden, zonder te veel suikers op te bouwen en zuren te verliezen. De druiven bevatten relatief weinig anthocyanen, veel zuren en hebben over het algemeen vaak een laag tanninegehalte (afhankelijk van o.a. klimaat, bodem en kloon).

De trossen zijn vaak smal en compact van vorm. Hierdoor is pinot noir gevoelig voor echte en valse meeldauw, botrytis, rot en andere virussen die tot verzwakking en afsterving van het hout kunnen leiden. Voorbeelden van virusziekten zijn; fanleaf virus, leafroll virus (bladkrulziekte) en leafhoppers, insecten die virussen of ziektes verspreiden.

Ondanks het feit dat pinot noir een eeuwenoud druivenras is en dus in staat is te overleven is volgens CRECEP (Coördination des Recherches sur chardonnay et pinot noir) pinot noir een kwetsbaar druivenras. Het is een ras dat duidelijk moeilijker en fragieler is dan andere blauwe druivenrassen. Hij bevat weinig fenolen en is erg kwetsbaar voor verschillen in jaargang en bij klimaatveranderingen. Een probleem kan zijn een te snelle suikeropbouw in de druiven in verhouding tot de fenolische rijpheid gedurende de vegetatieve cyclus. Ook verschrompelt de dunne schil makkelijk en is hierdoor gevoelig voor zonnebrand. Er kan een dilemma ontstaan voor de wijnboer namelijk; vroeg oogsten ter voorkoming van een te hoog suikergehalte en uiteindelijk een hoog alcoholpercentage met als gevolg mogelijk onvoldoende fenolische rijpheid. Of het oogsten uitstellen waardoor een betere fenolische rijpheid ontstaat, maar mogelijk met als gevolg een alcoholpercentage oplopend tot 15% en overrijpe aroma's. Stijgende temperaturen als gevolg van klimaatverandering hebben als risico een vermindering van de hoeveelheid appelzuur en wijnsteenzuur, waardoor de pH van de most stijgt. Dit met het gevolg dat de wijn gevoeliger is voor bacteriën en micro-organismen voor en na de alcoholische gisting. Dit fenomeen komt vaker voor bij pinot noir, dan bij chardonnay door de blauwe schil, aangezien de donkere schil sneller verhit. Zie bijlage X Pinot noir.

4.3 Classificatie

In 1855 werd de eerste informele classificatie ontwikkeld door Dr. Jean Lavallé van de beste wijngaarden; het 'Histoire et statistique de la Vigne des Grands Vins de la Côte d' Or'. Het AOC, Appellation d' Origine Contrôlée, systeem volgt later en werd in 1935 geïntroduceerd (Johnson & Robinson, 2010). Er is een classificatie gemaakt van vier verschillende niveaus, waarbij grand cru het hoogste niveau is, gevolgd door premier cru, gemeentelijke appellations en als laagste niveau de regionale appellations (Johnson & Robinson, 2010). Er bestaan 33 grand cru wijngaarden. De regio produceert 62% witte wijn, 29% rode wijn, 1% rosé en 8% crémants. Het overgrote deel bestaat uit de monocépages pinot noir en chardonnay, maar deels wordt ook gamay en aligoté geproduceerd. Slechts 1% van de aanplant bestaat uit variëteiten als sauvignon, césar, pinot beurot, sacy en melon (BIVB, 2018b).

De classificatie van de kwaliteiten van de vastgelegde *climats* van de Bourgogne is een van de meest gedetailleerde ter wereld door versnippering van het land, de verschillen in ouderdom en de vele verschillende producenten. Climats zijn strak afgetekende stukken wijngaard, percelen, met specifieke geografische en klimatologische kenmerken bewerkt door de wijnbouwers van generatie op generatie. De Bourgogne bestaat uit precies 84 appellations van meer dan 600 climats. Deze climats geven de wijnen uit de Bourgogne zijn unieke identiteit. Ieder climat heeft zijn eigen unieke terroir en organoleptische kenmerken (BIVB, 2018c).

De kwaliteit van de terroirs van deze climats is vastgelegd in een wijngaardclassificatie en is vooral gebaseerd op het terroir aspect bodem. Sinds juli 2015 zijn de climats van de Bourgogne opgenomen in de UNESCO-werelderfgoed ranglijst.

Het is logisch te denken dat klimaatverandering ook gevolgen kan hebben voor de wijngaardclassificatie in de Bourgogne. Met de opwarming is het zeker zo dat koelere wijngedieden kwalitatief interessanter worden, ook in de Bourgogne. Hoger gelegen wijngaarden van de Côte (indien mogelijk) of de Hautes-Côtes zouden aantrekkelijker kunnen worden waardoor er in theorie mogelijk een verschuiving in de classificering zou kunnen plaatsvinden. In de discussie wordt dit verder besproken, zie 6.1.

4.4 Terroir

Onlosmakelijk verbonden aan de Bourgogne is het begrip terroir, bestaande uit diverse complexe factoren. Henri Jayer zegt; 'Terroir is the soul of the wine.' Aubert de Villaine: 'It's the symbiosis the successful marriage between a talented terroir and that admirable grape variety pinot noir, which will produce a truly great wine.' 'Delicacy in complexity, that is what is expressed by a terroir wine', aldus Jacques Lardière, technisch manager Maison Louis Jadot (Rigaux, 2006).

De *Organisation Internationale de la Vigne et du Vin* (OIV, 2010) hanteert de volgende definitie; *Vitivinicultural "terroir" is a concept which refers to an area in which collective knowledge of the interactions between the identifiable physical and biological environment and applied vitivinicultural practices develops, providing distinctive characteristics for the products originating from this area. "Terroir" includes specific soil, topography, climate, landscape characteristics and biodiversity features.*

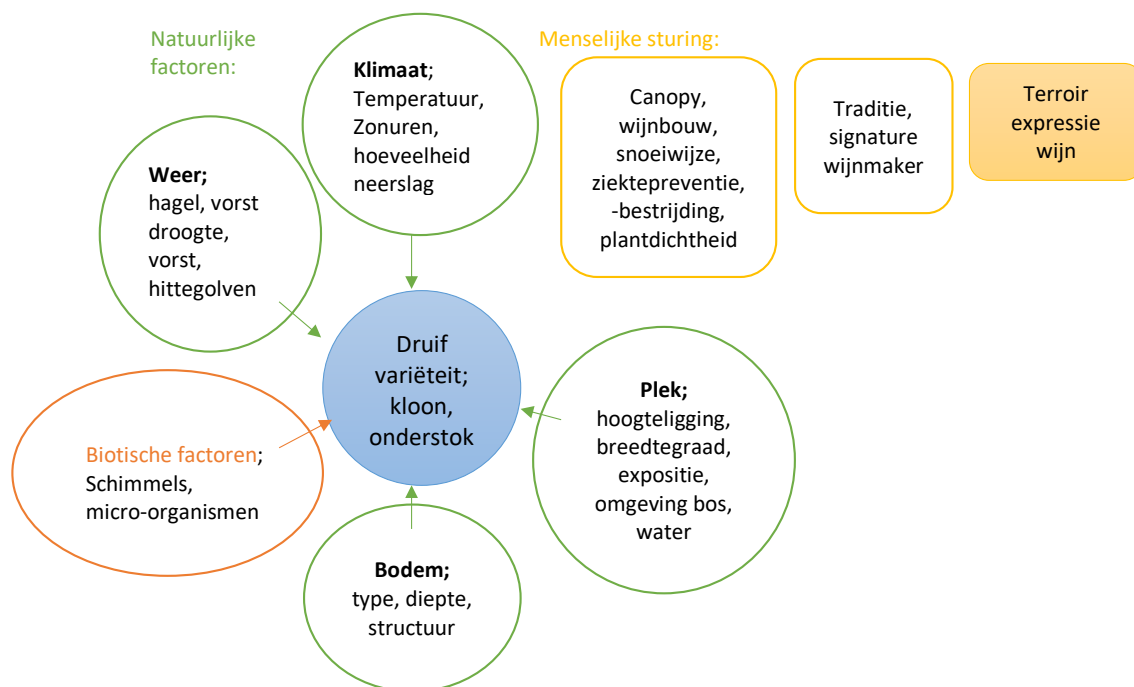
Het gaat dus om een uniek stuk wijngaard met zijn eigen ecosysteem, waar verschillende natuurlijke factoren met elkaar in interactie zijn, aangevuld door menselijke sturing waardoor er een wijn kan ontstaan die in de basis uiterst uniek, herkenbaar en specifiek is voor deze plek.

De volgende natuurlijke factoren zijn met elkaar (inclusief de druif-variëteit) in interactie, ter illustratie grafiek 5:

- *Klimaat*: met de temperatuur, de hoeveelheid zonuren en de hoeveelheid neerslag
- *Weer* (een momentopname van het klimaat): met elementen als vorst, droogte, hagel en hittegolven

- *Bodem*: bodemtype, -diepte en -structuur
- *Plek*: expositie naar de zon, hoogteligging, breedtegraad en omgevingsfactoren als de aanwezigheid van o.a. bos of wateroppervlak.

Binnen deze natuurlijke factoren bestaan ook de biotische factoren bestaande uit micro-organismen, bacteriën, schimmels etc. Aanvullend op deze interactieve natuurlijke factoren bevat het begrip terroir ook het (cultureel) menselijk handelen. Binnen bijna elk natuurlijk element bestaat een menselijke keuze, afweging of interventie. De mens is in staat om sturing te geven aan de natuurlijke factoren of de gevolgen ervan. Denk hierbij aan de keuze van het druivenras, de wijngaardinrichting, de snoeiwijzen, de plantdichtheid, het canopymanagement, ziektepreventie, ziektebestrijding en het oogstmoment. Ook de bodembewerking, het type wijnbouw en de keuze om te irrigeren omvat menselijke sturing.



Grafiek 5: Infografic betreft het begrip terroir. Gebaseerd op J. Goode, 2011.

Bij de uitleg van het begrip terroir moet aangemerkt worden dat het gehele vinificatieproces niet behoort tot deze definitie (een onderverdeling die in deze scriptie wordt aangehouden). Wel is de vinificatie het middel om datgene in de wijngaard gecreëerd is om te zetten in een terroirgetypeerde wijn of anders gezegd een wijn met terroirexpressie van die specifieke plek. Gedurende het proces van wijnmaken zijn er nog vele afwegingen en keuzes te maken om het terroir goed tot uitdrukking te laten komen in de uiteindelijke wijn. Voorbeelden zijn; de keuze van de gisten, de vergistingstemperatuur, de rijping, het houtgebruik etc. De druifeigen gisten schijnen volgens diverse producenten een betere terroirexpressie aan de wijn te geven, dan de exogene gisten, omdat ze onderdeel zijn van het microbiologisch bodemleven van dat terroir. Wetenschappers kunnen dit echter moeilijk objectiveren. Een ander voorbeeld is de rijping. Te veel oxidatie tijdens de rijping zal de terroirexpressie niet bevorderen. Kortom, terroirexpressie is de interpretatie van de wijnmaker.

Jamie Goode (wijnjournalist) geeft op zijn website (Goode, 2018a) het volgende theoretische voorbeeld aangaande het begrip terroir. Producent X heeft twee verschillende percelen van verschillende bodemtypes, op een zuidhelling, allen aangeplant met hetzelfde druivenras, kloon en onderstok. Ieder perceel wordt apart gevinifieerd volgens eenzelfde procedureel door dezelfde wijnmaker. Deze wijnen zullen ieders anders smaken. Ieder perceel heeft volgens

Goede zijn eigen bodemkarakteristieken (samenstelling), beïnvloed door verschillende natuurlijke factoren als zon-expositie, gemiddelde temperaturen en hoeveelheid neerslag etc. Deze wijngaard-perceelspecifieke verschillen zullen reflecteren in het karakter van de uiteindelijke wijn en zijn volgens Goode de essentie van het begrip terroir.

De vraag is of goed terroir ook kwaliteit garandeert. Rigaux (2006) beantwoordt in zijn boek *Terroir & the winegrower* deze vraag met het antwoord nee. 'Niet zonder handtekening (signature) van de wijnmaker.' Hij bedoelt ermee te zeggen dat het proces van wijnmaken wel degelijk invloed heeft op het overbrengen van het terroir op de uiteindelijke wijn. Zoals eerdergenoemd bepaalt de wijnmaker de mate van terroirexpressie. Het tegenovergestelde kan ook, namelijk dat het proces van wijnmaken te technische wijnen oplevert, waardoor een verlies aan (terroir-) typiciteit optreedt.

Blijkbaar kan je ook, zoals bijvoorbeeld in Bordeaux, van een ogenschijnlijk zelfde terroir meerdere kwaliteitsniveaus maken. Hetzelfde terroir garandeert niet een uniforme kwaliteit. Een reden hiervoor kan zijn de oudheid van de stokken. In de wijnen van het hoogste kwaliteitsniveau worden druiven gebruikt van oude stokken (30 jaar of ouder). Het voordeel van oude stokken is dat ze een verfijnd wortelstelsel hebben, waardoor in periodes van droogte beter in staat zijn voedingsstoffen diep uit de bodem te halen (uiteeraard wel afhankelijk van de bodemdiepte en onderlaag). In het kader van klimaatveranderingen kunnen oude stokken gunstig zijn in verband met o.a. droogte.

Prof. Dr. H.R. Schultz (Geisenheim Universiteit) suggereert dat klimaat waarschijnlijk de belangrijkste terroirfactor is, aangezien het klimaat veel invloed heeft op de opbrengst en de kwaliteit van de druiven. Voorspelde veranderingen van klimatologische omstandigheden (als o.a. stijgende temperaturen) hebben volgens hem om die reden geleid tot zorgen of de balans tussen wijngaardplek, bodem, druivenras, kweekmethoden etc. verstoord raakt of anders zal worden. Typiciteit en kwaliteit komen onder druk te staan, aldus Schultz (Daniëls, 2017a).

Binnen het begrip terroir speelt de bodem een grote rol, ook als het gaat om de impact van klimaatverandering op bodems. Ik ben me ervan bewust dat klimaatverandering invloed heeft op diverse aspecten van de bodem.

Terroirstudies onder leiding van Professor C. van Leeuwen (oenoloog en professor wijnbouw aan Bordeaux Sciences Agro en aan ISVV, Institut des Sciences de la Vigne et du Vin) van de afgelopen decennia laat zien dat het klimaat een nog grotere invloed heeft dan de bodem op de kwaliteit en het smaaktype van wijn (van Leeuwen et al., 2018).

Veranderingen in het klimaat als toenemende lucht- en bodemtemperaturen, hoeveelheid neerslag en dus droogte, kan de bodem in samenstelling en structuur veranderen. Ook het microbiologisch leven in de bovenlaag ondervindt veranderingen als gevolg van klimaatverandering en de waterbeschikbaarheid van de plant is eveneens afhankelijk van het klimaat (neerslag en evapotranspiratie). Klimaatverandering op macro-, meso- en microniveau is de doorslaggevende factor bij verandering van typiciteit en zorgt voor fluctuaties in kwaliteit en smaaktype van wijn, meer dan de bodem alleen kan bewerkstelligen (pers comm 18 februari 2019).

Dat is de reden dat ik ervoor kies in mijn scriptie het aspect bodem en het bodemleven buiten beschouwing te laten. Ik wil juist de directe klimatologische effecten bespreken in de Bourgogne met voorbeelden van veranderende weersomstandigheden, klimaatsimulaties voor de toekomst (voor de periode 2030-2050) aangevuld met interviews uit de praktijk.

4.5 Typiciteit

De interactie tussen alle terroirfactoren in combinatie met het menselijk handelen in de wijngaard en tijdens de vinificatie kan leiden tot wijnen met terroir expressie die de typiciteit en herkenbaarheid geven van de betreffende druif op die specifieke plek. Zo ook in de Bourgogne. Bij klimatologische veranderingen zou je kunnen zeggen dat de typiciteit van het eindproduct (mogelijk) bedreigd wordt.

Wat zijn nu de klassieke kenmerken van een rode Bourgogne, wat is zijn typiciteit? Typiciteit is in feite een consensus, zonder duidelijke definiëring, onder o.a. wijnkenners, wijnboeren, producenten, de media waarbij de rode Bourgogne zich verhoudt tot andere wijnen in een bepaalde tijdsperiode aangezien het begrip typiciteit ook aan verandering onderhevig is.

In de afgelopen tientallen jaren zijn er grote verschillen geweest in stijl en smaak van Pinot Noir om verschillende redenen. Trends spelen een rol en de smaak van de consument. Een voorbeeld voor verandering in smaak en stijl is o.a. de invloed van oenoloog Guy Accad, die zijn intrede deed in de Bourgogne in de jaren tachtig. Hij introduceerde in de Côte de Nuits een revolutionaire methode voor vinificatie van pinot noir. Controversieel was zijn methode om de druiven voorafgaande aan de gisting 5-15 of meer dagen op 8-14 °Celsius te laten inweken, de macération préfermentaire à froid, waarbij grote hoeveelheden zwavel (minstens 0,1 gr/l) werden toegevoegd om nog meer kleur te onttrekken. Dit is later tegengesproken door Bettane (Bettane, 2016). Qua kleur leek de wijn van de syrah gemaakt en de fruitaroma's leken niet op die van de Pinot Noir uit de Bourgogne. Doel was het extraheren van zoveel mogelijk anthocyanen uit de schil, resulterend in donkere wijnen met zoetige aroma's die eerder leken op wijnen uit de Rhône en geen typiciteit vertoonden. In deze periode was er kennelijk een andere consensus over de typische rode Bourgogne dan nu.

Ik heb een tweetal Bourgognekenners, Frank Jacobs (auteur, taxateur, voormalig wijndocent) en Karel de Graaf, gevraagd hun visie met mij te delen over het begrip typiciteit van Pinot Noir uit de Côte de la laatste 20 jaar. De typiciteit kan volgens hen worden samengevat in drie trefwoorden, **frisheid, elegantie en finesse**.

Daarbij moet de kleur van een rode Bourgogne helderrood zijn tot licht baksteenkleurig bij veroudering. De geur moet een grote diversiteit hebben. Jonge wijnen hebben rood fruit in de neus variërend van bessen tot kersen met soms rokerige peper en tonen van kaneel (BIVB, 2018b). Oude rode Bourgognes kenmerken zich door tertiaire aroma's getypeerd als; 'sous bois' (herfst- bosgeuren, champignons), met animale tonen als leer. De smaak kenmerkt zich door frisheid en elegantie met tonen van rood fruit en een goede zuurgraad. Tegelijkertijd moet de wijn mondvullend, zacht en delicaat zijn. Voor een goede zuurgraad moet de wijn een pH van 3,40-3,45 maximaal hebben en de tannine mag niet agressief zijn, maar *fondue* (geïntegreerd). Tannine in de wijn verkregen van het eikenhout (opvoeding) mag niet te proeven zijn. En een alcoholpercentage van niet meer dan 14%. Met als slotconclusie zegt men dat de Pinot Noir een mondiaal ongeëvenaarde complexiteit heeft.

Het ligt voor de hand dat deze omschreven typiciteit bedreigd wordt door het veranderende klimaat. Een van de eerste jaren dat de Bourgogne wijnen voortbracht die veel minder aan de bovenstaande criteria voldeden was 2003. Dat was het beruchte jaar met een extreem warme zomer in heel Europa, *l'année de la canicule* werd het in Frankrijk genoemd (Wikipedia, 2019b). Het staat te boek als het warmste jaar gemeten sinds 1950. Met een record van 42,6 °Celsius in Orange en 39,8 °Celsius in Mâcon gemeten 12 respectievelijk 13 augustus 2003 (Meteo France, 2019a). Het jaar 2003 bracht in de Bourgogne enorme hitte en droogte. Alhoewel nog vele warme zomers zijn gevolgd met hoge temperaturen, zoals in 2015 (+2,8 °Celsius warmer dan gemiddeld, gemeten in de zomermaanden juni t/m augustus in de periode 2003-2018) en in 2017 (+ 2 °Celsius) is de zomer van 2003 nog steeds de warmste ooit gemeten in de Bourgogne (+ 3,5 °Celsius warmer dan gemiddeld), (Prevision Meteo, 2019).

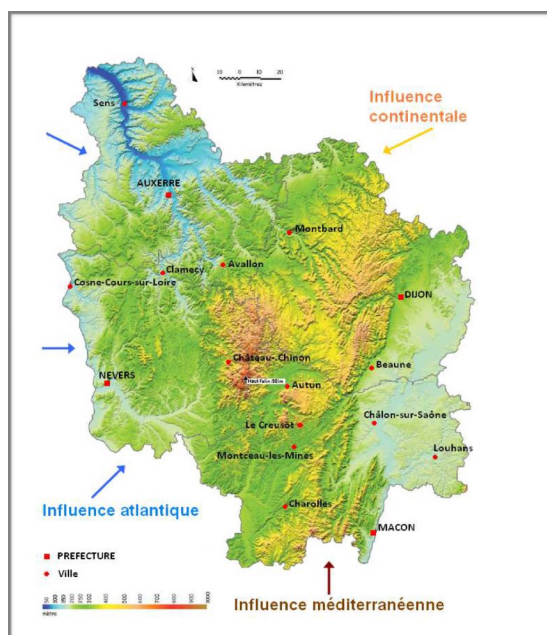
Dit heeft er in dat jaar toe geleid dat aroma's van de druiven in de rijpingsfase zijn verbrand, het zuurgehalte is afgenomen en het suikergehalte met daarbij het alcoholgehalte in de uiteindelijke wijn sterk zijn toegenomen. De wijnen waren veelal geconcentreerd, vol, rijp, vlezig en kruidig. Al deze factoren hebben een grote impact gehad op de wijnen van het oogstjaar 2003 die niet de traditionele typiciteit kenden. Alhoewel de wijnen (jong gedronken) positief omschreven worden (Coates, 2005), mag gesteld worden dat de wijnen niet voldoen aan de hierboven opstelde criteria van frisheid, elegantie en finesse.

Uit onderzoek van Schar et al 2004 blijkt dat het jaar 2003 een goed voorbeeld is voor hoe het klimaat er in de toekomst uit komt te zien. Zullen Pinot Noirs uit de Bourgogne in de toekomst vaker zo worden omschreven en gaat de typering die ze van oudsher kenmerkt langzaam verloren door klimaatverandering? Daar ga ik in hoofdstuk 5 en 6 verder op in. Middels de interviews wil ik deze vraag verder beantwoorden.

4.6 Klimaat

Het klimaat van de Bourgogne kan globaal getypeerd worden als deels oceanisch (Atlantische invloeden uit het westen), deels continentaal (met invloeden uit het noordoosten) en deels mediterraan (met invloeden uit het zuiden). Zie grafiek 6.

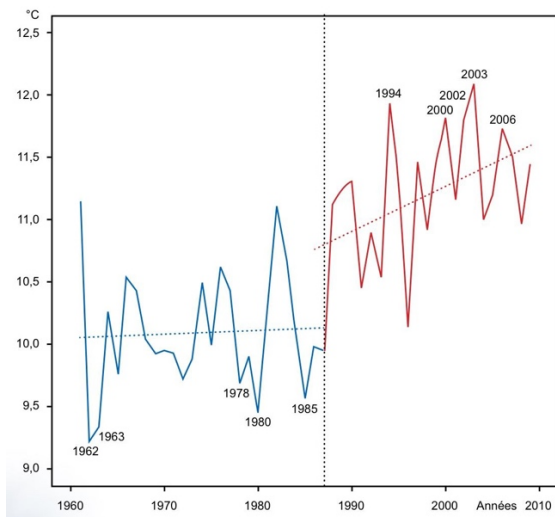
De gemiddelde zomertemperatuur is 20 °Celsius en er valt 700mm neerslag per jaar, waarvan een groot deel in mei en juni. In de periode tussen april en september zijn er gemiddeld 1300 zonuren, allen gemeten tussen 1981-2010. (BIVB, 2018d).



Grafiek 6: Geomorfologische- en klimaatinvloeden. Bron: Alterre Bourgogne, 2012.

4.6.1 Temperatuur

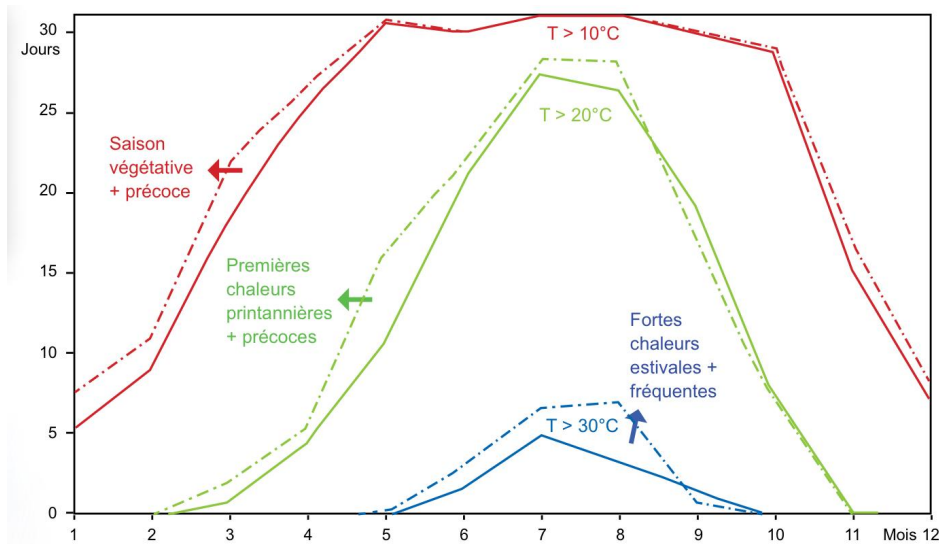
In de Bourgogne is de gemiddelde jaartemperatuur 0,3 °Celsius per decennium gestegen in de periode 1961-2009: in totaal dus ongeveer 1,5 °Celsius. Gemiddelde temperaturen gemeten in landelijke gelegen weerstations in de Bourgogne tussen 1961 tot 2009 laat zien dat de koudste jaren voor 1987 zijn geweest, resp. 1962, 1963, 1978, 1980, 1985. (Ademe, 2018). De gemiddelde jaartemperatuur schommelde rond de 10 °Celsius. Vanaf 1987 zijn de jaartemperaturen structureel ruim boven de 10 °Celsius, met piekwaarden boven de 12,1 in 2003, 2014 en 2015.



Jaar	Gemidd. Jaartemp.	Gemidd. Min temp.	Gemidd. Max temp.	Maximum temp.
2010	10,35	6,0	14,7	34,2
2011	12,05	7,2	16,9	35,8
2012	11,35	6,8	15,9	34,4
2013	10,65	6,5	14,8	35,2
2014	12,35	7,6	17,1	35,4
2015	12,10	7,1	17,1	37,7
2016	11,45	6,9	16,0	34,9
2017	11,80	6,8	16,8	36,4

Grafiek 7: Links: Gemiddelde jaartemperatuur gemeten door grafiek Meteo France in de Bourgogne. Bron: Ademe, 2018. Rechts: Gemiddelde temperaturen in ° Celsius gemeten in Dijon tussen 2010-2017 Bron: Meteo France, 2019b.

Meetgegevens uit 2014 en 2015 laat zien dat de gemiddelde jaartemperaturen boven de waarde van 2003 uitkomen, zie grafiek 7 rechts. De warmste jaren (met temperaturen > 11,5 ° Celsius) tussen 1961 en 2009 zijn 1994, 2000, 2002, 2003, 2006, na 2010 zijn dat 2011, 2014, 2015 en 2017. Opvallend aan deze cijfers zijn de koude periodes vooral voor de jaren tachtig en de warme periodes erna, zie stippellijn grafiek 7. Grafiek 8 geeft het aantal warmte dagen weer per maand uitgedrukt in graden Celsius (zacht, warm, heet) waarbij de periode 1961-1987 vergeleken wordt met 1989-2009. Het aantal warmte dagen stijgt, treedt eerder op en de zomerhitte neemt toe (Ademe, 2018).

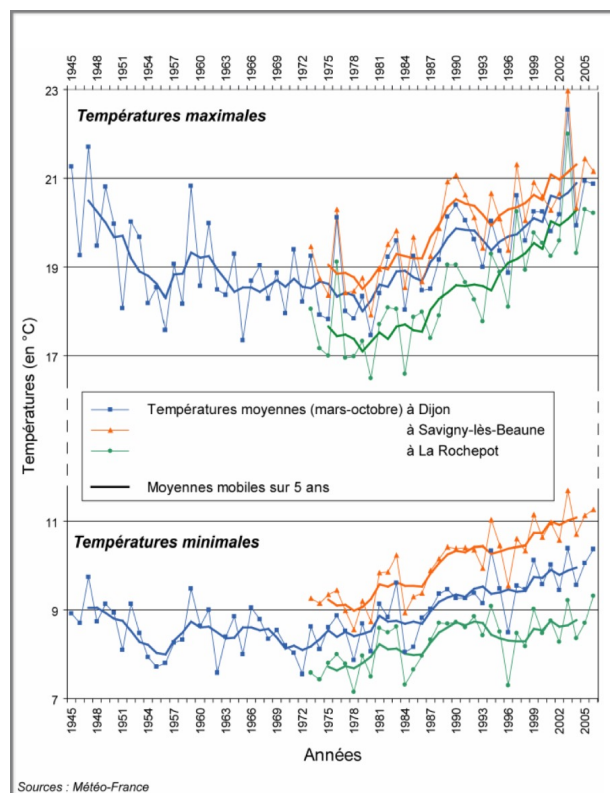


Grafiek 8: Aantal warmte dagen per jaar in de periode 1961-1987 (doorgetrokken lijn) en 1989-2009 (stippellijn). Aantal zachte dagen met temperatuur $T > 10^{\circ}\text{C}$ is gestegen van 262 naar 274 in de periode 1961-1987 vergeleken met 1989-2009. Warme dagen ($T > 20^{\circ}\text{C}$) van 117 naar 126 en de hete dagen ($T > 30^{\circ}\text{C}$) van 11 naar 18. Bron: Ademe 2018.

De vegetatieve cyclus start vroeger in het seizoen en de eerste warme lentedagen verschuiven van mei naar april in de periode 1989-2009 vergeleken met 1961-1987.

Voor de wijnbouw zijn de jaartemperaturen van belang maar ook de gemiddelde maandtemperaturen in het groeiseizoen. De gemiddelde maandtemperaturen in het groeiseizoen gemeten door Météo France in de Bourgogne sinds de vorige eeuw geven grote diversiteit. Warme en koude periodes hebben elkaar afgewisseld, aanvankelijk zonder duidelijk

zichtbare trend van verandering. Er lijkt vanaf de jaren 80 een trend te ontstaan van stijgende temperaturen in het groeiseizoen. Deze is vanaf 1987 structureel waarneembaar. Vanaf 1980 wordt duidelijk dat de gemiddelde temperaturen van het groeiseizoen stijgen met ongeveer 2 °Celsius in de jaren 1980-2005, gemeten in drie weerstations in de Bourgogne (Dijon, Savigny-les-Beaune en La Rochepot). Dit geldt voor zowel de minimum als de maximumtemperaturen (Chabin et al., 2007). Zie grafiek 9. Cuccia (2013) beschrijft dat de klimaatcondities vergelijkbaar met de jaren 70 in de Bourgogne zich nu zeker 100 km noordelijker bevinden en op 200 meter hoogte, daar waar het koeler is.



Grafiek 9: Minimale en maximale temperaturen in het groeiseizoen Bron: Meteo France uit Chabin et al., 2007

4.6.2 Nachttemperatuur

Het verschil in dag- en nachttemperatuur vormt een belangrijke bijdrage in de aromavorming in de druiven. Koele nachten zorgen voor het behoud van frisse zuren in de druif en in potentie in de uiteindelijke wijn. De regio Bourgogne heeft hier altijd van geprofiteerd. De stijgende dag- en nachttemperaturen verkleinen deze verschillen en kunnen een bedreiging vormen voor de kwaliteit van de wijn. Respiratie wordt beïnvloed door temperatuur. Hogere nachttemperaturen zorgen voor meer respiratie van appelzuur, waardoor de pH van de druiven stijgt (Wikipedia, 2018c). Wanneer de nachten minder afkoelen tijdens de rijpingsperiode geeft dat vermindering van kwaliteit (Brisson et Levraut 2010). In de periode tussen 1988 en 2009 zijn er 36 nachten geweest met een temperatuur boven de 20 °Celsius. Augustus 2003 had maar liefst 10 nachten boven de 20 °Celsius. Juli 2006 kende een lange periode met warme nachttemperaturen; 16 nachten hadden temperaturen boven de 18 °Celsius (Ademe, 2018).

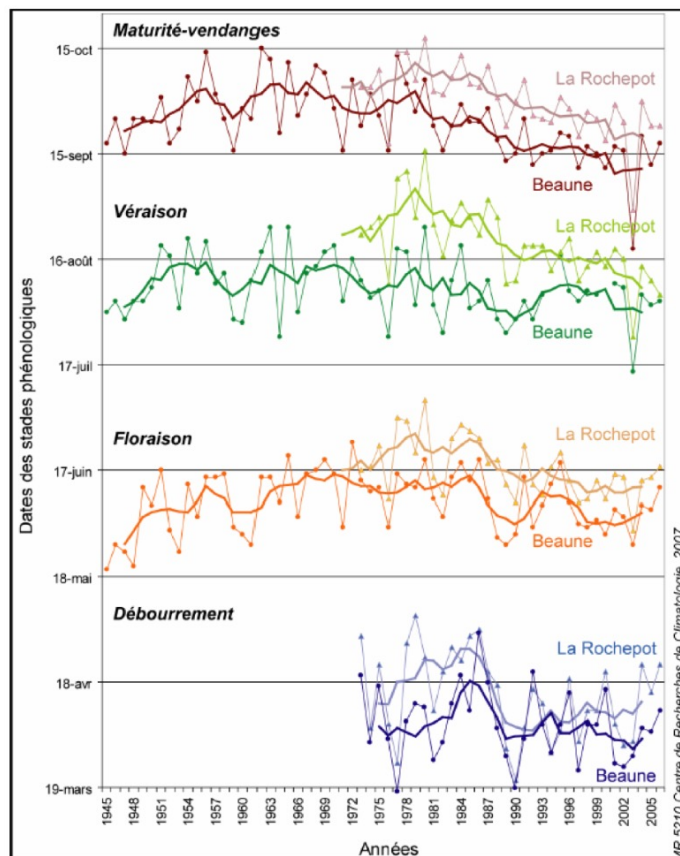
4.7 Impact van temperatuurstijging en andere klimaateffecten op de ontwikkelingsstadia van de pinot noir in de Bourgogne

Stijgende temperaturen zijn een feit en hebben invloed op de druivenplant, evenals andere klimaateffecten. Vanaf midden jaren 80 kan men, zoals gezegd, spreken over een duidelijke trend in stijging van de temperaturen, zowel van de minimale als maximale in het groeiseizoen.

Deze temperatuurstijging heeft invloed op de ontwikkelingsstadia van de druivenplant, zo ook voor de pinot noir druif. De druivenplant is gedurende zowel de gehele vegetatieve als reproductieve cyclus afhankelijk van (en gevoelig voor) temperatuursveranderingen.

Pichery & Bourdon (2007) uit in zijn artikel zijn zorgen omtrent het behoud van kwaliteitswijnen in de Bourgogne. Hij benoemt dat een gemiddelde temperatuurstijging in het groeiseizoen van 1 ° of 1,1 °Celsius een groot gevolg heeft voor de organoleptische eigenschappen van de cépages chardonnay en pinot noir. Louter deze temperatuursverandering zal al invloed hebben op het karakter van deze wijnen. Hij vermoedt dat pinot noir aan z'n limiet zit qua adaptatie voor het behoud van fijne elegante wijnen.

Grafiek 10, gepubliceerd door Chabin et al., 2007, laat de data van de verschillende stadia van ontwikkeling zien van pinot noir gemeten vanaf 1945-2006 in Beaune en La Rochepot. Vanaf 1980 is een trend te zien waaruit blijkt dat alle stadia (*maturité, véraison, floraison, débourrement*) duidelijk vervroegen en het groeiseizoen korter wordt. De oogstdata komen steeds vroeger in het seizoen te liggen. In de jaren 60 vond de oogst plaats eind september-eerste week oktober en eind jaren 80 ongeveer twee weken eerder, met een piek in 2003.



Grafiek 10: Stadia van ontwikkeling. Bron Chabin et al., 2007

In dit onderzoek is gekozen voor het vergelijken van 2 wijngaarden, namelijk één gesitueerd in Beaune en één in de Hautes Côtes (La Rochepot). De Côte is gesitueerd tussen de 200-350 meter hoogte op oostelijke en zuidoostelijke hellingen. De Hautes Côtes, bestaande uit wijngaarden en agrarisch land liggen hoger tot zeker 450 meter. Dit hoogteverschil gaf tot voor kort meer verkoeling, maar deze klimaatcondities veranderen ook en zijn nu vergelijkbaar met die van de Côte 30 jaar geleden, volgens Madelin et al., (2008).

De temperatuurstijging bereikt de laatste 30 jaar dus ook de hogere delen. Chabin et al., (2007) beschrijft het aantal dagen tussen uitbotten en rijpheid van pinot noir in

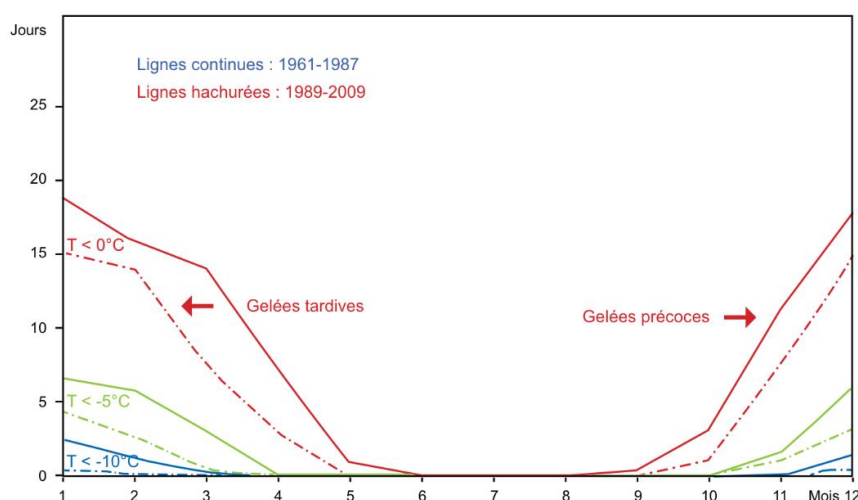
Beaune weer. Vanaf de jaren 80 (tot 2005) is te zien dat de periode tussen uitbotten en de rijpheid van pinot noir al 20 dagen korter is in vergelijking met de jaren 50.

4.7.1 Hitte en droogte

Vanaf de jaren 80 is niet alleen de temperatuur gestegen in de Bourgogne, maar ook de droogte in de maand augustus toegenomen (Xu et al., 2012). Hitte en droogte zijn inherent aan elkaar als gevolg van de toenemende evapotranspiratie. De laatste ontwikkelingsfase (de periode vanaf de verkleuring tot aan de rijpheid/oogst) van de vegetatieve cyclus van de pinot noir is essentieel voor de optimale balans en kwaliteit van de uiteindelijke wijn. Kortom de handtekening van zijn natuurlijke herkomst en oogstjaar. Deze laatste rijpingsfase van pinot noir komt steeds verder naar voren te liggen, namelijk in de maand augustus. Dit zet de rijping, maar ook de typiciteit en de kwaliteit van de wijn onder druk. Rijping onder warme omstandigheden is voor de druif wat anders, dan rijp worden onder koele omstandigheden; dit heeft gevolgen voor de suikeropbouw, de kleur, de fenolen en vooral de zuren. Een extreem voorbeeld is zoals eerder beschreven het jaar 2003, enerzijds vanwege flinke vorstschade, anderzijds vanwege zijn enorme hitte en droogte in de Bourgogne.

4.7.2 Vorst

Grafiek 11 laat zien dat in de meetstations in de Bourgogne in de periode 1961-2009 het aantal vorstdagen is gedaald, ook de duur van de vorstperiode is verkort en de minimumtemperaturen zijn gestegen. Als vorst wel optreedt, dan komt dit meer voor in de maanden januari t/m mei dan in de periode september t/m december (Ademe, 2018). Ondanks de klimaatverandering met gemeten temperatuurstijgingen in de afgelopen decennia, vormt vorst een bedreiging in de Bourgogne. Schijnbaar een enorme contradictie, gezien de stijgende temperaturen en het dalend aantal vorstdagen. Door het vroeger uitbotten neemt het risico op voorjaarsvorst toe.



Grafiek 11: Aantal vorstdagen per maand gemeten door Meteo France in de Bourgogne in de periode 1961-1987 (doorgetrokken lijn, lignes continues) en 1988-2009 (stippelij, lignes hachurées). Aantal vorstdagen ($T^{\circ} < 0^{\circ}\text{C}$) per jaar zijn gedaald in deze periodes van 89 (periode 1961-1987) naar 63 (periode 1989-2009). Aantal strenge vorstdagen ($T^{\circ} < -5^{\circ}\text{C}$) is gedaald van 23 naar 12 gemeten in dezelfde periodes en aantal zeer strenge vorstdagen ($T^{\circ} < -10^{\circ}\text{C}$) van 5 naar 1. Bron: Ademe, 2018.

Het aantal warme dagen stijgt, evenals de temperatuur, waardoor de druivenplant vroeger uitbot. Als vorst optreedt, wat minder lijkt voor te komen, maar wat nog wel degelijk aan de orde is, dan treedt dit op in maanden na de uitbotting met alle gevolgen van dien. De nachtvorst in het voorjaar kan grote gevolgen hebben voor de verdere ontwikkeling van pinot noir gedurende het groeiseizoen. In 2016 werd een groot deel van de Bourgogne getroffen. In de Côte de Beaune was de schade groter dan de Côte de Nuits. Chassagne-Montrachet werd het zwaarst

getroffen. Baron Thénard, de op een na grootste eigenaar van *Le Montrachet* (1,83 ha), verloor 90% van zijn oogst (pers comm Karel de Graaf 2-1-2018).

4.7.3 Neerslag

De hoeveelheid jaarlijkse neerslag in de Bourgogne in de periode 1961-2009 is toegenomen van gemiddeld 723mm naar 797mm in zowel de frequentie als in intensiteit (aantal mm per keer) (Ademe, 2018). Na korte en felle buien kunnen laaggelegen vlakke wijngaarden, meestal die van de regionale appellations, onder water komen te staan. Wijngaarden met een premier of grand cru status, gelegen in de heuvels hebben minder drainageproblemen. De bodem van de laaggelegen wijngaarden bevat relatief veel klei waardoor een dichtere structuur en meer waterbindendvermogen. In geval van toenemende droogte is dit gunstig voor de druivenplant. Bodemosie, waarbij de toplaag van de bodem weg spoelt, kan een risico zijn na felle regenval. Neerslag in de vorm van hagelbuien, treedt de laatste jaren regelmatig op waardoor schade aan de druivenplant het gevolg is (Pichery et al., 2007). De mate en de impact van de schade is afhankelijk van het moment van de hagelbui. Vroeg in vegetatieve cyclus kan het de vruchtzetting verstoren, evenals de bloei. Later kan het hele druiventrossen vernietigen. In de jaren 2012, 2013 en 2014 werd de Côte de Beaune door hagel getroffen en met name de gemeenten Meursault, Volnay, Pommard, Beaune, Savigny-lès-Beaune en Aloxe-Corton. In 2016 werd vooral de Mâconnais getroffen, aldus Karel de Graaf (pers comm 2 januari 2018).

4.8 Voor- en nadelen van klimaatverandering

- Zuurgraad

Rode Bourgognes hebben in het verleden vaak te kampen gehad met een te hoge zuurgraad, gebrek aan rijpheid en aan suikeropbouw (zie hoofdstuk 8, bijlage III interview Kyriakos Kynigopoulos). Een voordeel van de toenemende temperaturen in het groeiseizoen na de jaren 80 is dat er meer suikers worden aangemaakt en er een betere rijpheid ontstaat, waardoor minder de behoefte om te chaptaliseren. Volgens Kynigopoulos bestaat er op dit moment zelfs al het gevaar van een gebrek aan zuren en een te hoog potentieel alcoholpercentage, waardoor een verlies aan balans en finesse.

- Rendementen

Het BIVB, Le Bureau Interprofessionnel des Vins de Bourgogne, is een non-profit organisatie die de belangen behartigt van de wijnboeren uit de Bourgogne met aandacht voor en behoud van traditie. Een onderzoeksgroep van de BIVB heeft sinds 1994 het rendement van de oogstjaren bestudeerd. Vanaf 1994 tot 2012 is er een forse toename van het nettogewicht (van 40 naar 60 gram per tros) geconstateerd van de druiven chardonnay en pinot noir. De trossen zijn gewogen aan het eind van de vegetatieve groei, voor de *véraison* (Adcc, 2012). Dit stadium van de fenologie van de druivenplant noemt men 'fermenture de la grappe'. Zie bijlage XI voor alle stadia. De groei en de gewichtstoename van de trossen is tot dan toe pure vegetatieve groei, veroorzaakt door fotosynthese.

Een toename van CO₂ in de atmosfeer veroorzaakt een toename van de fotosynthese zoals eerder benoemd. Een hoger gemiddeld gewicht per tros tijdens de 'fermenture de la grappe', in combinatie met voldoende beschikbaarheid van water in de bodem leidt tot hogere rendementen per plant en uiteindelijk per hectare. Volgens ONERC kunnen de rendementen met nog 35% toenemen bij een emissiescenario A2 (RCP 8.0) in 2080. Echter vanaf de *véraison* verandert de samenstelling van de druif, de dikte van de schillen, de toename van suikers en het gewicht van de tros. Wat exact het aandeel is van CO₂ in relatie tot de rendementen is lastig te objectiveren en nog onvoldoende onderzocht. Water kan evenals de verdamping, via de openstaande stomata, in deze stadia een beperkende factor zijn. Dit zal naar verwachting in de

toekomst ook het geval zijn (Adcc, 2012). Het effect van een toegenomen CO₂ kan zo weer teniet worden gedaan door een gebrek aan water en een toename aan verdamping.

Een neveneffect van de toegenomen rendementen en volumes is dat dit leidt tot verdunning in de druif zelf. Ook de toegenomen groei van de plant maakt deze ontvankelijker voor ziektes.

- Ziektes

Een bijkomend gevolg van klimaatverandering is dat er in Frankrijk steeds meer nieuwe soorten ziektes worden ontdekt, die voorheen elders werd gezien. De *flavescence dorée* en de *eudemis* (Europese druifmot) zijn hier een goed voorbeeld van (Flavescence, 2018). Benjamin Bois, Professor wijnbouw en klimatologie aan de universiteit in Dijon, is momenteel bezig met een onderzoek gericht op deze nieuwe ziektes in de Bourgogne. Hij erkent een toegenomen ziektedruk in de afgelopen 20 jaar.

Wijnboeren zijn vanwege de opkomst van de ziekte *flavescence dorée* een aantal jaar geleden verplicht gesteld om preventief te spuiten tegen deze ziekte. Er waren destijds slechts een aantal kleine haarden bekend, maar men besloot toch het preventief spuiten verplicht te stellen. Emmanuel Giboulot (biodynamische wijnboer) werd zelfs veroordeeld vanwege zijn keuze om niet te spuiten (pers comm Karel de Graaf 2 januari 2018).

In het warme jaar 2003 daarentegen is duidelijk minder meeldauw voorgekomen, wat aangeeft dat in warme en droge jaren de ziektedruk verandert en dat sommigen ziektes minder voorkomen als gevolg van klimaatverandering. Deze trend lijkt zich door te zetten. Problemen uit het verleden met *botrytis* en rot komen op het moment relatief minder voor in de Bourgogne, wat een pluspunt is van klimaatverandering (Robinson, 2012).

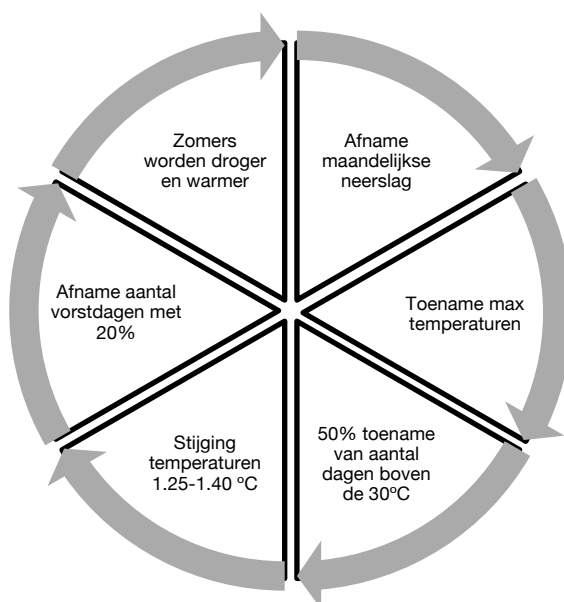
4.9 De toekomst van pinot noir; klimaatsimulaties voor de periodes 2030-2048 en 2031-2040

Cedric Cuccia (2013) heeft voor zijn PhD onderzoek gedaan naar de impact van klimaatverandering op de fenologie van pinot noir in de Bourgogne. Fenologie is letterlijk het verband tussen natuurverschijnselen, meteorologische omstandigheden en het tijdstip waarop de ontwikkelingsfasen van de plant zich manifesteren (Wikipedia, 2018d). In zijn studie benoemt hij de temperatuurstijging die vooral zichtbaar is vanaf 1987. Hij heeft daarnaast geprobeerd een voorspelling te doen voor de toekomst. Middels diverse klimaatmodellen heeft hij verzamelde data betreffende minimum- en maximumtemperaturen gedurende het groeiseizoen en per ontwikkelingsstadium van de druivenplant, geprojecteerd in de toekomst. Gebruikte klimaatmodellen kunnen een voorspelling geven over een periode in de toekomst, Cuccia heeft gekozen voor de periode 2030-2048 in de Bourgogne. De klimaatsimulatie voorspelt een toename van maximumtemperaturen, maar een minder sterke stijging van minimumtemperaturen in de periode 2030-2048. Het aantal vorstdagen, dus met temperaturen < 0 °Celsius, zal met 20% afnemen over de gehele regio. De temperatuur zal stijgen tussen de 1.25 - 1.40 °Celsius afhankelijk van de lokalisatie van de wijngaard. Er zal eveneens een stijging zijn van het aantal dagen boven de 30 °Celsius. Het aantal dagen boven de 30 °Celsius zal minimaal verdubbelen.

Uit eerder onderzoek van Cuccia is gebleken dat de temperatuur het meest is gestegen in de zomer en in het voorjaar. Uitgaande van de klimaatsimulatie lijkt deze trend zich niet door te zetten. Het is mogelijk dat de temperaturen in het voorjaar niet veel verder zullen stijgen, in tegenstelling tot de zomertemperatuur die juist wel verder zal toenemen. Dit kan volgens Cuccia grote gevolgen hebben voor de evapotranspiratie, de rendementen en de effectiviteit van de fotosynthese. Gedurende de gehele cyclus zal de stijgende temperatuur invloed hebben op het moment van *débourrement*, *floraison*, *véraison* en het moment van oogsten. Voor iedere fase zal dit variëren, de *floraison* bijvoorbeeld zal vervroegen met 7-10 dagen. Overige stadia variërend tussen de 6- 15 dagen (afhankelijk van het gebruikte klimaatmodel, zie voor details de thesis

van Cuccia, 2013). Eveneens voorspelt hij anno 2050 een oogstdatum eind augustus, zoals ook te zien is geweest in het jaar 2003.

In een onderzoek gepubliceerd door Y. Xu en T. Castel (Xu et al., 2012) wordt eveneens gekeken naar de mogelijke impact van klimaatverandering op pinot noir. Hierbij wordt gebruik gemaakt van klimaatmodellen om een voorspelling te kunnen doen over de toekomst, in dit geval 2031-2040. Er blijkt dat in de toekomst de floraison 8 dagen eerder zal zijn en de véraison 12 dagen eerder, vergeleken met de periode 1970-1979, uitgaande van een IPCC- emissie scenario A2 (RCP 8.0, zie grafiek 1). Dit kan leiden tot een korter groeiseizoen, wat Duchêne et al 2010 ook al geconcludeerd heeft. De zomers zullen warmer worden en het aantal warme dagen zal met 50% toenemen. De maandelijkse neerslag zal cumulatief afnemen, echter in de maand juli toenemen. Al met al zullen de zomers warmer worden, droger ook behalve in juli en de winters milder. Volgens Y. Xu zal dit een sterke impact hebben op de ontwikkeling van pinot noir, met mogelijke gevolgen voor de geschiktheid van de productie van kwaliteitswijnen in de Bourgogne. Illustratie 11 geeft een schematische samenvatting van beide klimaatsimulaties.



Illustratie 11: Klimatologische voorspellingen voor de Bourgogne voor de periode 2030-2050

4.10 Resultaten en ervaringen uit de Bourgogne, verkregen via interviews

Het interview bestaat uit verschillende vragen, zie hoofdstuk 8, bijlage II t/m VII, voor de volledige uitwerking.

Een van de eerste vragen is; *Wat zijn uw persoonlijke ervaringen op het gebied van klimaatverandering in de Bourgogne als het gaat om:*

- opbrengsten per hectare
- lengte groeiseizoen
- oogstdata sinds jaren 80
- suikeropbouw-alcohol-zuren
- fenolische rijpheid
- waterbeschikbaarheid van de bodem
- neerslagpatronen
- temperatuur groeiseizoen
- aanwezigheid/afwezigheid van (nieuwe) ziektes

Een aantal aspecten uit bovenstaande vraag wordt toegelicht. Iedere ondervraagde geeft vanuit zijn eigen perspectief en achtergrond antwoord op de vragen. De ondervraagden zijn:
Kyriakos Kynigopoulos & Pierre Fonteau (Burgundia oenologie)
Amandine Brillanceau (oenologe wijnhuis Maison Louis Jadot)
Karel de Graaf (producent, wijnagent en docent)
Benjamin Bois (professor wijnbouw & klimatologie)
Pierre Fenals (biodynamische producent en eigenaar Maison en belles Lies)
Frédéric Barnier (hoofd-wijnmaker wijnhuis Maison Louis Jadot, Bourgogne en Oregon)

- Lengte groeiseizoen

Zowel Kyriakos Kynigopoulos & Pierre Fonteau, Amandine Brillanceau, Karel de Graaf, Frédéric Barnier als Benjamin Bois zijn van mening dat het groeiseizoen verschuift. Pinot noir bot eerder uit, waardoor er meer kans is op vorstschade. Alle ontwikkelingsstadia lijken vroeger in te zetten, waardoor ook het gehele groeiseizoen korter wordt.

Pierre Fenals denkt hier anders over en ervaart daarentegen nauwelijks verandering in de lengte van het groeiseizoen en het moment van rijpheid en oogsten. Hij is van mening dat de duur van de vegetatieve cyclus (100-110 dagen) opgeslagen is in de genetica van de druivenplant en niet afhankelijk is van weers- en klimaatverandering.

- Toegenomen temperaturen tijdens het groeiseizoen en weersveranderingen

Alle ondervraagden zijn unaniem van mening dat de toegenomen temperaturen in het groeiseizoen een feit zijn. Men is van mening dat klimaatverandering een reden kan zijn van de toegenomen temperaturen in het groeiseizoen. 'Het aantal dagen dat het gemiddeld warmer is dan 10 °Celsius is gemiddeld toegenomen tijdens het groeiseizoen', aldus Karel de Graaf.

Amandine Brillanceau geeft aan dat vooral de zomers warmer worden. Ondanks de warme zomers leidt dit volgens Amandine niet per definitie tot meer suikers, hoger alcohol en afname van zuren. De jaargangen zijn erg wisselend met zelfs lage opbrengsten en matige kwaliteit de laatste jaren (2015 en 2016). De oenologe van Jadot heeft niet de indruk dat de klimaatverandering nu leidt tot hogere rendementen en hogere suikergehaltes.

Karel de Graaf geeft ook aan dat de laatste jaren de opbrengsten juist zijn gedaald. Hij wijt dit wel aan klimatologische veranderingen als vorst en hagel.

Frédéric Barnier geeft aan dat er zomers meer stormen en hagelbuien zijn en steeds hogere temperaturen in het voorjaar.

- Oogstdata

Karel de Graaf geeft aan dat de oogstdata vanaf de jaren 80 t/m 2003 zeker twee weken eerder zijn en dat deze trend zich lijkt door te zetten. Pierre Fenals ervaart geen trend in het vervroegen van de oogstmomenten.

Amandine Brillanceau benadrukt nogmaals dat de jaarlijkse variaties zo sterk zijn dat hier geen trend in te ontdekken is. Het moment van oogsten is en blijft wel een belangrijk middel, misschien de belangrijkste, voor de kwaliteit van de uiteindelijke wijn. Per jaar wordt het geschiktste oogstmoment bepaald, voor 2016 was dit bij Jadot op 27 september en in 2017 op 4 september. Frédéric Barnier geeft aan dat op het moment van oogsten het potentieel alcoholpercentage met 1% hoger ligt dan vroeger. 'Een grote uitdaging ligt er op het gebied van de fenolische rijpheid. Dit mag niet te laat komen. Enkele jaren geleden moesten we wachten tot 14 °alcohol.'

Vanuit de wetenschap gezien, volgens Benjamin Bois, is de trend van vroeger oogsten wel te objectiveren middels verschillende gepubliceerde klimaatstudies.

Kyriakos Kynigopoulos & Pierre Fonteau benoemen dat het moment van oogsten erg belangrijk is en het verschil kan maken. Ze hebben ervaren dat de rijpheid van de druif eerder is in het groeiseizoen en dat eerder oogsten ook een feit is. Een trend die ze waarnemen is een afname van de hoeveelheid zuren. Dit beaamen Karel de graaf en Pierre Fenals ook.

- Ziektes

Alle ondervraagden zijn van mening dat er veranderingen zijn in de ziektedruk in de wijngaard de afgelopen jaren. Pierre Fenals vindt dat ziektes in je wijngaard een goede indicatie kunnen zijn van weers- en klimaatverandering. De natuur regelt dit zelf, ook of de ziektes terugkomen.

Amandine Brillenceau heeft het idee dat er voornamelijk een verschuiving plaatsvindt van de ziektes. Nieuwe ziektes nemen toe, als de Suzuki vlieg en de flavescente dorée. Bestaande problemen door botrytis en meeldauw nemen af.

Benjamin Bois benoemt terecht dat er in de afgelopen jaren ook steeds meer nieuwe sprays en bestrijdingsmiddelen op de markt zijn gekomen, dus of je nu echt kan spreken over een toe of afname van ziektes is best lastig aan te tonen. Micro-organiseren en ziektes muteren en adapteren ook als gevolg klimaatverandering, wat het objectiveren nog moeilijker maakt.

- Neerslagpatronen

Over de neerslagpatronen is men duidelijk, deze zijn jaarlijks erg wisselend en dus onvoorspelbaar.

Benjamin Bois benoemt dat er geen wetenschappelijke consensus is over de neerslagpatronen en de hoeveelheid neerslag in de Bourgogne de afgelopen jaren.

Pierre Fenals voegt eraan toe dat de druivenplant bij gebrek aan neerslag en dus bij droogte tekenen van veroudering vertoont. Hij twijfelt echter of dit het gevolg is van klimaatverandering en gelooft er meer in dat dit iets zegt over het immuunsysteem van de druivenplant.

5. Adaptatie- en mitigatiemogelijkheden op de korte en de lange termijn

Zoals de literatuur het beschrijft zijn de toekomstscenario's zorgwekkend. Volgens Hannah et al., (2013) zal bij het slechtste emissiescenario (RCP 8,5) in 2050 25-73% van de wijnbouwregio's verdwijnen in de meest belangrijkste wijnproducerende landen als Frankrijk, Italië en Spanje. In het gunstigste geval, bij een emissiescenario (RCP 4,5), zal 19-62% van de gebieden verminderen. Toch zijn er ook wetenschappers die met name op de korte termijn nog niet zoveel problemen zien. De druivenplant heeft volgens professor dr. Schultz een substantieel aanpassingsvermogen aan de opwarming van het klimaat (Schultz, 2016).

Professor Cornelis (Kees) van Leeuwen is van mening dat de voor wijnbouw geschikte gebieden in wijnproducerende landen de komende 40 jaar niet zo dramatisch zal verminderen (van Leeuwen et al., 2013).

Interessant is om te onderzoeken wat de adaptatie- en mitigatie- oftewel aanpassingsmogelijkheden zijn in de wijnbouw ten aanzien van klimaatverandering. Naar mijn mening zal er wereldwijd iets gedaan *moeten* worden aangezien de gevolgen van klimaatverandering onvermijdelijk zijn. Zoals in de inleiding al beschreven, zullen er gebieden zijn waar het rooien van de wijngaarden de enige mogelijkheid is. In de Bourgogne zal dit gezien de traditie en regelgeving niet direct aan de orde zijn. Cuccia en Xu voorspellen tot 2050 in de Bourgogne een aantal klimatologische veranderingen. Samenvattend betekent dat warmere en drogere zomers met toenemende (maximum) temperaturen, een toenemend aantal hete dagen, een afname van de hoeveelheid neerslag en een afnemend aantal vorstdagen. Heeft dit scenario gevolgen? Naar verwachting zullen wijnboeren zich (gaan) aanpassen aan de veranderende omstandigheden. De aanpassingsmogelijkheden worden besproken en toegespitst op de Bourgogne. In hoofdstuk 5.5 worden de ervaringen uit de praktijk, verkregen via interviews, beschreven.

5.1 Adaptatie en mitigatie

De aard en ernst van klimaateffecten zijn sterk geografisch bepaald en er zijn veel verschillende typen maatregelen mogelijk om de kwetsbaarheid voor klimaatverandering te verminderen. Mitigatie wil zeggen de maatregelen ter verzachting of vermindering van de (langdurige) effecten van klimaatverandering. Dit zijn menselijke maatregelen die beogen emissies van broeikasgassen te verminderen. Adaptatie betekent letterlijk aanpassing en kan zowel door menselijk inbreng gedaan worden, als een natuurlijke respons zijn (van de plant) op de actuele of verwachte klimaatverandering (IPCC, 2014). Je kunt spreken over korte of lange termijn adaptatiestrategieën, waarbij korte termijnplannen kunnen bestaan uit o.a. irrigatie interventies, canopymanagement of oenologische aanpassingen. Een adaptatiestrategie op de lange termijn kan bijvoorbeeld zijn het herinrichten van de wijngaard of het aanpassen van de wetgeving. (Fraga et al., 2012). De literatuur geeft geen duidelijke afbakening wat nu precies korte of lange termijn is. Grofweg wordt in deze scriptie voor de korte termijn gehanteerd tot 2050 en de lange termijn de periode daarna. Verschillende strategieën worden in de volgende paragrafen besproken, eerst die op de lange dan die op de korte termijn, zie grafiek 13 ter illustratie.

5.2 Adaptatiemogelijkheden op microniveau op de lange termijn

5.2.1 Druivenrassen, herinrichting wijngaard en nieuwe rassen

Een mogelijkheid ter aanpassing aan klimaatverandering is het werken met druivenrassen die bestand zijn tegen de gevolgen van het opwarmende klimaat. Sommige wijnbouwregio's worden gedwongen over te stappen op andere rassen die beter bestand zijn tegen de stijgende temperaturen. Dit geldt vooral voor regio's waar geen regelgeving bestaat wat betreft verplichte druivenrassen. In sommige gebieden worden wijngaarden nu al gerooid en elders, in koelere

gebieden of gebieden op hoogte, opnieuw aangeplant. In klassieke wijnbouwregio's, waar die regelgeving wel bestaat, is het aanplanten van andere rassen alleen een optie, daar waar ze assemblage wijnen mogen produceren, zoals de Languedoc of Bordeaux. Het *cahier des charges*, waar de regels omtrent wijnbouw en vinificatie zijn vastgelegd, van AOC/AOP Bordeaux laat voor rode wijn het gebruik van petit verdot toe (CDC, 2018). Het druivenras wat later rijpt dan cabernet sauvignon. Dit geeft Bordeaux meer mogelijkheden om zich aan te passen dan de Bourgogne, waar pinot noir de enige variëteit is voor rode AOC/AOP Bourgogne. De herinrichting van de wijngaard kan naast het aanplanten van andere rassen ook bestaan uit het heroriënteren van de rijen. Blootstelling aan meer of minder zonlicht van de druivenplant in de rijen heeft grote invloed op de groei, de temperatuur en evt. zonnebrand van de plant. Onderzoek van de universiteit van Geisenheim liet zien dat een oriëntatie van de rijen van zuidwest naar noordoost 2-3 °Celsius verkoeling opleverde aan de westkant van de loofwand (Daniëls, 2017b).

Er wordt ook steeds meer geëxperimenteerd met nieuw gekweekte druivenrassen. Succesvolle kruisingen zijn die tussen de *Muscadinia rotundifolia* met vier verschillende *Vitis vinifera* rassen. Deze variaties leveren een goede rijping met een laag suikergehalte. Twee van deze rassen worden op dit moment getest in de experimentele wijngaard van INRA PechRouge. PechRouge is een onderzoeksgroep die staat voor innovatie, diversiteit en duurzaamheid in de wijnbouw en oenologie (PechRouge, 2018). Een ander voordeel van deze nieuwe druivenrassen is hun natuurlijke resistentie tegen echte en valse meeldauw, waardoor het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen (fungiciden) kan worden teruggedrongen (Seguin, 2017).

Gezien het *cahier des charges* is het vrijwel ondenkbaar dat de druivenrassen in de Bourgogne zullen veranderen op de korte termijn. Zie bijlage IX, checklist *cahier des charges* (Cavb, 2011). Ook wordt er onder de geïnterviewden niet gesproken over deze mogelijke veranderingen. Toch wordt wel nagedacht of dit strategieën zouden kunnen zijn op de lange termijn. Rassen die later rijpen dan pinot noir als syrah of merlot kunnen mogelijk uitkomst gaan bieden (Adcc, 2012). Hybriderassen zijn een andere mogelijkheid, maar binnen de huidige AOC/AOP verboden. Een goede kruising tussen cépages, die resistent zijn tegen droogte en nieuwe ziektes, kan een aanpassing zijn, aldus ONERC. Dit idee wordt echter niet toegejuicht vanwege een gebrek aan kwaliteit van het eindproduct, volgens J.M. Menant, verantwoordelijke van de ATVB (Association Technique Viticole de Bourgogne).

In de Bourgogne wordt er wel gespeculeerd over assembleren. Guillaume Morvan (verantwoordelijke departement Yonne op gebied van landbouw en terroir) is ervan overtuigd dat er in de toekomst deels merlot wordt aangeplant om mee te assembleren (Adcc, 2012). Vooralsnog zijn dit alleen speculaties.

5.2.2 Massale, klonale en natuurlijke selectie

Een verbetering van het genetisch materiaal van de druivenplant kan interessant zijn voor een optimale aanpassing aan de klimatologische omgeving van de druivenplant.

Zoals eerder beschreven, is pinot noir genetisch instabiel en muteert gemakkelijk, met als gevolg dat door deze natuurlijke adaptatie middels mutatie vele varianten bestaan. Er is op deze manier sprake van natuurlijke selectie.

Na de phylloxeracrisis heeft men in de Bourgogne gekozen voor het verkrijgen van nieuw plantenmateriaal middels massale selectie. Men selecteert de best (adapterende) stokken uit een wijngaard, verzamelt knoppen of uitlopers daarvan en deze worden geënt op nieuwe onderstokken. Dit heeft gezorgd voor een ongekende diversiteit aan plantenmateriaal in de wijngaarden van Bourgogne. De massale selectie wordt nog altijd toegepast. Hiermee bewaart men als het ware de identiteit van een wijngaard in al zijn diversiteit, maar ook in al zijn zwaktes,

zoals ziekten. Klonale selectie vindt plaats als men het materiaal van één plant wil vermeerderen. Zo ontwikkel je identieke replicaties, alle druivenplanten hebben dan als het ware eenzelfde moederplant, die meerdere positieve eigenschappen heeft (zoals meer kleur, betere resistentie tegen rot, wat eerdere/latere rijping of (lage) rendementen). De producent weet wat hij krijgt en het is gegarandeerd virus-vrij. Een beroemde oer-kloon van pinot in de Bourgogne noemt men pinot fin, de populaire moderne klonen (Dijon klonen) zijn 113, 115, 667 en 777 (Smith, 2017). Zie bijlage X Pinot noir voor de kenmerken van deze klonen.

Pierre Fonteneau (Burgundia Oenology) heeft de ervaring dat er op dit moment vooral gewerkt wordt met klonen n° 777, 828, 115. Maison Louis Jadot hanteert nu klonen als 777, 235, 114 en 521 en gebruikt massale selectie voor vermeerdering van het plantmateriaal.

De eerste generatie gebruikte klonen in de Bourgogne in de jaren 1960-1970 werden geselecteerd om hun productiviteit en in het kader van de gezondheid van de plant (post phylloxera). De wijnkwaliteit viel tegen en de rendementen werden te hoog. Bij de ontwikkeling van de tweede generatie klonen in de jaren 1985-1990 werd ingezet op kwaliteit in plaats van op kwantiteit. De huidige, derde, generatie klonen wordt geselecteerd in het kader van (nieuwe) ziektegevoeligheid, klimaatverandering en kwaliteit. Dit zijn belangrijke criteria voor de toekomst (Adcc, 2012).

Klimaatssimulaties voorspellen toenemende temperaturen en droogte in de Bourgogne. Aannemelijk is dat gezocht wordt naar genetisch materiaal die hier in de toekomst tegen bestand is. Boris Champy, wijnmaker bij wijnhuis Louis Latour beschrijft in een interview met David Adelsheim dat het wenselijk is in de toekomst te selecteren op laatrijpende en/of klonen met een lager suikergehalte en een hogere zuurgraad (Adelsheim et al., 2016), als adaptatiemaatregel voor de toekomst.

Frédéric Barnier (wijnmaker Maison Louis Jadot) is van mening dat diversiteit van klonen dé strategie is voor de toekomst. 'We kunnen niet op voorhand inschatten welke kloon het beste is over 30 jaar, een grote diversiteit is om die reden van belang.' De verwachting is dat het verbeteren van het genetisch materiaal middels klonen stapsgewijs zal worden toegepast om in de toekomst te kunnen beschikken over het meest geschikte plantmateriaal. Dit is tijdrovend en kostbaar, waardoor een lange termijnstrategie in de Bourgogne.

5.2.3 Onderstokken

Wijnboeren hebben beduidend meer vrijheid als het gaat om het kiezen van onderstokken, dan als het gaat om de keuze van het druivenras (Adcc&Vigne, 2012). Indien men overgaat op nieuwe aanplant, dan zijn onderstokken gewenst die beter bestand zijn tegen de veranderende omstandigheden. Droogteresistentie kan een criterium zijn, voorbeelden zijn de 110R en de 140Ru (van Leeuwen et al., 2009). Andere criteria voor het selecteren van de juiste onderstokken zijn groeikracht, rijping, bodemsoort met daarbij behorende factoren als de hoeveelheid kalk, mineralen, de zuurgraad en de waterbeschikbaarheid (INRA, 2017).

Pinot noir in de Bourgogne houdt van kalkrijke bodems; dit beperkt de keuze voor de onderstok. De onderstokken hebben een hoge resistentie tegen kalk nodig. Pierre Fonteneau geeft aan dat de keuze van de onderstokken bodem en terroir afhankelijk zijn. In veel gevallen wordt in de Bourgogne de SO4 vermeden, aangezien dit type de zuurgraad van de druiven vermindert. In het kader van klimaatverandering wil men deze juist behouden. Frédéric Barnier noemt een viertal onderstokken waar hij mee werkt, 5BB, FERCAL, 333 en 5C. Op de korte termijn zal men in de Bourgogne niet snel overgaan tot rooien van wijngaarden voor de heraanplanting met andere onderstokken. Indien dit (op de lange termijn) wel gebeurd zal gezien de voorspellingen van Cuccia en Xu droogteresistentie een belangrijk criterium zijn voor de nieuwe onderstokken. Dan zou 140Ru een prominentere rol kunnen gaan spelen, want deze gedijt goed op kalkrijke bodems, is droogteresistent, geeft een goede opbrengst en stelt rijping wat uit.

5.2.4 Oude druivenrassen

Oude druivenrassen lijken weer in opkomst te komen in de wijnwereld. Dit geldt voor zowel de horeca en de professionals, als voor de consument. Er is meer interesse in de herkomst en de authenticiteit van de wijn en met het herintreden van oude druivenrassen ook in het behoud van cultureel erfgoed. In het kader van klimaatverandering is het mogelijk een belangrijk middel voor de toekomst. Oude druivenrassen hebben door de jaren heen bewezen zich goed te kunnen aanpassen aan de heersende omstandigheden en dus aan het veranderende klimaat. Bovendien zijn het vaak de laatrijpende rassen die 50 jaar terug niet meer populair waren, maar nu juist weer interessant kunnen zijn.

GEST (Le Groupement d'Etude et de Suivi des Terroirs) opgericht in 1995 door een groep wijnboeren in de Bourgogne, is in 2016 een project gestart met het heraanplanten van 52 verschillende oude druivenrassen, zie tabel 12. Het doel is het behoud van oude druivenrassen uit de regio en hun biodiversiteit voor de toekomst (Asso, 2018). G. Morvan benoemt herintroduceren van oude druivenrassen als een mogelijkheid in de Bourgogne gezien de klimaatverandering. Het probleem omtrent het doorvoeren van deze mogelijkheden ligt op het gebied van de regelgeving en de wijnmarkt (Adcc&Vigne, 2012), waardoor niet aan de orde op de korte termijn als adaptatiestrategie voor de Bourgogne.

Liste des cépages	
Originaires de Bourgogne	Pinot Noir, Pinot Gris, Pinot Blanc, Pinot Noir Précoce, Pinot Noir Mouroit, Pinot Rouge, Chardonnay Blanc, Chardonnay Rose, Chardonnay Muscaté, Gouais, Aligoté, Gamay Noir, Gamay de Bouze, Gamay Fréaux, Gamay Castille, Gamay de Chaudenay, Gamay Gris, Gamay Précoce, Gamay Blanc Gloriod, César, Sacy, Trousseau, Gascon, Melon, Tressot Noir, Tressot Blanc, Tressot Panaché, Beaunoir, Samoriau, Plant Vert, Troyen
Cultivés en Bourgogne mais non originaires de la région	Chasselas Doré, Cot, Arbane, Teinturier du Cher, Joubertin, Savagnin Blanc, Savagnin Rose, Enfariné Gris, Peurion, Sauvignon Blanc, Sauvignon Gris, Corbeau, Gueuche Noire, Gouget Blanc, Gros Meslier
Hybrides	Oberlin Noir, Maréchal Foch, Ravat 6
Cousins non cultivés en Bourgogne	Meunier, Auxerrois, Petit Meslier

Tabel: 12 Lijst van druivenrassen aangeplant door GEST. Bron: Asso, 2018.

5.3 Adaptatiemogelijkheden op microniveau op de korte termijn

5.3.1 Canopymanagement

De eerstgenoemde aanpassingen zijn behoorlijk rigoreus en zullen in veel gebieden niet doorgevoerd worden. In deze gebieden zal eerst gekeken worden naar aanpassingen van de huidige wijngaarden, op microniveau, zo ook in de Bourgogne. Hierbij kan je denken aan een effectief canopymanagement. Dit zal afhankelijk zijn van de ligging van de wijngaard en de behoefte van de druivenplant.

In 2003 is in de Bourgogne duidelijk gebleken dat de 'bessen' van de druif compleet verbrand zijn door een tekort aan loofwand, en dus schaduw, in vergelijking met planten die een grotere loofwand hadden. Men verwacht toenemende (maximum) temperaturen met warme en droge zomers. Een effectief canopymanagement is zinvol en belangrijk voor de toekomst. Om de druivenplant te beschermen tegen deze hitte en zonnebrand is het bladoppervlak vergroten (en schaduw creëren) een mogelijkheid. Door de plantdichtheid te vergroten creëer je eveneens schaduw. Bij toenemende droogte zal juist worden gekozen voor het verminderen van het blad aangezien de plant meer water nodig heeft voor de groei van het blad (en deze is mogelijk beperkt). Via de stomata van de bladeren verliest de plant ook nog eens vocht door transpiratie en dit wil men voorkomen (Pichery & Bourdon, 2007). In periodes van extreme droogte zal de plant zelf zijn bladoppervlak niet vergroten, aangezien het onvoldoende beschikking heeft over water voor de groei. Een te klein bladoppervlakte, zal de véraison vertragen. Het gevaar van een

overschot aan blad is de kans op ziektes en onrijpe aroma's vanwege de toenemende opbouw van methoxypyrazinen. Dit laatste is afhankelijk van het druivenras en zal bij pinot noir nauwelijks voorkomen.

Ondanks de gebleken stijgende temperaturen en de te verwachten scenario's zijn er tot dusver nauwelijks specifieke wijngaardaanpassingen gedaan op het gebied van canopymanagement in de Bourgogne, zie 5.5. Ook wordt niet gevreesd voor deze klimatologische voorspellingen. David Duband, eigenaar van wijnhuis Domaine Duband in de Hautes Côtes de Nuits, zegt in een persoonlijke communicatie op 26 februari 2019 dat hij zich niet bezighoudt met de toenemende temperaturen in de toekomst. Je zou verwachten dat dit meer aan de orde zou zijn. Canopymanagement wordt in de Bourgogne vooralsnog niet toegepast omwille van klimaatverandering, maar biedt wel diverse mogelijkheden en zal naar verwachting gericht worden ingezet, afhankelijk van de behoefte.

Niet alleen het beïnvloeden van de loofwand kan een adaptatiemogelijkheid zijn, ook het snoeien van het hout. Een zo laat mogelijke wintersnoei zal het uitbotten vertragen. Dit biedt mogelijk uitkomst bij het steeds vroeger uitbotten van de druivenplant bij de stijgende temperaturen. Het terug snoeien van de plant meteen na de oogst, vermindert de opbouw van reserves, waardoor de groeikracht beheerst wordt. Bij toenemende droogte kan deze werkwijze interessant zijn. Wel met als risico dat de plant eerder uitbot in het voorjaar.

Hoge (onder)stammen zorgen voor een dalende temperatuur in de druivenplant, zeker wanneer deze op (warmte absorberende) stenige bodems groeit (van Leeuwen & Darriet, 2016). De keuze van de snoeiwijze en ook het geleidingssysteem zijn bepalend bij hitte en droogte. Bijvoorbeeld de gobelet snoeiwijze, veelal gebruikt in de zuidelijke Rhône, is hitte en droogte bestendig. In de Bourgogne zou het geleidingssysteem (*palissage*), gebruikt door o.a. Than Leroy (eigenaresse van Domaine Leroy), interessant kunnen zijn voor de toekomst, volgens David Duband. Dit systeem van opbinden van scheuten aan het draad kan meer schaduw genereren en bij toenemende zomerhitte koelte kunnen bieden. Volgens David Duband is dit een adaptatiemogelijkheid voor de toekomst voor meerdere wijngaarden in de Bourgogne.

5.3.2 Begroeiing, biodiversiteit en bodembewerking

Begroeiing van de wijngaard kan om diverse redenen een verstandige keuze zijn in het kader van klimaatverandering. Het zorgt voor goede competitie voor de druivenplanten, waardoor deze meer worteldiepte gaan creëren. Hoe dieper geworteld, hoe minder gevoelig ze voor waterstress zijn (Adcc&Vigne, 2012). Begroeiing voorziet de bodem van extra organisch materiaal en geeft meer biodiversiteit, waardoor de capaciteit van de bodem om water vast te houden en o.a. stikstof te binden, toeneemt. Stikstof is een van de belangrijkste mineralen die belangrijk is voor het goed functioneren van de druivenplant. In droge gebieden of bij hitte zorgt begroeiing in de wijngaard voor minder evapotranspiratie (ONERC, 2005). De keuze van de bewerking van de bodem heeft ook invloed op de begroeiing en de biodiversiteit van de bodem. De keuze voor een biodynamische bewerking bijvoorbeeld betekent o.a. stimulering van gemengde aanplanting, natuurlijke compostering om de bodem zo gezond en vruchtbaar mogelijk te maken.

Begroeiing gaat ook erosie van de bodem tegen. Het neerslagpatroon verandert, wat betekent dat de hoeveelheid neerslag regelmatig in een kortere tijd valt, wat bodemerosie tot gevolg kan hebben (García et al., 2007). In het onderzoek van García wordt gezocht naar mogelijkheden tegen erosie in Vosne-Romanée. Begroeiing wordt hier als mogelijk redmiddel gezien, maar er is grote twijfel of dit voldoende is in de toekomst, volgens García.

Als we uitgaan van de voorspelde stijgende temperaturen, de toenemende droogte, gebrek aan neerslag of neerslag in korte hevige periodes, lijkt het voor de hand liggend te kiezen voor begroeiing in de wijngaarden van de Bourgogne. De hiermee verkregen worteldiepte, de afname

van evapotranspiratie, de weerstand tegen erosie en het toenemende waterbindende vermogen beoogt zo tegenwicht te bieden tegen de klimaatveranderingen.

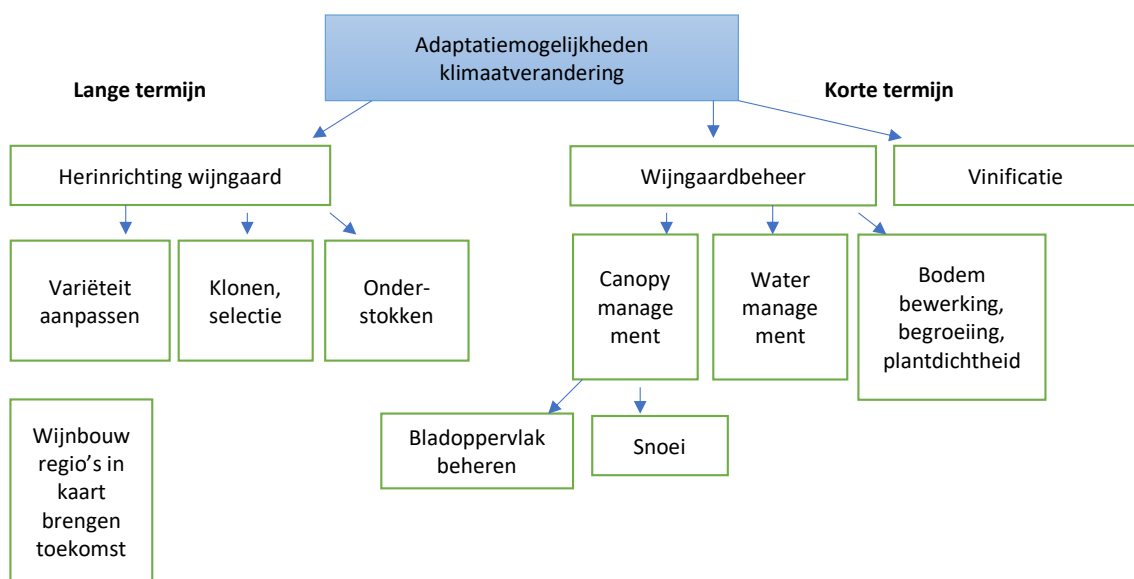
5.3.3 Adaptatiemogelijkheden bij droogte

In gebieden waar irrigatie is toegestaan en wordt toegepast, zal efficiënt moeten worden omgegaan met water. Waterschaarste is een groot probleem. Verschillende irrigatietechnieken zijn mogelijk die enerzijds de druivenplant voorzien van net voldoende water, maar die anderzijds een minder grote aanslag vormen voor de omgeving gezien de schaarste. Hierbij kan je denken aan technieken als partial root drying (PRD), regulated deficit irrigation (RDI) en Sustained deficit irrigation (SDI) (Fraga et al., 2012) en (Goode, 2005). Zie bijlage XII voor uitleg van deze begrippen. In de Bourgogne is irrigatie binnen de AOC/AOP niet toegestaan, zodoende zal ik niet verder op deze irrigatietechnieken ingaan.

Irrigatie wil zeggen het kunstmatig toevoeren van water aan de druivenplant. In feite beïnvloedt deze constante beschikbaarheid van water het gedrag van de druivenplant. De plant wordt lui en niet meer uitgedaagd om water dieper in de bodem te zoeken, waardoor het wortelstelsel zich slecht ontwikkelt. Er bestaat een kans dat de druivenplant de wisselwerking tussen terroir en plant uitschakelt. Het gevolg van een ondiep wortelstelsel (omdat de toplaag voldoende water bevat) is vaak een weelderige bladgroei, veel fotosynthese en suikervorming, waardoor wijnen met veel alcohol en zonder natuurlijke jaargangsverschillen. Irrigatie kan dus leiden tot verlies van typiciteit (Janssen, 2018). Mochten er irrigatiesystemen voorhanden zijn is de kans groot dat dit door producenten uit voorzorg veel wordt gebruikt.

2003 was een extreem voorbeeld van hitte en droogte in de Bourgogne en het zou denkbaar zijn om in deze situaties bepaalde vormen van irrigatie toe te passen, dat zoals aangegeven echter verboden is, waardoor men ervoor kan kiezen om de opname van water van de druivenplant te beïnvloeden. Er is bijvoorbeeld bij het verminderen van het bladoppervlak minder waterbehoefte, dit geldt ook voor de plantdichtheid. Beide technieken bieden uitkomst bij toenemende droogte (Pichery & Bourdon, 2007).

In sommige gevallen wordt er gekozen om de rendementen te verlagen door de plant uit te dunnen, dit als middel tegen droogte, echter wordt dan vaak het tegenoverliggende effect bereikt, namelijk een toenemende groeikracht (Adcc, 2012).



Grafiek 13: Schematische weergave van adaptatiemogelijkheden

5.3.4 Adaptatiemogelijkheden bij vorst

De gemiddelde temperaturen in het groeiseizoen stijgen en het aantal vorstdagen daalt, maar toch is voorjaarsvorst een van de grootste bedreigingen op dit moment in de Bourgogne. Het eerder uitbotten van de druivenplant door de stijgende temperaturen maakt ze kwetsbaar voor vorst. Er zijn enkele mogelijkheden om vorstschade te voorkomen. Gas-, oliekachels, paraffinepotten of verwarmingsbuizen kunnen worden gebruikt om de wijngaard te verwarmen (Adcc, 2012). Besproeien of vernevelen van de knoppen kan effectief zijn om deze te beschermen tegen de vorst, mits het niet kouder is dan -8 °Celsius. Door de druivenknoppen nat te maken en te houden ontstaat er een laagje ijs. De temperatuur is dan 0 °Celsius en daalt niet verder, zolang het ijs nat blijft. Stopt de besproeiing dan zal de temperatuur snel dalen.

In Nieuw-Zeeland worden mobiele windmachines ingezet om de lucht te laten circuleren, hierdoor ontstaat er een menging van warme luchtlagen waardoor vorst geen kans krijgt (Benevit, 2018). Het inzetten van helikopters werkt volgens hetzelfde principe en wordt ook in de Bourgogne toegepast.

De kans op vorst (schade) is sterk afhankelijk van de ligging van de wijngaard en ook het type bodem speelt een rol. Koude lucht zakt naar de lageregelegen gebieden, zoals in het geval van de gemeente appellations. Wijngaarden in de nabijheid van wateroppervlakten of riviertjes hebben vanwege de grote warmtecapaciteit van het water minder kans op schade. Warmtegeleiding in de grond speelt ook een rol. Vaste grond die vochtig is geleid de warmte goed, om die reden is de kans op nachtvorst boven kleigrond wat kleiner dan boven zandgrond (Benevit, 2018). De hooggelegen wijngaarden lopen in principe de minste risico's, echter vorst kan heel lokaal voorkomen waardoor dit niet altijd op gaat.

5.3.5 Adaptatiemogelijkheden bij hagel

Schade als gevolg van hagelbuien komt met grote regelmaat voor in de Bourgogne, aldus producent Karel de Graaf. Tot voor kort was het voorkomen van schade erg lastig en niet efficiënt. De inzet van hagelkanonnen of hagelpijlen is een oud middel om de hagelwolken uit elkaar te drijven, maar de effectiviteit wordt betwist. Ook wordt er regelmatig in collectief een verzekering afgesloten tegen hagelschade. In de Bourgogne is slechts 30% van de producenten verzekerd. Het blijkt vaak moeilijk in te schatten hoeveel schade er daadwerkelijk is en biedt geen oplossing. Wat er dan overblijft is de bestrijding van ziektes na de aangerichte schade, aangezien schade de plant ontvankelijker maakt voor ziektes. De interventies liggen dan op het vlak van het voorkomen van ziektes, door de wijngaard, soms met helikopters, te sprayen tegen ziektes.

Er is een doorbraak aangaande het gebruik van hagelnetten. Hagelnetten worden in Mendoza, Argentinië, al veelvuldig gebruikt en sinds enkele jaren worden deze ook getest in de Bourgogne. Sinds 20 juni 2018 heeft het INAO het gebruik van hagelnetten binnen de AOC/AOP in Frankrijk toegestaan (Millar, 2018). Dit moet uitkomst gaan bieden tegen hagelschade in de toekomst. Het toestaan van de hagelnetten zou ook het gebruik van sprays kunnen verminderen, wat een positieve bijdrage levert aan het milieu. Een minpunt kan zijn dat de hagelnetten een zekere mate van zonlicht kunnen tegenhouden wat gevolgen kan hebben voor de fotosynthese en de verdere ontwikkeling van de druivenplant.

5.4 Vinificatie

Klimaatverandering heeft effect op de most en de uiteindelijke wijn. Er is sprake van een toenemend suikergehalte en daardoor een potentieel hoger alcoholpercentage van de wijn. Vaak gaat dit gepaard met veranderende aroma's, minder kleur van de (rode) wijn, een lager zuurgehalte, een hoge pH, waardoor de wijn microbiologisch minder stabiel is. De most en de uiteindelijke wijn hebben meer sulfiet (SO₂) nodig ter stabilisatie, waardoor (nog) minder intens

van kleur en aroma (van Leeuwen & Darriet, 2016). Een toegenomen hoeveelheid alcohol in de wijn heeft verschillende negatieve effecten. Enerzijds hebben gisten meer moeite met hoge suikergehalten, met als mogelijk gevolg een gistingstop. Onvergiste suiker betekent meer kans op brett, want restsuiker is voeding voor de gistsoort *brettanomyces bruxellensis*, die wijnen negatief kan beïnvloeden. Anderzijds zorgt een hoger alcoholpercentage in de wijn voor een ander mondgevoel, een vermindering van complexiteit en de wijn kan moeilijker ouderen (Jones, 2007).

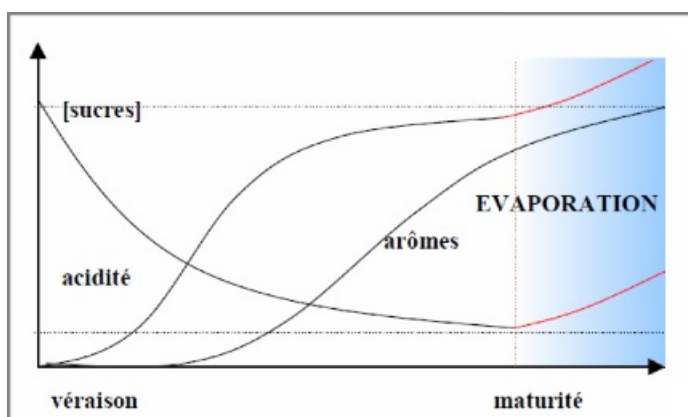
Een mogelijke adaptatiestrategie op de korte termijn zijn de verschillende vinificatiemethoden om het leed van de klimaatverandering een beetje te verzachten. Er wordt steeds meer onderzoek gedaan en gezocht naar mogelijkheden om de most te beïnvloeden. Er bestaan verschillende toevoegings- en onttrekkingstechnieken om het suiker-, zuur- en alcoholgehalte te beïnvloeden. Enkele technieken worden genoemd en die relevant zijn in de Bourgogne in het kader van klimaatverandering zullen kort besproken worden. Ook zal de ontwikkeling van nieuwe gisten interessant kunnen worden.

5.4.1 Oogstmoment

Het bepalen van een geschikt oogstmoment is cruciaal, zie grafiek 14. Een adaptatiestrategie die wereldwijd al wordt toegepast is het vervroegen van het oogstmoment. Eerder oogsten biedt in sommige wijngebieden uitkomst om verdere suikeropbouw en potentieel alcohol te voorkomen. Omdat het oogsten in de Bourgogne vaak in meerdere dagen gebeurt, is het van belang rekening te houden met zowel de eerste als de laatste dag. Start men te laat met oogsten dan heb je tijdens hete zomers kans dat de suikeropbouw te hoog wordt en de aroma's overrijp. Het is van groot belang dat pinot noir perfect fenolisch rijp is op het moment van oogsten. Te vroeg oogsten heeft het risico dat er nog onvoldoende afbraak is van zuren en een beperkte fenolische rijpheid. Dit kan ten koste gaan van de complexiteit van de uiteindelijke wijn.

Nachtelijk oogsten, wanneer de buitentemperatuur op zijn laagst is, kan ook een manier zijn om frisheid en aroma te behouden in de wijn en oxidatie tegen te gaan. Het is zaak de dunschillige, kwetsbare pinot noir zo voorzichtig mogelijk te behandelen. Het transport kan vervolgens ook gekoeld worden gedaan richting kelder om dezelfde redenen en om de kans op vervroegd starten van de alcoholische vergisting te verkleinen.

De oogstdata in de Bourgogne zijn in vergelijking met 30 jaar geleden tegenwoordig gemiddeld zeker 2 weken eerder, waardoor deze vaker plaatsvindt in een warmer deel van het jaar, het einde van de zomer. De verwachting is dat deze trend zich verder zal doorzetten. Het juiste oogstmoment bepalen, nachtelijks oogsten en gekoeld transport zullen naar verwachting een goed toepasbare aanpassing zijn.



Grafiek 14: De evolutie van suikers, zuren en aroma's van verkleuring tot rijpheid. Bron: ONERC, 2005.

5.4.2 Toevoegings-, onttrekkings- en extractietechnieken

Om de most te corrigeren bestaat er een aantal mogelijkheden. Toevoegings-, onttrekkings- en extractietechnieken kunnen uitkomst bieden bij het corrigeren van het suiker-, zuur- of alcoholgehalte. Indien er bijvoorbeeld sprake is van een oogstjaar met veel neerslag en beperkte fotosynthese (en dus minder suikeropbouw), dan kan er gezocht worden naar mogelijkheden om het suikergehalte te verhogen. In dit geval zou gebruikt kunnen worden gemaakt van onttrekkingstechnieken als verdamping of omgekeerde osmose. Om het suikergehalte te verhogen kan men ook kiezen voor toevoegings- (verrijkings-) technieken die eenvoudig zijn toe te passen middels chaptalisatie, toevoegen van gerectificeerde geconcentreerde most of geconcentreerde most. Chaptalisatie werd tot voor kort regelmatig toegepast in de Bourgogne, vanwege beperkte rijpheid, zie 5.5.

Het *cahier des charges* geeft het volgende aan betreft de vinificatie van rode wijn in de Bourgogne; 'les techniques soustractives d'enrichissement (TSE) sont autorisées pour les vins rouges dans la limite d' un taux de concentration de 10%.' Dat wil zeggen dat het voor rode wijnen is toegestaan om technieken te gebruiken die de most concentreren met een maximum van 10% aan volumeverlies (Cavb, 2011). Naar verwachting zal dit de komende decennia minder nodig zijn gezien de trend van stijgende temperaturen, waardoor een toename van rijpheid en concentratie. In de toekomst zal mogelijk meer behoefte zijn aan toegestane technieken om de wijn te 'verdunnen' in plaats van te verrijken.

Aanzuren (bij een hoge pH) en ontzuren zijn technieken die kunnen worden toegepast indien het zuurgehalte gecorrigeerd dient te worden. Aanzuren gebeurt volgens traditionele methoden door wijnsteenzuur toe te voegen en ontzuren door calcium- of kaliumcarbonaat toe te voegen (Horstink, 2014). Er is steeds meer behoefte aan (aan)zuren, volgens Kyriakos Kynigopoulos. Aanzuren zou uitkomst kunnen bieden, wanneer de most door de stijgende temperaturen te veel suikeropbouw kent en een gebrek aan zuren.

Nieuwe toegestane technologieën om aan te zuren en te ontzuren zijn electro-membraan behandelingen, als elektrolyse en het gebruik van kationenwisselaarshars voor het aanzuren (Dequin et al., 2017).

Membraantechnologie is een verzamelnaam voor scheidingstechnieken middels membranen, zoals membraanfiltratie. Enkele voorbeelden zijn micro-, ultra-, nano- en hyperfiltratie, allen met als doel het scheiden van stoffen, waardoor o.a. ethanol of suikers verwijderd kunnen worden. Omgekeerde osmose is hier een voorbeeld van. Membraantechnologie wordt volgens Karel de Graaf nauwelijks toegepast in de Bourgogne.

Het begrip alcohol en ethanol worden door elkaar gebruikt in de literatuur. Ter verduidelijking, als het gaat om het verlagen van het alcoholgehalte, wordt ethanol verwijderd middels diverse technieken.

Er bestaan nog andere mogelijkheden om ethanol te verwijderen, zoals destillatie onder vacuüm of druk of de spinning cone columntechniek.

Naast toevoegings- en onttrekkingstechnieken zijn er ook extractietechnieken die worden toegepast om de most en de uiteindelijke wijn ten gunste te beïnvloeden. Naar verwachting zal er meer extractie plaatsvinden door toenemende rijpheid bij stijgende temperaturen. Deze technieken verliezen hierdoor interesse. Het extraheren van alcohol middels een oplosmiddel zou wel interessant kunnen worden.

Klimaatverandering heeft zoals gezegd effect op de samenstelling van de most. De kans op een verhoogd suikergehalte en dus een hoger potentieel alcoholpercentage is groter geworden. Gezien de voorspellingen in de Bourgogne, eerder beschreven door Cuccia (2013), zal het een uitdaging worden de opgebouwde suikers (potentieel alcohol) te beheersen en het juiste zuurgehalte te behouden. De kans bestaat dat er meer gebruikt zal worden gemaakt van de

hierboven beschreven technieken. Escudier et al (2014) spreekt over 'precision enology' vanwege de vinificatietechnieken die de wijnmaker moet inzetten om de most te behandelen als gevolg van klimaatverandering. Het is de missie van de wijnmaker middels oenologische procedés de wijn van verminderde kwaliteit te corrigeren (Escudier et al., 2014). Beschreven technieken hebben een negatieve invloed op de kwaliteit van de wijn en zal de typiciteit veranderen, waardoor (tot nu toe) beperkt ingezet (Cavb, 2011).

5.4.3 Trossenvergisting

Een oude techniek, die o.a. in de Rhône wordt gebruikt en die wereldwijd weer meer wordt ingezet, ook bij pinot noir, is het vergisten van hele trossen. Hier zijn verschillende redenen voor. Een reden is dat de steeltjes water bevatten en zodoende de wijn verdunnen. Ook nemen de steeltjes alcohol op, waardoor het uiteindelijke alcoholpercentage lager komt te liggen. Het vergisten van hele trossen vergroot de complexiteit en maakt de tannine zachter (Goode, 2018b), mits op juiste moment geoogst. Gordon Newton Johnson, directeur en wijnmaker in Zuid-Afrika, geeft aan dat het vergisten van hele trossen frisheid en een impressie van natuurlijke zuren geeft aan zijn Pinot Noir (pers comm 9 augustus 2017). In warme gebieden wordt deze techniek met succes toegepast.

David Duband, eigenaar van wijnhuis Domaine Duband in de Hautes Côtes de Nuits, werkt sinds 2008 al met deze techniek voor 50-90% van zijn oogst. David is van mening dat deze techniek in de toekomst meer gebruikt zal gaan worden, aangezien het de wijn extra frisheid kan geven (pers comm 28 januari 2019).

De techniek, van het vergisten van hele trossen, wordt volgens Amandine Brillanceau slechts sporadisch toegepast bij wijnhuis Louis Jadot. Ze zegt: 'Hele trossen worden in sommige gevallen vergist, maar dat is puur experimenteel en het resultaat kan gebruikt worden indien nodig, maar niet als adaptatiemaatregel tegen het veranderende klimaat.'

Gezien de voorspellingen van Cuccia met droge, warme zomers en stijgende temperaturen in de Bourgogne, kan trossenvergisting mogelijk (nog) meer uitkomst gaan bieden in de toekomst.

5.4.4 Gisten en bacteriën

Al jaren wordt er vanuit de industrie onderzoek gedaan naar de rol van gisten. Door het toenemende bewijs van klimaatverandering, neemt de interesse voor dit onderwerp toe. Naast de bovengenoemde methoden en technieken wordt er vanuit de industrie hard gewerkt aan het ontwikkelen van gisten die bijvoorbeeld minder suiker omzetten en dus minder alcohol produceren, maar wel droge wijnen geven. Een belangrijke gistproducent als Lallemand doet dat bijvoorbeeld. '*In order to respond to the problem of high concentrations of sugar in the grapes, one of the approaches suggested by the INRA in Montpellier is to select yeast strains that produce less ethanol during alcoholic fermentation*', aldus Sylvie Dequin, Director of Research (Lallemand, 2007). De *saccharomyces cerevisiae* is de bekendste (conventionele) wijngaardgist, verantwoordelijk voor de vergisting van suikers in alcohol. Sommige niet-saccharomycesgistsoorten, produceren minder alcohol tijdens de fermentatie (Ciani et al., 2016). *Metschnikowia pulcherrima* is een voorbeeld van een gistsoort die minder alcohol produceert en die aan gemengde startculturen kan worden toegevoegd om het gistingsproces op gang te brengen (pers comm Karl Burger 6 april 2017).

Pierre Fonteneau geeft aan dat er voornamelijk niet of nauwelijks met deze gisten wordt gewerkt in de Bourgogne.

Lallemand heeft sinds 2016 ook gisten op de markt gebracht die het zuurgehalte verhogen (Vignevin, 2018). Karl Burger van Lallemand Fermentation benoemt ook de ontwikkeling van bacterieculturen (pers comm 6 april 2017). Een voorbeeld is de bacteriecultuur *Lactobacillus* (Lb) plantarum. Deze bacterie zorgt o.a. voor een versnelde malolactische omzetting

(melkzuuromzetting), nog voor de groei van de endogene bacteriën die het risico vormen op azijnsteek bij hoge pH condities. De pH van de most stijgt als gevolg van de stijgende temperaturen en afnemende zuurgehaltes. De wijn is gevoeliger voor bacteriën en micro-organismen voor en na de alcoholische gisting (Lallemand, 2015). De ontwikkeling van gisten en bacteriën door de industrie biedt de wijnmaker mogelijkheden om de most te beïnvloeden. In de toekomst zal hier vermoedelijk steeds meer beroep op worden gedaan.

5.5 Resultaten en ervaringen uit de Bourgogne, verkregen via interviews

Er zijn verschillende adaptatie- en mitigatiemogelijkheden tegen het veranderende klimaat. In eerste instantie in de wijngaard en later in de kelder tijdens de vinificatie. Onderstaande vragen zijn gesteld tijdens het interview en geven inzicht in de situatie in de Bourgogne op het moment, zie hoofdstuk 8 bijlage II-VII, voor de volledige interviews.

Per persoon worden de belangrijkste antwoorden weergegeven op de volgende vragen;

- Welke aanpassingen heeft u de afgelopen jaren gedaan in de wijngaard? Denkend aan canopy, begroeiing en veranderen van onderstokken of oriëntatie van de rijen?
- Is er als gevolg van klimaatverandering wat verandert voor de vinificatie? Denkend aan vergisting van hele trossen, chaptalisatie en/of aanzuren en andere correcties?
- Wat als er weinig adaptatie- en mitigatiemogelijkheden meer zijn in de wijngaard, hoe kan Pinot Noir uit de Bourgogne zijn typiciteit behouden? Denkt u dat de oenologie daar een grotere rol in gaat krijgen?
- Kijkt u naar andere gebieden (Noord-Amerika, Zuid-Afrika) waar pinot noir wordt aangeplant, daar waar het nu al warmer is dan de Bourgogne? Kunt u daar wat van leren denk u?

Karel de Graaf: ‘De afgelopen jaren heb ik geen aanpassingen gedaan in de wijngaard. Hooguit in de jaren met minder zonneschijn heb ik blad verwijderd aan de oostkant van de wijngaard, maar meer niet’. Ook als het gaat om de vinificatie is er de afgelopen jaren weinig veranderd, zegt hij. Het moment van oogsten is belangrijk, dit kan ‘jammy fruit’ aroma’s voorkomen en dan is aanzuren niet aan de orde.

Karel gelooft niet dat oenologie een grotere rol gaat spelen in de toekomst. ‘De oplossingen tegen klimaatveranderingen moeten liggen in het vegetatieve materiaal.’

Als het gaat om andere gebieden waar pinot noir is aangeplant, benoemt Karel hij wellicht iets kan leren van warme gebieden als Napa. Hier is de kwaliteit van de wijn sterk verbeterd door canopymanagement bijvoorbeeld.

Amandine Brillanceau: ‘Jaarlijks worden er aanpassingen in de wijngaard gedaan en wordt de bodem intensief bewerkt. Dit wijngaardbeheer is een normale gang van zaken. Er zijn geen specifieke canopytechnieken de laatste jaren toegepast omwille van het klimaat. De onderstokken zijn ook nog altijd hetzelfde. Aangezien er wel nieuwe ziektes ontstaan wordt er gewerkt aan nieuwe (pinot) klonen.’

‘Klimaatverandering is niet de drijfveer voor het veranderen/experimenteren tijdens de vinificatie. In sommige gevallen worden hele trossen vergist, maar dat is experimenteel en het resultaat kan gebruikt worden indien nodig. Chaptalisatie wordt nog altijd gedaan, ook nog in het jaar 2017 en is zeker niet afgenomen de laatste tientallen jaren.’

‘De typiciteit en de stijl van de wijn verandert hoe dan ook, maar is niet het gevolg van klimaatverandering’, volgens Amandine. ‘Daarbij is oenologie niet de toekomst’, zegt ze, want de

visie van Jadot is, dat goede wijn nog altijd start in de wijngaard en niet in de kelder, ook in de toekomst. Jadot heeft sinds kort een domein in Oregon (USA), maar dit is vooral gericht op business en niet toekomstgericht als het gaat om klimaatverandering. 'Pinot Noir uit Oregon is niet te vergelijken met Pinot Noir uit Bourgogne.'

Pierre Fenals, een grote aanhanger van Rudolf Steiner, heeft duidelijk een andere visie op het gebied van wijnbouw en vinificatie in relatie tot klimaatverandering. 'De druivenplant evolueert en zal zich ook genetisch aanpassen aan veranderingen.' In de wijngaard kan je de plant wel ondersteunen volgens Pierre. 'Om te kunnen omgaan met droogte en hitte kan je zorgen voor meer begroeiing tussen de druivenstokken, dit zorgt voor een zekere frisheid en vochtigheid in de bodem.'

Het bladoppervlak vergroten kan de druivenplant ook beschermen tegen hitte, echter moet de plant wel de beschikking hebben over voldoende water en suikers in de wortelstokken voor groei van het bladoppervlak'. Pierre is totaal geen voorstander van de 'oenologische farmacie', hij gebruikt geen enkel oenologisch product om het sap te rectificeren. Hij geeft aan dat de wijnmaker wel kan gaan experimenteren met vergistingstemperaturen en de lengte van de maceratie. Hij heeft ervaren dat een lange maceratie op lage temperatuur impressie (subjectieve beleving) van alcohol doet verminderen. Of oenologie de toekomst is? Niet voor wat Pierre betreft. 'Het gaat om vergistingstemperaturen en maceratietijden zoals al eerder benoemd, maar zeker niet om oenologische producten.' 'Je wil toch ook niet ieder jaar dezelfde wijn maken? Die heeft dan totaal geen reflectie meer van de natuur, de bodem en zijn omgeving. Juist deze jaarlijkse verschillen zijn zo boeiend.'

Pierre is zich bewust van de ontwikkeling van pinot noir wereldwijd. 'Alle producenten hebben te maken met het zoeken naar balans, structuur en complexiteit in de wijn, maar als het gaat om het terroir dan is de Bourgogne niet te vergelijken met andere gebieden'.

Benjamin Bois erkent vanuit zijn wetenschappelijke achtergrond de klimaatverandering, met alle gevolgen van dien voor de toekomst. 'Voor de komende tientallen jaren zijn er nog voldoende mogelijkheden in de wijngaard die gebruikt kunnen worden om de invloed van klimaatverandering te beheersen. Enkele voorbeelden zijn het gebruik van hoge (onder)stammen, dit voorkomt warmtecumulatie in de druif. Een lagere plantdichtheid en het verwijderen van het hoogste blad tijdens de rijpingsfase geeft verkoeling. Onderstokken gaan gebruiken die later rijpen. Dit zijn mogelijkheden die per situatie moet worden bekeken en/of toegepast.'

Ten aanzien van de vinificatie zegt Benjamin het volgende; 'In het verleden werd er vanwege de noordelijke (cool-climate) ligging regelmatig suiker toegevoegd, nu gebeurt deze chaptalisatie minder als gevolg van een betere suikeropbouw gedurende de cyclus. In de toekomst als de temperatuur nog 2 °Celsius zal stijgen kan het aanzuren misschien uitkomst bieden'. Benjamin vermoedt dat er voorlopig nog een tal van mogelijkheden zijn in de wijngaard die de gevolgen van klimaatverandering kunnen opvangen. 'Technieken uit het verleden (waar de suikers schaars waren en de zuren hoog) kunnen tegenwoordig in 'omgekeerde richting' gebruikt worden.

De oenologie zal niet zo zeer een grotere rol gaan krijgen, wel zal de ontwikkeling van klonen toenemen. Het ontwikkelen en behouden van laatrijpende klonen van pinot noir wordt al gedaan maar zal verder uitbreiden.'

Kyriakos Kynigopoulos en *Pierre Fonteneau*, respectievelijk directeur en oenoloog van Burgundia Oenology, hebben voornamelijk te maken met de technische fase van het wijnmaken. Advies in wijngaardbeheer behoort slechts deels tot hun expertise. Vanuit het werkveld krijgen zij

regelmatig te horen dat de wijnboeren ‘vechten’ tegen hagelschade en zonnebrand. Om dit tegen te gaan verhogen en vergroten ze vaak de loofwand. Ook kiest men voor een mindere hoeveelheid druiven per plant voor een betere balans.

Zoals al eerder benoemd is de noodzaak tot chaptalisatie steeds minder aan de orde volgens beiden. Er is meer behoefte aan (aan)zuren.

De trend in de oenologie oftewel nieuwe interventies zijn gericht op microbiologisch management, dat van bijvoorbeeld het management van *brettanomyces*, die toeneemt door de hoge pH tegenwoordig, aldus Pierre Fonteneau. ‘Aanpassingen zullen zowel in de wijngaard als in de kelder gedaan worden voor het behoud van typiciteit, echter de nadruk ligt nog altijd op de wijngaard.’

Of we kijken naar andere gebieden waar pinot noir is aangeplant? ‘Zeker, aangezien we al jaren werken met pinot noir in Oregon, Argentinië en Italië. Ook in deze warmere gebieden produceren we goede Pinot Noirs, we maken ons dus geen zorgen.’

Frédéric Barnier, ‘Het is op dit moment de kunst om een goede balans te vinden in de wijnen met behoud van goede zuren. We willen geen zware wijnen maken. Juist nu omdat blijkt dat het potentieel alcoholpercentage 1 graad hoger ligt op het moment van oogsten. Verder zijn er nog twee zaken belangrijk, het beheren van de begroeiing in de wijngaard en het moment van oogsten.’ Ten aanzien van de vinificatie zegt Frédéric het volgende; ‘technische interventies maken de wijn niet. De druif is de basis van de wijn.’

Gezien zijn ervaringen in Oregon, is Frédéric van mening dat ze daar een ander type Pinot Noir willen maken met meer een gevoel van zoetheid in de afdrank. ‘Dit is geen model voor Pinot Noir uit de Bourgogne. Frisheid en complexiteit komen van een cool-climate ligging met een lange maceratie, dit is nu precies wat we in de Bourgogne hebben en doen.’

5.5.1 Hoe ziet de toekomst van Pinot Noir uit de Bourgogne eruit?

Alle ondervraagden zien de toekomst van Pinot Noir uit de Bourgogne rooskleurig tegemoet. De toekomst is voor sommigen een ruim begrip, maar op korte termijn tot 2050 maakt men zich geen zorgen en ziet men misschien juist wel de voordelen van het veranderende klimaat.

Karel de Graaf: ‘Op korte termijn neemt de kwaliteit van Pinot Noir toe. Tot voor kort gaven maar twee tot drie oogsten van de tien rijpe pinotdruiven. Dat is beter geworden. Op lange termijn bij voortgezette klimaatverandering zullen wellicht andere onderstokken en klonen noodzakelijk worden, maar geen andere rassen als bijvoorbeeld de syrah zoals wel eens geopperd is. Dit ras gedijt niet op de kalkbodem van de Bourgogne.’

Pierre Fenals: ‘De druivenplant evolueert en moet zich genetisch aanpassen om te kunnen overleven. We kunnen niet voorspellen hoe de druivenplant zal reageren de komende jaren en in de verre toekomst.’

De typiciteit van Pinot Noir anno 2019 is niet hetzelfde als die uit 14-19 eeuw, maar dit is niet alleen het gevolg van klimaatverandering wat invloed heeft op de typiciteit, maar ook van de manier hoe de wijngaard wordt bewerkt, hoe de wijn wordt opgevoed en zeker ook hoe de drinker de wijn waardeert en proeft.’

‘Ik zie de toekomst van Pinot Noir uit de Bourgogne heel positief, zeker de komende tientallen jaren. De plant is prima in staat en sterk genoeg zich aan te passen aan veranderende omstandigheden en daar moet je op vertrouwen. De toekomst van pinot noir in de Bourgogne is afhankelijk van de plant zelf of beter gezegd; het wordt door de plant zelf geregeld. Wel kan de mens veel en zal in de toekomst de genetica beïnvloeden en andere variëteiten van pinot

gebruiken, maar is dit nog een echte 'Bourgogne'? Het genetisch forceren van het plantmateriaal correspondeert niet met de cyclus van de plant en het leven.' Pierre Fenals gelooft er niet in dat dergelijke praktijken een drinkbare wijn op leveren.

Amandine Brillanceau: 'Pinot Noir in de Bourgogne lijdt niet onder klimaatverandering op dit moment, misschien profiteert de wijn juist wel. Ik zie een hele goede toekomst voor pinot noir (en Pinot Noir), deze zal ons zeker overleven.'

Benjamin Bois: 'Ik ben niet bezorgd over de consequenties van klimaatverandering in de Bourgogne tot 2050. Ik denk dat de Bourgogne vooral de komende jaren nog kan profiteren van deze veranderingen. Wijnmakers zijn juist zeer tevreden op dit moment over de rijping van de druiven. Een verdere toename van temperaturen (2 °Celsius bijvoorbeeld, wat een scenario kan zijn) de komende 30 jaar, zal geen dramatische gevolgen hebben voor Pinot Noir. 2003 was een goede jaargang, anders in typiciteit maar nog altijd een goed jaar. Dit is een goed voorbeeld voor hoe het klimaat en de cyclus eruit zou kunnen zien de komende jaren.'

Kyriakos Kynigopoulos en Pierre Fonteneau: 'De toekomst voor Pinot Noir uit de Bourgogne is nog altijd fantastisch. Het geheim? Nergens ter wereld is het verschil tussen dag- en nachttemperaturen zo optimaal voor pinot noir als in de Bourgogne. Dit is nu en ook in de toekomst het beste geheim.'

Frédéric Barnier: 'De pinot noir in de Bourgogne heeft nog de tijd, we hoeven ons geen zorgen te maken.'

6. Conclusie

Op basis van mijn bevindingen in de voorgaande hoofdstukken worden er in dit hoofdstuk conclusies getrokken, discussiepunten besproken en aanbevelingen gedaan. De conclusies komen voort uit de deelvragen en geven samen antwoord op de hoofdvraagstelling;

Kan Pinot Noir uit de Bourgogne zijn typiciteit behouden bij klimaatverandering in de toekomst?

Deelvraag 1: wat zijn de gevolgen van klimaatverandering voor de wijnbouw op macroniveau?

Natuurlijke fluctuaties in het klimaat zijn een normaal verschijnsel, maar de veranderingen zijn zo sterk toegenomen, dat men dit wijt aan menselijke inbreng. De concentratie broeikasgassen toegenomen, de atmosfeer opgewarmd, de hoeveelheid sneeuw afgenomen en de zeespiegel gestegen. Het klimaat vertoont steeds meer extremen vooral door de toegenomen gemiddelde temperaturen. De klimatologische grenzen voor de geschiktheid voor wijnbouw schuiven steeds verder van de evenaar af. Dit biedt kansen, maar ook bedreigingen, waardoor de klassieke wijnbouwregio's klimatologisch onder druk komen te staan. Naast de genoemde toename van gemiddelde temperaturen is er nog een aantal klimatologische parameters dat beïnvloed wordt door klimaatverandering. Er is sprake van een toename van CO₂ in de atmosfeer, dit proces versterkt de fotosynthese van de druivenplant, waardoor de biomassa en de rendementen potentieel stijgen. Neerslagpatronen veranderen, waarbij sommige natte gebieden natter worden en droge gebieden alsmaar droger. De neerslag valt steeds vaker in de vorm van korte hevige buien. In de droge gebieden neemt de waterschaarste toe en stijgt de evapotranspiratie van de bodem en de druivenplant. Door de verandering van neerslag en temperatuur, verandert ook de leefomgeving van ziektes en organismen. Er is een duidelijke opmars van schadelijke insecten en ziektes, die mee migreren met de verschuivende klimaatgrenzen, zoals voorbeeld de *flavescence dorée*.

Stijgende temperaturen zijn het gevolg van klimaatverandering. Deze temperatuurstijging heeft invloed op de ontwikkelingsstadia van de druivenplant met als gevolg een verkorting van het groeiseizoen. Veranderingen in de ontwikkelingsstadia van de druivenplant hebben invloed op de vorming van aromastoffen, de suikeropbouw, het zuurgehalte, de fenolische rijpheid, kortom op de balans en typiciteit van de uiteindelijke wijn.

Deelvraag 2: wat zijn de gevolgen van klimaatverandering voor Pinot Noir uit de Bourgogne op mesoniveau?

Sinds de jaren 80 is een duidelijke trend waarneembaar in de stijging van de jaartemperaturen, de minimum- en de maximumtemperaturen in het groeiseizoen. Tussen 1980 en 2005 is een stijging van de gemiddelde temperaturen in het groeiseizoen van 2 °Celsius gemeten in de Bourgogne. De nachttemperaturen stijgen, waardoor het verschil tussen dag- en nachttemperatuur kleiner wordt. Er is sprake van toenemende droogte in de maand augustus, veranderende neerslagpatronen met vaker hevige regenval en hagel en een afnemend aantal vorstdagen. Ook is er sinds 1980 een trend in de ontwikkelingsstadia van pinot noir te zien, namelijk dat ieder stadium vervroegt en het groeiseizoen korter wordt. De periode tussen uitbotten en rijpheid van pinot noir is gemiddeld 20 dagen korter geworden vanaf 1980 tot 2005 in vergelijking met de jaren 50. Ondanks de temperatuurstijging en een afname van het aantal vorstdagen vormt nachtvorst in het voorjaar nog steeds een bedreiging voor pinot noir. Juist ten tijde van het vroeger uitbotten.

De rendementen stijgen volgens het BIVB, wat mogelijk een gevolg kan hebben voor de toegenomen gevoeligheid voor ziektes. Klimaatsimulaties voorspellen tot 2050, een verdere

stijging van temperaturen en een verdubbeling van het aantal dagen met maximale temperaturen boven de 30 °Celsius. Dit zal leiden tot warme en droge zomers.

Een getypeerde rode Bourgogne moet volgens kenners voldoen aan de criteria; frisheid, elegantie en finesse. Het beruchte jaar 2003 was exceptioneel warm en droog in de Bourgogne en heeft tot een ander karakter van de wijnen geleid, maar is desondanks positief omschreven.

Resultaten verkregen uit de interviews tonen een optimistisch beeld over de huidige klimaatsituatie in de Bourgogne. Men is unaniem van mening dat de gemiddelde temperaturen in het groeiseizoen zijn toegenomen.

Deelvraag 3: wat zijn adaptatie- en mitigatiemogelijkheden in de wijngaard op microniveau en tijdens de vinificatie?

Er bestaan diverse korte en lange termijnmogelijkheden voor aanpassingen in de wijngaard. Ze zijn afhankelijk van de ligging van de wijngaard, de regelgeving en het lokale klimaat. Op de lange termijn zijn er mogelijkheden op het gebied van de herinrichting van de wijngaard, door middel van het veranderen van de druivenvariëteit, de onderstokken en het toepassen van klonen of andere vormen van selectie.

Op de korte termijn zijn er, afhankelijk van het doel, adaptatiemogelijkheden binnen het caponymanagement. Is er behoefte aan meer schaduw dan kan het bladoppervlak vergroten uitkomst bieden. De beschikbaarheid van water is dan cruciaal. Bij droogte is het omgekeerde gewenst, namelijk een vermindering van het bladoppervlak en een afname van de plantdichtheid. Een goede inventarisatie van het doel en de mogelijkheden is daarom van belang. Andere mogelijkheden op de korte termijn zijn het verlagen van de rendementen, de begroeiing en de bewerking van de wijngaarden met een grotere biodiversiteit tot gevolg en tot slot de vinificatie.

Als het gaat om vinificatie zijn er een tal van toevoegings-, onttrekkings- en extractietechnieken die kunnen worden toegepast om de most ten gunste te beïnvloeden, indien nodig.

In de Bourgogne sluit de regelgeving een aantal adaptatiemogelijkheden uit, zoals het aanpassen van cépages. Er wordt onderzoek gedaan naar andere klonen en onderstokken, maar volgens de geïnterviewden wordt dit op dit moment niet structureel toegepast.

Men ziet geen noodzaak om een beleid uit te stippelen voor de toekomst. Er wordt vooral per seizoen bekeken wat nodig is en gehandeld naar de weervoorspellingen. Indien er vorst op komst is bijvoorbeeld worden er kachels geplaatst of helikopters ingezet. De wijngaard wordt bewerkt waar nodig, maar er worden geen wijngaardaanpassingen gedaan omwille van het klimaat. Zowel in de literatuur als in de praktijk wordt er gesproken over het juiste moment van oogsten. Dit is essentieel voor het behoud van verfijnde aroma's, voldoende zuren en structuur in rode Bourgogne.

Als het gaat om vinificatiemethoden, dan spreekt men voornamelijk over het al dan niet chaptaliseren van de wijn. Dit gebeurt, ondanks de toenemende temperaturen, nog steeds.

Kan Pinot Noir uit de Bourgogne zijn typiciteit behouden bij klimaatverandering in de toekomst?

De geïnterviewden zijn unaniem van mening dat de toekomst van Pinot Noir uit de Bourgogne er rooskleurig uitziet. Men maakt zich geen zorgen en is vooral tevreden over de toenemende temperaturen en de huidige kwaliteit van de wijn.

6.1 Discussie

In de discussie zal ik ingaan op het hoofdthema van deze scriptie. Hieronder benoem ik de hoofdvraag gevolgd door een nadere uitwerking en beargumentering.

“Kan Pinot Noir uit de Bourgogne zijn typiciteit behouden bij klimaatverandering in de toekomst?”

Op basis van literatuuronderzoek en afgaande op de interviews concludeer ik dat Pinot Noir uit de Bourgogne zijn typiciteit kan behouden ondanks klimaatverandering.

Klimaatverandering is volgens de geraadpleegde literatuurbronnen in de Bourgogne een feit. De gevolgen hiervan zijn bijvoorbeeld de stijgende temperaturen, de veranderende neerslagpatronen en de periodes van droogte. Ik constateer dat de literatuur een beeld schetst waarbij kwaliteitswijnbouw in deze streek onder druk komt te staan en mogelijk verloren gaat uitgaande van de emissiescenario's.

De geïnterviewden hebben te kennen gegeven dat ze klimaatverandering eerder zien als een kans dan als een bedreiging. In het verleden heeft Pinot Noir te kampen gehad met onvoldoende rijpheid en een te hoog zuurgehalte. De stijgende temperaturen hebben nu juist een positief effect op het suiker-, zuurgehalte en de rijpheid van pinot noir.

Droogte, hagel, felle regenbuien en vorst vroeg in het seizoen, na het uitbotten, zijn een negatief effect van klimaatverandering en vormen wel een bedreiging. Afhankelijk van wanneer deze weersomstandigheden voorkomen kan dit invloed hebben op de ontwikkelingsstadia van pinot noir. Dit heeft gevolgen voor de groei, de rendementen, de gevoeligheid voor ziektes en de balans tussen zuren, suikers en aroma's in de uiteindelijke wijn. Ik concludeer dat er voldoende adaptatiemogelijkheden op de korte termijn, tot 2050, voorhanden zijn, waardoor Pinot Noir uit de Bourgogne zijn herkenbaarheid behoudt. Een effectief canopymanagement, gerichte bodembewerking, gebruik van hagelnetten en het juiste moment van oogsten biedt nog veel mogelijkheden om tegenwicht te bieden aan het veranderende klimaat.

Welke factoren hebben invloed op typiciteit?

Typiciteit is afhankelijk van diverse factoren. Klimatologische factoren zijn er slechts één van. Door de jaren heen hebben geconsulteerde oenologen als Kynigopoulos en Accad veranderingen doorgevoerd als het gaat om wijnbouw en vinificatie, die de stijl van het eindproduct hebben beïnvloed. Men is gaan werken met lagere opbrengsten, waardoor de wijnen meer concentratie hebben gekregen. Tijdens de vinificatie is men langere maceraties gaan hanteren voor meer extractie. Daarnaast verandert de smaak van de consument, hebben trends invloed op de stijl van de wijn en veranderen ook de inzichten op het gebied van de opvoeding. Deze invloeden hebben Pinot Noir uit de Bourgogne veranderd. Dit zijn geen gevolgen van klimaatverandering, maar ze hebben toch invloed op de typiciteit. Dit zal in de toekomst ook het geval zijn.

De consensus, betreffende de typiciteit van rode Bourgogne, te weten elegantie, frisheid en finesse, is dus ook aan verandering onderhevig. In 2003 werden de producenten overvallen door de hitte, de droogte en de snelle rijping van de druiven, wat resulteerde in atypische wijnen.

In de literatuur wordt 2003 gezien als graadmeter voor de toekomst, maar sindsdien zijn er meer warme jaren geweest en deze hebben eigenlijk geen atypische wijnen opgeleverd. Ook vreesde men in 2003 voor een beperkte houdbaarheid van dit oogstjaar, maar tegen alle verwachtingen in werden de beste rode Bourgognes 10 jaar later nog als 'geweldig, bevredigend en beminlijk' ervaren (Jefford, 2015).

Het is aannemelijk dat producenten steeds meer ervaring krijgen met warme jaren met het daarbij behorende (kortere) groeiseizoen en het (vervroegde) oogstmoment. In het algemeen worden de warme wijnjaren nog steeds goed gewaardeerd door de producenten en de wijnrecensenten. Voorbeelden zijn 2005, 2009, 2015, 2016 en 2017. De stijl van een rode Bourgogne zal in 2050 organoleptisch anders zijn dan nu, maar geen afbreuk doen aan zijn kwaliteit en herkenbaarheid. Kruidigheid en concentratie kunnen naar alle waarschijnlijkheid in de toekomst worden toegevoegd aan de trefwoorden elegantie, frisheid en finesse, zonder dat deze zullen verdwijnen.

Naar mijn mening moet je typiciteit ook in relatie zien tot andere wijnen gemaakt van pinot noir. De verhouding tot Pinot Noir (wijnen) wereldwijd zal niet veranderen. Niet alleen in de Bourgogne, maar wereldwijd is er sprake van klimaatverandering. De gevolgen van hiervan zijn uiteraard wel plaatsgebonden. Als wereldwijd het klimaat verandert, dan zal dat in ieder wijn producerend land invloed hebben op de smaak en de typiciteit van de wijn. Uiteindelijk zal in vergelijking en in verhouding met andere wijnlanden Pinot Noir uit de Bourgogne nog altijd een elegante wijn met grote diepgang zijn.

De Bourgogne dankt zijn naam en reputatie aan zijn terroir. Pinot Noir uit deze streek is bekend om zijn terroirgetypeerde wijnen, die herkenbaarheid geven aan de plek van herkomst. Als je kijkt naar het terroir van de Bourgogne dan is dat afhankelijk van natuurlijke en menselijke factoren. Alle zijn dynamisch van aard. De menselijke interventies veranderen voortdurend door inzichten en onderzoeken in wijngaard en in kelder. Ook de natuurlijke factoren zijn dynamisch en veranderen mee met het veranderende klimaat. De druivenplant heeft een lange levensduur en is goed in staat is te muteren. Dit geldt ook voor alle micro-organismen en schimmels in de bodem die ook constant muteren en zich aanpassen. Ik concludeer daarom dat de typiciteit van de terroirgetypeerde Pinot Noir uit de Bourgogne om deze reden niet op korte termijn zal afnemen.

Het is aannemelijk te denken dat klimaatverandering gevolgen kan hebben voor de wijngaardclassificatie in de Bourgogne. Van oudsher zijn de beste wijngaarden (van de grands cru's en de beroemdste premier cru's) zeker niet de (koele) wijngaarden die laat rijpen, waarin druiven moeite hebben volledig rijp te worden, integendeel. Met de te verwachte stijgende temperaturen is het zo dat koelere wijngaarden kwalitatief interessanter kunnen worden. Hoger gelegen wijngaarden van de Côte of de Hautes-Côtes zouden aantrekkelijker kunnen worden, aangezien wijngaarden op hoogte theoretisch koeler zijn. Madelin et al., (2008) benoemt echter dat de klimaatcondities van de Hautes Côtes momenteel al vergelijkbaar zijn met de Côte van 30 jaar geleden en het hoogteverschil nauwelijks nog verkoeling geeft. Verder verwacht ik ook niet dat wijngaarden snel van status zullen veranderen. Deze aanpassingen lijken mij binnen de Franse 'bureaucratie' en strikte regelgeving haast ondenkbaar. Net als pinot noir niet snel vervangen zal worden voor syrah, zullen ook de wijngaarden niet snel hun status van premier cru of grand cru verliezen. Het is naar mijn mening niet te aannemelijk dat op de korte termijn er veranderingen zullen optreden in de wijngaardclassificatie.

Samenvattend stel ik dat de Bourgogne zijn terroirgetypeerde Pinot Noir zal blijven voortbrengen, met behoudt van frisheid, elegantie en finesse, zeker in vergelijking met andere wijnen van pinot noir wereldwijd.

6.1.2 Aanbevelingen

Indien er een volgend onderzoek wordt gedaan naar het behoud van typiciteit van Pinot Noir uit de Bourgogne bij klimaatverandering, dan is een goed afgebakende formulering van het begrip typiciteit een aanbeveling. Iedere geïnterviewde kan dan vanuit dezelfde basis redeneren.

Om een beter representatief beeld te krijgen van de klimaatsituatie in de Bourgogne is het een suggestie om een nog grotere groep mensen te interviewen. Daarbij dient het de aanbeveling om de rol van vinificatie en de oenologische procedés verder uit te diepen. Onderzoeken (ONERC) suggereren namelijk dat vinificatie een middel is om de effecten van klimaatverandering te verzachten. Ook Seguin heeft in 2007 gezegd dat het behoud van typiciteit van Pinot Noir mogelijk is door middel van de oenologie. Producenten gaven nu slechts summier gegevens prijs aangaande dit onderwerp.

Een andere aanbeveling voor verdieping kan zijn om de hoofdvraagstelling toe te spitsen op één specifieke wijngaard. Er zijn diverse onderzoeken gedaan naar de impact van klimaatverandering in Frankrijk waaronder de regio Bourgogne. Echter blijft het lastig aan te geven of uitspraken en conclusies voor de gehele Bourgogne gelden. Er is juist in deze streek, waar enorm veel versnippering is aan wijngaarden en dus aan ligging, heel veel heterogeniteit in het wijnbouwklimaat. Iedere wijngaard heeft zo zijn eigen ligging, bodem, expositie naar de zon etc., kortom de invloed van het veranderende klimaat kan per wijngaard verschillen, denk aan de hagelbuien die regelmatig dezelfde gebieden treffen, zoals Pommard en Volnay. Het specifieke 'Bourgogneterroir' is niet te generaliseren en daardoor is het lastig te concluderen of klimaatverandering overal evenveel impact heeft. Het is dus aan te bevelen hier wijngaardspecifiek onderzoek naar te doen.

Het klimaat is aan veranderingen onderhevig zo ook de data die voor publicaties beschikbaar zijn en worden gebruikt. Een volgend onderzoek vraagt om vernieuwde actuele klimaatgegevens, aangevuld met klimaatsimulaties na 2050. Ook een goede afbakening betreft korte en lange termijn adaptatiemogelijkheden is een aanbeveling.

Binnen deze scriptie is het aspect bodem en de microbiologie van de bodem niet behandeld. Nader onderzoek naar het effect hiervan op de typiciteit is wenselijk.

Als laatste punt van aanbeveling noem ik de wet- en regelgeving. Zoals al eerder benoemd is de Bourgogne een regio van strikte (beperkende) regelgeving en traditie. Veranderingen doorvoeren of zelfs aanbevelingen doen omtrent dit onderwerp is impopulair. Los van het feit of het haalbaar is, denk ik toch dat het interessant is om te kijken naar de mitigatiestrategie van het versoepelen van de regelgeving. In het cahier des charges (Cavb, 2011), zijn zoals bekend de regels omtrent wijnbouw en vinificatie vastgelegd. Er is weinig ruimte voor individuele keuzevrijheid voor de wijnboer. Vele variabelen als cépages, plantdichtheid, rendementen, snoeiwijzen, opbrengsten, kelder capaciteit etc. liggen vast. De enige variabele die niet op papier vastligt is eigenlijk het klimaat. Een aanpassingsmogelijkheid aan het veranderende klimaat voor de toekomst zou dus kunnen zijn het versoepelen van de regelgeving. Dan heeft de wijnboer mogelijkheden voorhanden waarmee hij zich kan aanpassen aan de lokaal veranderende klimatologische omstandigheden.

In een recent artikel van Vitisphere (26 april 2018) wil Bernard Fargés, directeur CNAOC (Confédération Nationale Appellations d'Origine Contrôlée) tijdens het jaarlijks congres kijken naar de toekomstmogelijkheden van de AOC in het kader van klimaatverandering. Aanpassingen in het cahier des charges zijn niet ondenkbaar, aldus Fargés (Ivaldi, 2018). Dit biedt mogelijk perspectief.

7. Literatuurlijst

Adelsheim, D., Busch, C., Catena, L., Champy, B., Coetzee, J., Coia, L., Croser B., Draper, P., Durbourdieu, D., Frank, F., Frischengruber, H., Horvath, R., Lageder, A., Loosen, E., Roberts, T., Strugnell, M., Torres, M.A., Torres, M. (2016). Climate change: Field reports from leading winemakers. *Journal of Wine Economics*, 11 (1), 5-47.

Ademe (2018). *Le changement climatique en Bourgogne (1961-2040)*. Geraadpleegd 3 juni 2018 van World Wide Web: https://www.alterrebourgognefranche.comte.org/_depot_alterrebourgogne/_depot_arko/articles/341/le-changement-climatique-en-bourgogne_doc.pdf

Agenis-Nevers, M. (2006). Impacts du changement climatique sur les activites viti-vinicoles. *Research Gate*, 3, 1-21.

Adcc & Vigne (2012). *Adaptation au changement climatique en Bourgogne & vigne*. Dossier thématique. Geraadpleegd 20 mei 2017 van World Wide Web: https://www.alterrebourgognefranche.comte.org/_depot_alterrebourgogne/_depot_arko/articles/436/bo-acc-mini-dossier-viticulture.pdf_doc.pdf

Asso (2018). *Association Gest-Bourgogne, Groupement d' étude et de suivi des terroirs*. Geraadpleegd 21 juni 2018 van World Wide Web: <http://www.asso-gest.fr>

Benevit (2018). Inzetten van helicopter in de strijd tegen vorst. Geraadpleegd 5 juli 2018 van World Wide Web: <https://www.benevit.org/helicopter.html>

Bettane, M. (2016). *The Pernin-Rossin Case and the Accad Method 2*. Geraadpleegd 12 september 2018 van World Wide Web: <http://www.worldoffinewine.com/news/the-pernin-rossin-case-and-the-accad-method-ii-4790483>

Billn (2005). *Burgundy-Report*, published 29 september 2005, update 29 january 2019. Geraadpleegd januari 2019 van World Wide Web: <https://www.burgundy-report.com/discover-burgundy/13-a-technical-glossary/>

BIVB (2018a). *Pinot Noir: L'enfant prodigue de Bourgogne, un cépage ancien*. Geraadpleegd 18 mei 2018 van World Wide Web: <https://www.vins-bourgogne.fr/nos-vins-nos-terroirs/nos-cepages-nos-couleurs/pinot-noir/pinot-noir-l-enfant-prodigue-de-bourgogne,2793,10502.html?>

BIVB (2018b). *Des cépages rois pour la Bourgogne*. Geraadpleegd 2 juli 2018 van World Wide Web: <https://www.vins-bourgogne.fr/nos-vins-nos-terroirs/nos-cepages-nos-couleurs/des-cepages-rois-pour-la-bourgogne,2392,9184.html?>

BIVB (2018c). *Climats et lieux-dits: l' expression ultime du Terroir de Bourgogne*. Geraadpleegd 18 mei 2018 van World Wide Web: <https://www.vins-bourgogne.fr/nos-vins-nos-terroirs/nos-climats-et-lieux-dits/qu-est-ce-qu-un-climat-et-un-lieu-dit-en-bourgogne/climats-et-lieux-dits-l-expression-ultime-du-terroir-de-bourgogne,2380,9174.html?>

BIVB (2018d). Une climatologie propice a la production de vins d' exception. Geraadpleegd 8 juli 2018 van World Wide Web: <https://www.vins-bourgogne.fr/nos-vins-nos-terroirs/nos->

atouts-naturels/climatologie/une-climatologie-propice-a-la-production-de-vins-d-exception,2395,9188.html?

Brisson, N., Levrault, F. (2010). Changement Climatique, agriculture et foret en France: simulation d' impacts sure les principaux especes. *Livre Vert du Projet Climator*.

Castellarin, S.D., Matthews M.A., Di Gaspero G., Gambetta, G.A. (2007). Water deficits accelerate ripening and induce changes in gene expression regulating flavonoid biosynthesis in grape berries. *Planta*, 227, 101-112.

Cavb (2011). *Cahier des Charges de L'Appellation d' origine Contrôlée*. Geraadpleegd 5 september 2018 van World Wide Web: <http://cavb.fr/wp-content/uploads/2014/10/CDC-Bourgogne-22-11-2011.pdf>

CDC (2018). *Cahier des Charges de de L'Appellation d' origine Contrôlée Bordeaux*. Geraadpleegd 2 april 2019 van World Wide Web: <http://extranet.inao.gouv.fr/fichier/CDC-Bordeaux.pdf>

Chabin, J.P., Madelin, M., Bonnefoy, C., (2007). Les vignobles beunois face au réchauffement climatique. Actes du colloque international et pluridiscipline; *Global warming, which potential impacts on the vineyards, 28-30 march, UNESCO Vin et Culture*, 1-13.

Chuine, I. (2004). Grape ripening as a past climate indicator. *Nature Interternational Journal of Science Nature*, 432, 289-290.

Ciani, M., Morales, P., Comitini, F., Tronchoni, J., Canonico, L., Curiel, J.A., Oro, L., Rodrigues, A.J., Gonzales, R. (2016). Non-conventional yeast species for lowering ethanol content of wines. *Frontiers in Microbiology*, 7, 642, 1-13.

Cuccia, C. (2013). *Impacts du changement climatique sur la phénologie du pinot noir en Bourgogne*, These de doctorat, Université de Bourgogne, 1-328.

Coates, C. (2005). *Vintage Report: Burgundy 2003*. Geraadpleegd 18 februari 2019 van World Wide Web: <https://www.decanter.com/features/vintage-report-burgundy-2003-247960/>

Daniëls, L. (2017a). De klimaatverandering, deel 2. *Perswijn*, 29 (8), 44-46. <https://perswijn.nl/2017/10/05/klimaatverandering-noodzakelijke-aanpassingen-deel-2/>

Daniëls, L. (2017b). De klimaatverandering, deel 1. *Perswijn*, 29 (7), 14-18. <https://perswijn.nl/2017/09/11/klimaatverandering-gevolgen-voor-de-wijnbouw-deel-1/>

Jefford, A. (2015). *Jefford on Monday: Faithfull to the season*. Geraadpleegd 17 maart 2019 van World Wide Web: <https://www.decanter.com/wine-news/opinion/jefford-on-monday/jefford-on-monday-faithful-to-the-season-279782/>

Dequin, S., Escudier, J.L., Bely, M., Noble, J., Albertin, W., Masneuf-Pomarede, I., Marullo, P., Salmon, J.M., Sablayrolles J.M. (2017). How to adapt winemaking practices to modified grape composition under climate change conditions. *OenoOne*, 51, 2, 205-214.

- Dokoozlian N.K. (2000). Grape berry growth and development. *Raisin Production Manual. University of California, Agricultural & Natural Resources Publications*, No 3393, 30-37.
- Duchêne, E., Schneider, C. (2007). Conséquences écophysiological des évolutions climatiques au cours du cycle de développement de la vigne en Alsace. Actes du colloque international et pluridisciplinaire; *Global warming, which potential impacts on the vineyards, 28-30 march, UNESCO Vin et Culture*, 1-6.
- Escudier, J.L., Bes, M., Salmon, J.M., Caillé, S., Samson, A. (2014). Stress hydrique prolongé des vignes: comment adapter les pratiques œnologiques en conséquence? *Innovations Agronomiques*, 38, 67-86.
- Everyvine (2018). *Wine region Willamette Valley*. Geraadpleegd augustus 2018 van World Wide Web: https://www.everyvine.com/wine-regions/region/Willamette_Valley/
- Flavescence (2018). *Flavescence Dorée Bourgogne*. Geraadpleegd 21 april 2018 van World Wide Web: <https://www.stop-flavescence-bourgogne.fr>
- Fraga, H., Malheiro, A.C., Mouninho-Pereira, J., Santos, J.A. (2012). An overview of climate change impacts on European viticulture. *Association of Applied Biologists, Food and Energy Security*, 1(2), 94-110.
- García, J.P., Brenot, J., Quiquerez, A., Petit, C. (2007). Erosion des sols viticoles par les événements orageux (Vosne-Romanée) quels risques pour le futur? Actes du colloque international et pluridisciplinaire; *Global warming, which potential impacts on the vineyards, 28-30 march, UNESCO Vin et Culture*, 1-10.
- Gladstones, J. (2011). *Wine, Terroir and Climate Change*. Mile End, South Australia: Wakefield Press.
- Goode, J. (2018a), *Terroir revisited: towards a working definition*. Geraadpleegd 10 augustus 2018 van World Wide Web: <http://www.wineanorak.com/terroir2.htm>.
- Goode, J. (2018b). *Whole bunches and stems in red winemaking*. Geraadpleegd 10 augustus 2018 van World Wide Web: <http://www.wineanorak.com/wholebunch.htm>.
- Goode, J. (2011). *Authentic Wine toward natural and sustainable winemaking*. California, USA: University of California Press Berkeley and Los Angeles.
- Goode, J. (2005). *The science of wine, from vine to glass*. California, USA: University of California Press Berkeley and Los Angeles.
- Hannah, L., Roehrdanz, P.R., Ikegami, M., Shepard, A.V., Shaw, M.R., Tabor, G., Zhi, L., Marquet, P.A., Hijmans, R.J. (2013). Climate change, wine and conservation. *Current issue PNAS*, 110 (17), 1-6.
- Holland, T., Smit, B. (2010). Climate change and the wine industry: current research themes and new directions. *Journal of Wine Research*, 21, (2-3), 125-136.

- Horstink, G. (2014). *Bodem en klimaat* (Oinos wijncursus). Hoogerheide, Nederland
- Horstink, G. (2014). *Wijnproefkunde* (Oinos wijncursus). Hoogerheide, Nederland
- INRA (2017). Geraadpleegd 6 november 2017 van World Wide Web: <https://www.inra.fr>
- IPCC (2014). *AR5 Synthesis Report: Climate Change 2014*. Geraadpleegd 19 januari 2017 van World Wide Web: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>
- IPCC (2018). *Global Warming of 1,5 C, Special Report*. Geraadpleegd op 5 november 2018 van World Wide web: <https://report.ipcc.ch/sr15/>
- Ivaldi, M.S. (2018). *Comment les AOC peuvent-elles adopter L' innovation?* Geraadpleegd 15 mei 2018 van World Wide Web: <https://www.vitisphere.com/actualite-87451-Comment-les-AOC-peuvent-elles-adopter-linnovation-.htm>
- Janssen, L. (2018). *Interview met dr. Emmanuel Bourguignon*. Geraadpleegd op 25 februari 2019 van World Wide Web: <https://proefschrift.nl/terroirkenmerken-haal-je-vooral-naar-boven-met-diep-groeiende-wortels/>
- Johnson, H., Robinson, J. (2010). *Wijn Atlas* (zesde editie). Schiedam, Nederland: Spectrum
- Jones, G.J. (2015). *Climate, grapes and wine*. Geraadpleegd 15 mei 2017 van World Wide Web: https://www.guildsomm.com/public_content/features/features/b/gregory_jones/posts/climate-grapes-and-wine.
- Jones, G.V., Webb, L.B. (2010). Climate change, Viticulture, and Wine: Challenges and Opportunities. *Journal of Wine research*, 21 (2-3), 103-106.
- Jones, G.V. (2007). Climate change: observations, projections and general implications for viticulture and wine production. Actes du colloque international et pluridiscipline; *Global warming, which potential impacts on the vineyards, 28-30 march, UNESCO Vin et Culture*, 1-15.
- Jones, G.V., White, M.A., Cooper, O.R., Storchmann, K. (2005). Climate change and global wine quality. *Springer*, 73, 319-343.
- Jones, G.V., Duchene, E., Tomasi, D., Yuste, J., Braslavska, O., Schultz, H., Martinez, C., Boso, S., Langellier, F., Perruchot, C., Guimerteau, G. (2005). Changes in European winegrape phenology and relationships with climate, *Proceedings GESCO*, 55-61.
- Keller, M.M. (2010). Managing grapevines to optimise fruit development in a challenging environment: a climate change primer for viticulturists. *Aus. J. Grape Wine Res.* 16, 56-69.
- Kubach, H.K. Wine grape suitability and quality in a changing climate, an assessment of Adams County, Pennsylvania (1950-2099). Geraadpleegd juli 2018 van world wide web: https://www.ship.edu/globalassets/geo-ess/kubach_answer_120502.pdf

Lallemand (2015). *Winemaking update*. Geraadpleegd 11 maart 2019 van World Wide Web: <https://www.lallemandwine.com/wp-content/uploads/2016/02/2015-WUP-2-New-Lactobacillus-plantarum-ML-PRIME.pdf>

Lallemand (2007). *Global Warming: The Issues in Winemaking*. Lallemand press release. Geraadpleegd 12 oktober 2018 van World Wide Web: https://www.infowine.com/en/variety_environment/global_warming_the_issues_in_winemaking_sc_4436f2xi96.htm

van Leeuwen, C., Roby, J.P., de Rességuier L. (2018) Soil-related terroir factors: a review. *OenoOne*, 52 (2). 173-188.

van Leeuwen, C., Darriet, P. (2016). The impact of climate change on viticulture and wine quality. *Journal of Wine Economics*, 11 (1). 150-167.

van Leeuwen, C., Schultz, H.R., Garcia de Cortazar-Atauri, I., Duchene, E., Ollat, N., Pieri, P., Bois, B., Goutouly, J.P., Quénot, H., Touzard, J.M., Malheiro, A.C., Bavaresco, L., Delrot, S. (2013). Why climate change will not dramatically decrease viticultural suitability in main wine-producing Areas by 2050. *Current issue PNAS*, 110 (33), E3051-E3052.

van Leeuwen, C., Bois, B., Cellié, N., Trégoat, O., Roby, J.P. (2009). Les Modifications de l'expression du terroir induites par le changement climatique necessitent une adaptation du materiel vegetative et des techniques viticoles. *Revue Française d'oenologie*, 235, 10-14.

van Leeuwen, C., Seguin, G. (2006). The concept of terroir in viticulture. *Journal of Wine Research*, 17 (1), 1-10.

Madelin, M., Bois, B., Chabin, J.P. (2010). Modification des conditioneel de maturation du raisin en Bourgogne viticoles liee au rechauffement climatique. *EchoGéo*, 14, 1-12.

Madelin, M., Chabin, J.P., Bonnefoy, C. (2008). Global warming and its consequences on Beaune vineyards. *Enometrica*, 2, 9-19.

Meteo France (2019a). *Retour sur la canicule d'aout 2003*. Geraadpleegd 18 februari 2019 van World Wide Web: <http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/evenements-remarquables/retour-sur-la-canicule-daot-2003->

Meteo France (2019b). *Comprendre, Le Climat*. Geraadpleegd 18 februari 2019 van World Wide Web: <http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/bilans-climatiques>

Millar, R. (2018). *INAO Authorises use of anti-hail netting*. Geraadpleegd 1 augustus 2018 van World Wide Web: <https://www.thedrinksbusiness.com/2018/07/inao-authorises-use-of-anti-hail-netting/>

Mozell, M.R., Thach, L. (2014). The impact of climate change on global wine industrie: Challenges & solutions. *Science Direct*, 3, 81-89.

OIV (2010). *Definition of vitivinicultural "terroir"*. Geraadpleegd 11 februari 2019 van World Wide Web: <http://www.oiv.int/public/medias/379/viti-2010-1-en.pdf>

ONERC (2005). *Impacts du changement climatique sur les activites viti-vinicole*. Technique no 3. Septembre 2005, 20p.

PechRouge (2018). *The INRA Pech Rouge Experimental Unit*. Geraadpleegd 5 juni 2018 van World Wide Web: <https://www1.montpellier.inra.fr/pechrouge/index.php/en/>

Pichery, M.C., Bourdon, F. (2007). Elements de reflection sur quelques impacts economique du rechauffement climatique sur la filiere vitivinicole en Bourgogne. Actes du colloque international et pluridiscipline; *Global warming, which potential impacts on the vineyards, 28-30 march, UNESCO Vin et Culture*, 1-18.

Prevision Meteo (2019). Geraadpleegd 18 februari 2019 van World Wide Web: <https://www.prevision-meteo.ch/climat/mensuel/dijon/2003>

Rigaux, J. (2006). *Terroir & the winegrower*. France: Terre en vues.

Robinson, J. (2012). *Wine Grapes, A complete guide to 1368 vine varieties, including their origins and flavors*. New York, USA: Penguin Group.

Seguin, B. (2007). Le rechauffement climatiques et ses consequences pour la viticulture. Actes du colloque international et pluridiscipline; *Global warming, which potential impacts on the vineyards, 28-30 march, UNESCO Vin et Culture*, 1-9.

Schär, C., Vidale, P.L., Lüthi, D., Frei, C. (2004). The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves; *Nature*, 427 (6972), 332-6.

Schär, C., Jendritzky, G. (2004). Climate change: Hot news from Summer 2003; *Nature*, 432 (7017), 559-60.

Schultz, H.R. (2016). Global climate change, sustainability and Some challenges for grape and wine production. *Journal of Wine Economics*, 11 (1), 181-200.

Smith, R.J. (2017). *Pinot Family*. Geraadpleegd 12 december 2017 van World Wide Web: <http://iv.ucdavis.edu/files/24351.pdf>

Tate, A.B. (2001). Global warming's impact on wine. *J. Wine Res.* 12 (2), 95-109.

Tissot, A.C. (2011). Changement climatique en Bourgogne: analyse des impacts et des pistes d'adaptation. Geraadpleegd 20 mei 2017 van World Wide Web: <https://www.alterrebourgognefranche-comte.org>

Venkataramanan, M., Smitha (2011); Causes and effects of global warming. *Research Gate*, 4 (3), 1-7.

Vignevin (2018). *Fiche Levures*. Geraadpleegd 12 oktober 2018 van World Wide Web: <http://www.vignevin.com/outils-en-ligne/fiches-levures/>

Wikipedia (2019a). *Pinot Noir*. Geraadpleegd op 3 maart 2019 van World Wide Web: [https://fr.wikipedia.org/wiki/Pinot_noir_\(cépage\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pinot_noir_(cépage)).

Wikipedia (2019b). *Canicule européenne de 2003*. Geraadpleegd 18 februari 2019 van World Wide Web: https://fr.wikipedia.org/wiki/Canicule_européenne_de_2003

Wikipedia (2018a). *Bourgogne*. Geraadpleegd 25 maart 2018 van World Wide Web: <https://nl.m.wikipedia.org/wiki/Bourgogne>

Wikipedia (2018b). *Famille des Noirens*. Geraadpleegd 25 maart 2018 van World Wide Web: https://fr.wikipedia.org/wiki/Famille_des_Noiriens

Wikipedia (2018c). *Acids in wine*. Geraadpleegd 1 november 2018 van World Wide Web: https://en.wikipedia.org/wiki/Acids_in_wine

Wikipedia (2018d). *Fenologie*. Geraadpleegd 6 april 2018 van World Wide Web: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Fenologie>

Winkler A.J., James, A., Kliewer, W.M., Lider, L.A., Cerruti, L. (1974). *General Viticulture*. University of California Press. Second Revised Edition

WOSA (2014). *Zuid Afrikaanse wijnen*. Geraadpleegd maart 2017 van World Wide Web: <https://www.wosa.nl/wijninformatie/wijnbouwgebieden/gebiedsbeschrijvingen/walker-bay/>

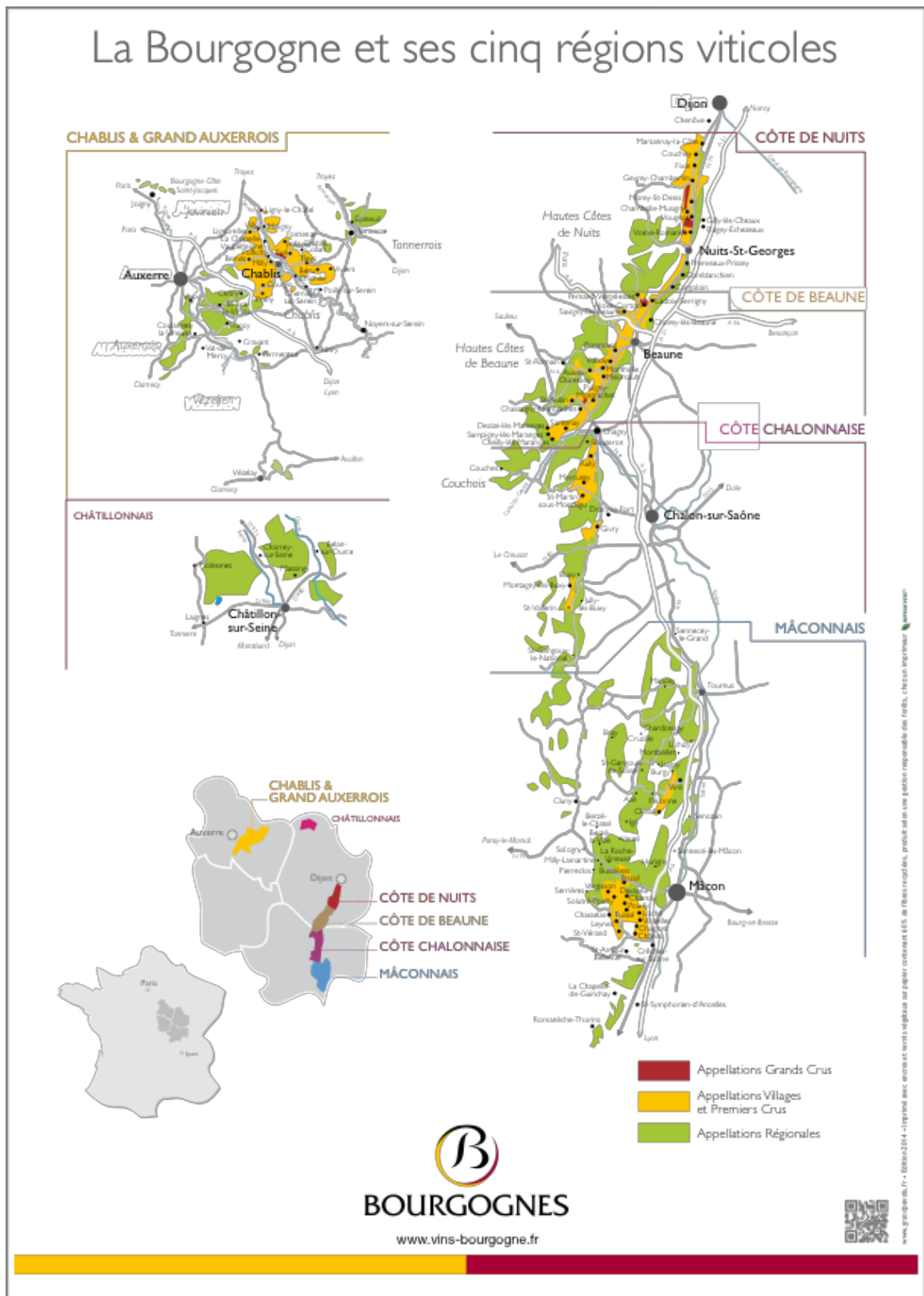
WU&R, Wageningen Universiteit & Research (2018). *Klimaatverandering*. Geraadpleegd 10 mei 2018 van World Wide Web: <https://www.wur.nl/nl/show-longread/Klimaatverandering-longread.htm>

Xu, Y., Castel, T., Richard, Y., Cuccia, C. (2012). Burgundy regional climate change and its potential impact on grapevines. *Climate Dynamics*, 39, 1613-1626.

8. Bijlage

- I. Kaart 'La Bourgogne et ses cinq régions viticoles'
- II. Interview met Benjamin Bois
- III. Interview met Kyriakos Kynigopoulos & Pierre Fonteneau
- IV. Interview met Pierre Fenals
- V. Interview met Amandine Brillanceau
- VI. Interview met Karel de Graaf
- VII. Interview met Frédéric Barnier
- VIII. Correspondentie Gordon Newton Johnson
- IX. Cahier des charges de l'appellation d'origine contrôlée Bourgogne checklist
- X. Pinot noir
- XI. Ontwikkelingsstadia van de druivenplant
- XII. Afkortingen en begrippenlijst

I. Kaart 'La Bourgogne et ses cinq régions viticoles'



II. Interview met Benjamin Bois

Benjamin Bois, professor in viticulture (wijnbouw) en climatologie aan de 'Université de Bourgogne' in Dijon, departement 'Vigne et du Vin, Jules Guyot' sinds 2007. Eveneens is hij verbonden aan het klimatologisch onderzoekscentrum (BioSciences lab) wat zich bezighoudt met de relatie tussen klimaat en wijnbouw, met als specifiek onderdeel de rol van het klimaat op het terroir (effect).

Benjamin is afgestudeerd als Master Viticulture op het Bordeaux Science Agro College. Hij heeft in diverse wijngaarden gewerkt en in 2007 eveneens zijn PhD gehaald in Bordeaux met als onderwerp; klimaatvariaties in de Bordeaux regio en de impact hiervan op de druif ontwikkeling en kwaliteit.

Op dit moment doet hij naast zijn werk als professor onderzoek naar wijngaard ziektes in de Bourgogne gerelateerd aan klimaatverandering.

Benjamin is op dit moment geen *vigneron* of wijnmaker en heeft de vragen zo mogelijk beantwoord vanuit de wetenschappelijke evidentie en zijn ervaringen vanuit zijn onderzoeken en connecties.

1. *Wat is uw visie ten aanzien van klimaatverandering, mondiaal en in relatie tot wijnbouw?*

Er is sprake van klimaatverandering, zonder twijfel. Dit vindt wereldwijd plaats. Om maar meteen de connectie te maken met het onderwerp, hoe behoudt Pinot Noir zijn typiciteit bij klimaatverandering in de toekomst, overal in de wereld is sprake van klimaatverandering en ook daar zal de smaak en typiciteit van de wijn veranderen. Pinot Noir uit de Bourgogne zal mogelijk in de toekomst anders smaken, maar tegelijkertijd veranderen parallel hieraan ook Pinot Noir wijnen uit andere regio's denk aan Californië, dit gebeurt dus evenredig aan elkaar. Daarnaast zijn er ook zoveel variabelen die van invloed zijn op de typiciteit dat het bijzonder lastig is hier antwoord op te geven.

2. *Wat zijn uw persoonlijke ervaringen hier in de Bourgogne als het gaat om:*

- *opbrengsten per hectare*
- *lengte groeiseizoen*
- *oogstdata sinds jaren 80*
- *suikeropbouw-alcohol-zuren*
- *fenolische rijpheid*
- *waterbeschikbaarheid van de bodem*
- *neerslag patronen*
- *temperatuur groeiseizoen*
- *aanwezigheid/afwezigheid van (nieuwe) ziekten*

In de wijngaard zijn een aantal uitdagingen, waaronder de ziektedruk, die verandert namelijk en neemt toe. Vanuit het onderzoek wat nu loopt probeert hij hier meer antwoorden op te krijgen. Ziektes als *flavescence dorée*, *meeldauw* en *eudemis-mot* veranderen en dat wijt Benjamin wel aan het veranderende klimaat en het op schuiven/uitbreiden van habitats van insecten etc. Het blijft wel lastig te onderzoeken of er nu duidelijk een toename is aangezien er door de jaren heen ook nieuwe sprays ontwikkeld zijn om wijngaardziekten te bestrijden.

Uit onderzoek blijkt dat de temperaturen mondiaal stijgen, dit heeft direct invloed op het groeiseizoen van de druivenplant. De hele vegetatieve cyclus van de plant schuift op, waardoor

er ook in de Bourgogne eerder geoogst wordt de laatste jaren. Het voordeel van de Bourgogne t.o.v. Bordeaux is dat pinot noir zelfden hele groene tonen geeft bij vroeg oogsten, wat bij cabernet sauvignon nog wel eens het probleem is.

Een hoger alcoholpercentage en een lage zuurgraad vormen een volgende uitdaging. Regen oftewel de neerslagpatronen zijn echter lastig te voorspellen voor de toekomst. Er is in studies weinig consensus. Sommige GCM (general circulation model) simuleren meer neerslag en anderen weer minder. Wel voorspelt hij een toename van evapotranspiratie, maar wanneer de zomerregens ook toenemen zal dit tegen elkaar weggestreept kunnen worden. Een watertekort in de laatste fase van de rijping bij een warme droge zomer kan wel problemen geven, indien de rijping geblokkeerd wordt.

Als het gaat om voorjaarsvorst zijn er vanwege het vroege uitlopen van de plant risico's, toch is het een contradictie met de algehele tendens van de opwarming van de aarde.

De fenomeen hagel is ook lastig te voorspellen, hier zijn geen goede data van bekend om te voorspellen dat dit vaker voorkomt.

3. Welke aanpassingen heeft u de afgelopen jaren gedaan in de wijngaard?

- canopy aangepast?
- begroeiing?
- veranderen van onderstokken of oriëntatie van rijen?

Er zijn een tal van mogelijkheden in de wijngaard die de komende jaren (nog) gebruikt kunnen worden om in de invloed van klimaatverandering te beïnvloeden/beheersen. Enkelen voorbeelden zijn, hoge stammen, dit voorkomt warmte cumulatie in de druif zone. Lower leaf area, misschien zelfs wel lagere plantdichtheid of het verwijderen van het hoogste blad tijdens de rijpingsfase. Later prunen (snoeien). Ook onderstokken gebruiken die later rijpen. Rondom de druiven minder blad verwijderen wat verkoeling geeft. Dit zijn een tal van mogelijkheden die per situatie moet worden bekeken en of toegepast.

4. Is er als gevolg van klimaatverandering wat veranderd voor de vinificatie?

- hele trossen vergisting?
- chaptalisatie/aanzuren?
- meer minder ingegrepen/gecorrigeerd? (wat binnen regelgeving mogelijk is)

In het verleden werd er vanwege de cool-climate ligging regelmatig suiker toegevoegd, nu gebeurt deze chaptalisatie minder als gevolg van een betere suikeropbouw gedurende de cyclus. In de toekomst als de temperatuur nog een graad of 2 °Celsius zal stijgen kan het aanzuren misschien uitkomst bieden.

5. Hoe ziet u de toekomst van Pinot Noir uit de Bourgogne?

Ik ben niet bezorgd over de consequenties van klimaatverandering in de Bourgogne tot 2050. Ik denk dat de Bourgogne vooral de komende jaren nog kan profiteren van deze veranderingen. Waar vroeger jaarlijks gechaptaliseerd moest worden voor voldoende alcohol in de wijn, zo is dat nu steeds minder nodig. Wijnmakers zijn juist zeer tevreden op dit moment over de rijping van de druiven. Een verdere toename van temperaturen (2 °Celsius bijvoorbeeld, wat een scenario kan zijn) de komende 30 jaar, zal geen dramatische gevolgen hebben voor pinot noir. 2003 was een goede jaargang anders maar nog altijd een goed jaar. Dit is een goed voorbeeld voor hoe het klimaat en de cyclus eruit zou kunnen zien de komende jaren (onderzoek van Schar et al 2004).

6. Wat als er weinig adaptatie-mitigatie mogelijkheden meer zijn in de wijngaard, hoe kan Pinot Noir uit de Bourgogne zijn typiciteit behouden? Denkt u dat de oenologie daar een grotere rol in gaat krijgen?

Benjamin vermoedt dat er voorlopig een tal van mogelijkheden zijn in de wijngaard die de gevolgen van klimaatverandering kunnen opvangen. Technieken uit het verleden (waar de suikers schaars waren en de zuren hoog) kunnen tegenwoordig in omgekeerde richting gebruikt worden.

De oenologie zal niet zozeer een grotere rol gaan krijgen, wel zal de ontwikkeling van klonen toenemen. Het ontwikkelen en behouden van laat rijpende pinot noir klonen wordt al gedaan maar zal verder uitbreiden.

7. Kijkt u naar andere gebieden (Noord-Amerika, Zuid-Afrika) waar pinot noir wordt aangeplant, daar waar het nu al warmer is dan de Bourgogne? Kunt u daar wat van leren denk u?

Benjamin focust zich met name op de Bourgogne. Uiteraard is klimaatverandering iets wat op mondiale schaal plaatsvindt.

III. Interview Kyriakos Kynigopoulos & Pierre Fonteneau

Kyriakos Kynigopoulos is directeur en oprichter van **Burgundia Oenologie**, consultant oenoloog en flying winemaker.

Geboren in Griekenland in een wijnmakers familie, maar vanwege zijn studie oenologie belandt in de Bourgogne. Zoals hij zelf omschrijft begon De revolutie in 1985, het jaar waarop hij afstudeerde en in het werkveld terecht kwam. Hij introduceerde nieuwe vinificatie technieken of herontdekte oude en vergeten methoden. Waar vroeger het accent lag op kwantiteit of te wel hoge opbrengsten, legt hij nu de nadruk op de kwaliteit van de pinot noir. Hij introduceerde lange koude prefermentaire maceraties/inweking of verlenging van temperatuur gestuurde maceraties alles voor meer kleur en body en uiteindelijk een betere balans.

Tegenwoordig is hij consultant voor meer dan 200 wijnbedrijven in meer dan 22 landen. Sinds 2006 is hij oprichter en eigenaar van Laboratory Burgundia Oenologie waar hij met een team specialisten de regio bediend.

Pierre Fonteneau, oenoloog, is eveneens aanwezig bij het interview en beantwoordt samen met Kyriakos de vragen.

1. *Wat is uw visie ten aanzien van klimaatverandering, mondiaal en in relatie tot wijnbouw?*

Wereldwijd zie je klimaatveranderingen en als je dat toespitst op de Bourgogne dan denk ik dat we op dit moment hier gelukkig mee mogen zijn. In het verleden kwam het regelmatig voor dat er zeer matige wijnjaren waren als gevolg van meeldauw, botrytis en onvoldoende rijpheid. Tegenwoordig is de rijpheid veel stabiel en minder grillig dan voorheen. Beiden denken dat klimaatverandering de pinot noir ondersteunt in de Bourgogne.

2. *Wat zijn uw persoonlijke ervaringen hier in de Bourgogne als het gaat om:*

- opbrengsten per hectare
- lengte groeiseizoen
- oogstdata sinds jaren 80
- suikeropbouw-alcohol-zuren
- fenolische rijpheid
- waterbeschikbaarheid van de bodem
- neerslag patronen
- temperatuur groeiseizoen
- aanwezigheid/afwezigheid van (nieuwe) ziektes

De laatste jaren vallen de opbrengsten wel tegen, als gevolg van droogte, voorjaarsvorst en hagel. Deze incidenten komen steeds frequenter voor. Dit is de 'andere kant' van klimaatverandering wat niet gunstig is.

Het groeiseizoen wordt korter. Het uitbotten start gemiddeld eerder, waardoor er meer vorst risico is. De rijpheid van de druif start ook eerder, waardoor eerder oogsten steeds vaker voor komt.

Het moment van oogsten is een belangrijke tool ook voor de toekomst. Hiermee kan je het verschil maken. Over het algemeen nemen de zuren af en is chaptalisatie steeds minder noodzakelijk.

Neerslag is belangrijk, echter nog belangrijker is het moment van neerslag. De beste perioden van regen zijn rond de nouaison (uitbotten) en de véraison (verkleuring). Dit heeft invloed op het behoud van een goede zuurgraad in de uiteindelijke wijn.

De ziektedruk lijkt ook te veranderen, sommige ziektes komen minder voor vanwege een warmer en droger groeiseizoen, denk aan meeldauw en botrytis. Oïdium en flavescence dorée zijn daarentegen in toenemende mate een probleem.

3. *Welke aanpassingen heeft u de afgelopen jaren gedaan in de wijngaard?*

- *canopy aangepast?*
- *begroeiing?*
- *veranderen van onderstokken of oriëntatie van rijen?*

Wijnboeren waar de beiden mee werken 'vechten' tegen hagelschade en zonnebrand. Hiervoor verhogen en vergroten wijnboeren de loofwand. Ook kiest men voor een mindere hoeveelheid druiven per plant voor een betere balans.

4. *Is er als gevolg van klimaatverandering wat veranderd voor de vinificatie?*

- *hele trossen vergisting?*
- *chaptalisatie/aanzuren?*
- *meer minder ingegrepen/gecorrigeerd? (wat binnen regelgeving mogelijk is)*

Zoals al eerder benoemt is de noodzaak tot chaptalisatie steeds minder aan de orde. Er is meer behoefte aan zuren, aanzuren.

Nieuwe interventies zijn gericht op microbiologisch management, bv *brettanomyces* management, welke toeneemt door de hoge pH tegenwoordig.

5. *Hoe ziet u de toekomst van Pinot Noir uit de Bourgogne?*

De toekomst voor Pinot Noir uit de Bourgogne is nog altijd fantastisch.

Kyriakos benadrukt nog even dat nergens ter wereld het verschil tussen dag en nacht temperaturen zo optimaal is voor pinot noir als in de Bourgogne. Dit is nu en ook in de toekomst het beste geheim.

6. *Wat als er weinig adaptatie-mitigatie mogelijkheden meer zijn in de wijngaard, hoe kan Pinot Noir uit de Bourgogne zijn typiciteit behouden? Denkt u dat de oenologie daar een grotere rol in gaat krijgen?*

Aanpassingen zullen zowel in de wijngaard als in de kelder gedaan worden voor het behoud van typiciteit, echter de nadruk ligt nog altijd op de wijngaard.

7. *Kijkt u naar andere gebieden (Noord-Amerika, Zuid-Afrika) waar pinot noir wordt aangeplant, daar waar het nu al warmer is dan de Bourgogne? Kunt u daar wat van leren denk u?*

Zeker, aangezien we al jaren werken met pinot noir in Oregon, Argentinië en Italië. Ook in deze warmere gebieden produceren we goede Pinot Noirs. Dat is ook een van de redenen waarom we optimistisch zijn bij vraag 5.



IV. Interview Pierre Fenals

Pierre Fenals oprichter en eigenaar van wijnhuis **Maison en belles lies** in Saint Aubin. Van nature bioloog en biochemicus en sinds 2009 oprichter van zijn eigen wijnhuis, een grote droom die in vervulling is gegaan. Vanaf het moment dat hij in Parijs op een antiekmarkt een boek vond van Rudolf Steiner was hij volledig geïntrigeerd. Hij besluit zich er helemaal in te verdiepen en gaat vervolgens oenologie studeren en werken als wijnmaker bij biodynamisch werkende producenten. Op dit moment heeft hij 2,5 ha in Maranges en in Hautes Côtes de Beaune en heeft contracten met andere kleine producenten, samen goed voor nog eens 3,5 ha.



1. Wat is uw visie ten aanzien van klimaatverandering, mondiaal en in relatie tot wijnbouw?

Het klimaat verandert door de eeuwen heen. De wereld kent een tal van deze klimaatveranderingen en dat is niks nieuws. Echter het deel van de klimaatverandering door het toedoen van de mens is een heel ander verhaal. De toenemende vervuiling, uitstoot van fossiele brandstoffen etc. zijn een enorme bedreiging voor het klimaat, met als gevolg toenemende extreme weersomstandigheden zoals hagel, wind en regen.

De druivenplant evolueert en moet zich genetisch aanpassen om te kunnen overleven. We kunnen niet voorspellen hoe de druivenplant zal reageren de komende jaren en in de toekomst.

De typiciteit van Pinot Noir anno 2017 is niet hetzelfde als die uit 14-19 eeuw, maar dit is niet alleen het gevolg van klimaatverandering die invloed heeft op de typiciteit, maar ook van de manier hoe de wijngaard wordt bewerkt, hoe de wijn wordt opgevoed en zeker ook hoe de drinker de wijn waardeert en proeft.

2. Wat zijn uw persoonlijke ervaringen hier in de Bourgogne als het gaat om:

- opbrengsten per hectare
- lengte groeiseizoen
- oogstdata sinds jaren 80

- *suikeropbouw-alcohol-zuren*
- *fenolische rijpheid*
- *waterbeschikbaarheid van de bodem*
- *neerslag patronen*
- *temperatuur groeiseizoen*
- *aanwezigheid/afwezigheid van (nieuwe) ziektes*

Het eerste symptoom wat nu opvalt en waar we bedacht op moeten zijn is de toenemende hoeveelheid suikers in de druif. Dit wil niet zeggen dat de druif ook rijp is, aangezien de ware rijpheid van de druif wordt bepaald door het totaal van polyfenolen. We moeten ons afvragen in hoeverre we met ons ingrijpen in de wijngaard niet de oorzaak zijn van deze verandering. Er heerst tegenwoordig een tendens om de wijngaard en de bodem vol te stoppen met 'vitaminen' en andere bodembehandelingen. Een afname in hoeveelheid totale zuren komt ook meer voor. Door zijn biodynamische benadering wil hij geen maximale rendementen uit zijn wijngaarden. De wijngaarden regelen het zelf zonder dat ze hoeven te lijden. Pierre gebruikt geen koper en zwavel wanneer de kwaliteit wat minder dreigt te worden.

In de laatste jaren heeft hij geen veranderingen gemerkt in de duur van de rijpheid (100-110 dagen) en de oogst momenten. De dagen die nodig zijn voor de rijping wordt beheerd door de genetica van de plant zelf en kan niet zodanig variëren door alleen de klimaat/weersomstandigheden.

De kwaliteit en de kwantiteit van de neerslag varieert sterk, wat zijn weerslag heeft in de druif en de balans in de wijn.

Een tekort aan water door droogte heeft eveneens invloed op de kwaliteit van de druif en het eindproduct. De druivenstok absorbeert water in zijn wortelstokken gedurende de hele cyclus ook ter opslag indien mogelijk. Een gebrek aan water resulteert in kleine druiven. Omploegen van de bodem in deze fase geeft nog meer droogte, bij 'normale' periodes van neerslag is het omploegen en openen van de bodem effectief voor de waterhuishouding. Pierre is van mening dat je waakzaam moet zijn en voorzichtig met het ingrijpen en cultiveren van de bodem, bij voorkeur eerst systematisch observeren en reflecteren.

De plant vertoont tekenen van veroudering in periodes van droogte, de vraag is, is dit nu nieuw of bestond dit fenomeen altijd al. Komt dit nu door de droogte of het dit te maken met het immuunsysteem van de plant?

Ziektes in de wijngaard zijn wel een indicator voor verandering van weer en klimaat. Maar het bestrijden daarvan vindt hij tegenstrijdig want het zal hoe dan ook terugkeren, dat regelt de natuur zelf.

3. Welke aanpassingen heeft u de afgelopen jaren gedaan in de wijngaard?

- *canopy aangepast?*
- *begroeiing?*
- *veranderen van onderstokken of oriëntatie van rijen?*

Om te kunnen omgaan met droogte en hitte kun je experimenteren in de wijngaard. Begroeiing tussen de druivenstokken zorgt voor een zekere frisheid en vochtigheid in de bodem. Wel is de kans op rot weer wat groter op deze manier.

Het bladoppervlak vergroten kan de druivenplant beschermen tegen hitte, de plant moet dan wel de beschikking hebben over voldoende water en suikers in de wortelstokken voor groei van het bladoppervlak. In periodes van extreme droogte zal de plant zijn bladoppervlak niet vergroten. Over het algemeen laat Pierre zijn druivenplanten hun gang gaan en snoeit weinig.

Onderstokken veranderen behoort tot de mogelijkheden, maar vraagt een enorme investering. Pierre kent op dit moment geen geschikte onderstokken voor de pinot noir die droogte resistent zijn met behoud van typiciteit.

4. Is er als gevolg van klimaatverandering wat veranderd voor de vinificatie?

- *hele trossen vergisting?*
- *chaptalisatie/aanzuren?*
- *meer minder ingegrepen/gecorrigeerd? (wat binnen regelgeving mogelijk is)*

Het vraagt vooral een stuk reflectie van de wijnmaker hoe om te gaan met de nieuwe samenstelling van de druif (vb toenemende suikers etc). Dit zal ieder jaar weer anders zijn en dat vraagt aanpassing op het juiste moment. Je moet dan gaan spelen als wijnmaker met de vergistingstemperaturen en de lengte van de maceratie. Wat hem is opgevallen is dat een lange maceratie op lage temperatuur de impressie (subjectieve beleving) van alcohol doet verminderen.

Om een goede inschatting te kunnen maken van het sap kan je een organoleptische analyse laten maken van de druiven, de pulp, de schil etc. om vervolgens je plan van aanpak te bepalen. Uiteraard kan je het sap laten rectificeren middels oenologische "farmacie", alleen werkt Pierre Fenals hier niet mee. Hij gebruikt geen enkel oenologisch product, geen exogene gisten, geen enzymen, geen suikers, geen zuren, geen stabilisatoren, zelfs tot vlak voor de ongekleurde, ongefilterde botteling geen sulfiet. Max 10-20 Mg voor het eindproduct.

Hygiëne is uiteraard uiterst belangrijk.

5. Hoe ziet u de toekomst van Pinot Noir uit de Bourgogne?

Heel positief, zeker de komende tientallen jaren. De plant is volgens Pierre prima in staat en sterk genoeg zich te adapteren aan veranderende omstandigheden. De plant zal zich aanpassen en daar moet je op vertrouwen. De toekomst van pinot noir in de Bourgogne is afhankelijk van de plant zelf of beter gezegd wordt door de plant zelf geregeld. Wel kan de mens heel veel en zal in de toekomst de genetica beïnvloeden en andere variëteiten van pinot gebruiken, maar is dit een echte 'bourgogne'? Het genetisch forceren van het plantmateriaal correspondeert niet met de cyclus van de plant en het leven. Hij gelooft er niet in dat dergelijke praktijken een drinkbare wijn op leveren. Deze genetische modificatie heeft het tegendeel al bewezen bij de graan en mais soorten.

6. Wat als er weinig adaptatie-mitigatie mogelijkheden meer zijn in de wijngaard, hoe kan de Pinot Noir uit de Bourgogne zijn typiciteit behouden? Denkt u dat de oenologie daar een grotere rol in gaat krijgen?

Niet voor wat Pierre betreft. Wel als het gaat om temperaturen en maceratie tijden zoals al eerder benoemd, maar zeker niet als het gaat om oenologische producten.

Wel vraagt Pierre zich nadrukkelijk af wat de typiciteit van Pinot Noir uit de Bourgogne is? De typiciteit verandert toch ook ieder jaar, afhankelijk van het hele seizoen? Je wil toch ook niet ieder jaar dezelfde wijn maken? Dit heeft dan totaal geen reflectie meer van de natuur, de bodem en zijn omgeving.

7. Kijkt u naar andere gebieden (Noord-Amerika, Zuid-Afrika) waar pinot noir wordt aangeplant, daar waar het nu al warmer is dan de Bourgogne? Kunt u daar wat van leren denk u?

Ja, ik ben me bewust van andere gebieden als Nieuw-Zeeland, Californië, Australië en Zuid-Afrika. Er bestaan wereldwijd in pinot gebieden issues als het gaat om de wijngaard of de wijn zelf, maar zijn deze vergelijkbaar met de Bourgogne, nee dat denkt hij niet. In termen van het eindproduct misschien wel, denkend aan de hoeveelheid balans, structuur, complexiteit (daar heeft iedereen me te maken), maar het gebied van terroir expressie niet. We zitten niet op dezelfde latitude, hebben niet dezelfde bodems en hemisfeer, als deze gebieden. Blijf gewoon observeren en behandel je wijngaard goed.

Conclusie: It will all adapt, wait, taste and see!

V. Interview met Amandine Brillanceau

Amandine Brillanceau van wijnhuis **Maison Louis Jadot**:

In 2012 is ze afgestudeerd als oenologe aan de Universiteit van Bordeaux, Agro Sciences. Na haar studie heeft ze veel gereisd om ervaring op te doen als oenologe -wijnmaker. Ze heeft in diverse landen gewerkt als Nieuw-Zeeland, Australië, Zuid-Afrika en USA. Daarna heeft ze 2,5 jaar gewerkt als hoofd kelder (master cellar) bij Chateau Pesquié (Rhône). Sinds mei 2017 is ze werkzaam als assistent wijnmaker, ter vervanging van Guillaume Large. Hoofd wijnmaker is Frédéric Barnier.

1. *Wat is uw visie ten aanzien van klimaatverandering, mondiaal en in relatie tot wijnbouw?*

Amandine is niet erg optimistisch als het gaat om klimaatverandering in het algemeen. Ze vindt dat de mens oorzaak is van de veranderingen en tegelijkertijd duurt het veel te lang voordat diezelfde mens zich realiseert wat de impact is. Als men zich het ooit gaat realiseren dan ben ik bang dat het te laat is. Te laat om het tij te keren. Het enige goede is dat we ons kunnen aanpassen d.m.v. nieuwe technologieën. Als het gaat om wijnbouw, zijn er grote verschillen. Voor de Bourgogne is de impact van klimaatveranderingen er niet toe nu toen, maar wel sterk als je praat over de zuidelijke Rhône. Opmerkelijk, vindt ze, is dat tijdens haar studie oenologie in Bordeaux aan dit onderwerp totaal geen aandacht werd besteed (2012 afgestudeerd!).

2. *Wat zijn uw persoonlijke ervaringen hier in de Bourgogne als het gaat om:*

- opbrengsten per hectare
- lengte groeiseizoen
- oogstdata sinds jaren 80
- suikeropbouw-alcohol-zuren
- fenolische rijpheid
- waterbeschikbaarheid van de bodem
- neerslag patronen
- temperatuur groeiseizoen
- aanwezigheid/afwezigheid van (nieuwe) ziektes

De laatste jaren zijn heel teleurstellend geweest voor Jadot, maar ook voor het overgrote deel van de Bourgogne. De opbrengsten waren laag en de kwaliteit viel tegen. Er is het afgelopen jaar hard gewerkt in de wijngaard om een eventueel volgend verlies te kunnen compenseren. Als voorbeeld geeft ze, het snelle handelen als het gaat om vorst berichten. Geen risico's nemen en bij dreiging van vorst werken met rook ter voorkoming van schade.

Jaargang 2017 is geoogst op 4 september, wat een enorme jaargang is, met hoge opbrengsten. Wat Amandine betreft zijn er de laatste jaren weinig veranderingen geweest die zij kan toeschrijven aan klimaatverandering. Zowel suikers, zuren als alcoholpercentages zijn onveranderd. Ieder jaar is weliswaar verschillend zoals altijd maar volgens Amandine niet toe te schrijven aan klimaatverandering en/of opwarming van de aarde.

Het groeiseizoen start wel eerder, wat het risico op voorjaarsvorst vergroot. Er wordt in sommige gevallen gekozen voor het gebruik van helikopters of rook om de plant te beschermen en de vorst geen kans te geven. Het voorjaar kan warm worden, bijna zomers warm. De zomer daarentegen geeft regelmatig regen, maar is eveneens warm.

Het moment van oogsten is het allerbelangrijkste nu en voor de toekomst. Dat was en is het nog altijd. Op het juiste moment je oogstdatum bepalen is cruciaal, als de druif voldoende rijp is, ook fenolisch en met behoud van goede zuren.

Ziektes in de wijngaard komen voor, denkend aan meeldauw en oïdium, maar ook die zijn nog altijd jaar afhankelijk, niet per se toe of afgenomen. Wel zijn er nieuwe ziektes, zoals de Suzuki vlieg. Per saldo is er geen toename van een verschuiving van aantallen.

3. Welke aanpassingen heeft u de afgelopen jaren gedaan in de wijngaard?

- canopy aangepast?
- begroeiing?
- veranderen van onderstokken of oriëntatie van rijen?

Er worden wel aanpassingen in de wijngaard gedaan en de bodem wordt intensief bewerkt, maar er zijn geen specifieke canopytechnieken de laatste jaren toegepast omwille van het klimaat. De onderstokken zijn nog altijd hetzelfde.

Aangezien er wel nieuwe ziektes ontstaan wordt er wel gewerkt aan nieuwe pinot klonen. De reden is dan vooral de ziektedruk. Dit kan wel een gevolg zijn van klimaatverandering.

4. Is er als gevolg van klimaatverandering wat veranderd voor de vinificatie?

- hele trossen vergisting?
- chaptalisatie/aanzuren?
- meer minder ingegrepen/gecorrigeerd? (wat binnen regelgeving mogelijk is)

Klimaatverandering is niet de drijfveer voor het veranderen/experimenteren tijdens de vinificatie. Hele trossen worden vergist in sommige gevallen, maar dat is experimenteel en het resultaat kan gebruikt worden indien nodig. Chaptalisatie wordt nog altijd gedaan, zelfs dit jaar en is zeker niet afgenomen de laatste tientallen jaren.

5. Hoe ziet u de toekomst van Pinot Noir uit de Bourgogne?

Pinot noir in de Bourgogne lijdt niet onder klimaatverandering op dit moment, misschien profiteert het juist wel. Ik zie een hele goede toekomst voor pinot noir, die zal ons zeker overleven.

6. Wat als er weinig adaptatie-mitigatie mogelijkheden meer zijn in de wijngaard, hoe kan Pinot Noir uit de Bourgogne zijn typiciteit behouden? Denkt u dat de oenologie daar een grotere rol in gaat krijgen?

De typiciteit en de stijl van de wijn verandert hoe dan ook, maar is dat het gevolg van klimaatverandering? Amandine trekt dat sterk in twijfel. Oenologie is zeker niet de toekomst, zegt ze, want ze gelooft er nog altijd in, dat is ook de visie van Jadot, dat goede wijn nog altijd start in de wijngaard en niet in de kelder, ook in de toekomst. De natuur zal dat regelen.

7. Kijkt u naar andere gebieden (Noord-Amerika, Zuid-Afrika) waar pinot noir wordt aangeplant, daar waar het nu al warmer is dan de Bourgogne? Kunt u daar wat van leren denk u?

Jadot heeft sinds kort een domein in Oregon (USA), maar dit is vooral gericht op business en niet toekomstgericht als het gaat om klimaatverandering. Pinot Noir uit Oregon is niet te vergelijken met Pinot Noir uit de Bourgogne.



VI. Interview met Karel de Graaf

Karel de Graaf een icoon in de Nederlandse wijnwereld, een alleskunner; econoom, auteur, docent, wijnjournalist, wijnhandelaar en wijnboer van perceel 'Les Narvaux in Meursault. En zoals hij zichzelf omschrijft; Spécialiste en Vins de Bourgogne, Propriétaire-récoltant à Meursault en Officier dans l'Ordre du Mérite agricole. Kortom een Bourgogne-kenner pur sang!

1. Wat is uw visie ten aanzien van klimaatverandering, mondiaal en in relatie tot wijnbouw?

Klimaatverandering, hoewel nog niet algemeen aanvaard, zorgt voor steeds meer klimatologische verstoringen. Door het smelten van de ijskappen bij Groenland komt er meer water in circulatie. Warmere lucht kan meer waterdamp en condensatie bevatten wat zorgt voor steeds meer verstoringen. De wijnbouw in de Bourgogne heeft de laatste jaren veel last gehad van deze klimatologische verstoringen. In 2012, 2013 en 2014 hagelschade en in 2016 grote schade door nachtvorst. Gedurende het groeiseizoen 2015 was het zeer warm en droog, hetgeen ook als klimatologische verstoring kan worden beschouwd.

2. Wat zijn uw persoonlijke ervaringen hier in de Bourgogne als het gaat om:

- opbrengsten per hectare
- lengte groeiseizoen
- oogstdata sinds jaren 80
- suikeropbouw-alcohol-zuren
- fenolische rijpheid
- waterbeschikbaarheid van de bodem
- neerslag patronen
- temperatuur groeiseizoen
- aanwezigheid/afwezigheid van (nieuwe) ziektes

De laatste jaren is er een aanzienlijke daling van de opbrengsten p/ha (zie boven)

Door de klimaatverandering botten de wijnstokken eerder uit (er is dan een groter risico op schade door nachtvorst) en wordt er ook eerder geoogst; het seizoen verschuift daardoor en wordt uiteraard ook wat korter. In de jaren 80 werd er nog in oktober geoogst; een aantal oogsten begon al eind augustus, zoals b.v. 2007, 2011 en 2017. Gemiddeld is de oogst tussen 1980 en 2003 twee weken eerder begonnen. De trend lijkt zich door te zetten.

Klimaatverandering leidt tot minder chaptalisatie, hogere potentiële alcoholpercentages en lagere zuren, die noodzaken tot eerder oogsten

De fenolische rijpheid wordt uiteraard ook beter door klimaatverandering

De waterbeschikbaarheid van de bodem is elk jaar anders; in b.v. 2015 was het zeer droog waardoor de wortels van de jongere wijnstokken last hadden van stress hydrique

De neerslagpatronen zijn ook elk jaar anders; in ieder geval moet er in het voorjaar voldoende neerslag zijn gevallen om te kunnen overzomereren (en stress hydrique te voorkomen)

Het aantal dagen dat het gemiddeld warmer is dan 10 °Celsius is gemiddeld toegenomen tijdens het groeiseizoen. Daardoor wordt er gemiddeld eerder geoogst. Boven de 10 °Celsius zet de vegetatiecyclus zich voort. Eind april 2007 was het zeer warm, daarna kwam de natste zomer sinds 20 jaar en toch begon de oogst al eind augustus.

De aanwezigheid/afwezigheid van (nieuwe) ziektes, daar heb ik niets nieuws over te melden; in 2008 was men zeer pessimistisch over de kwaliteit van de te oogsten druiven door meeldauw

en grijze rot; het mooie weer van eind september met de bekende noordoostenwind redde deze oogst

3. *Welke aanpassingen heeft u de afgelopen jaren gedaan in de wijngaard?*

- canopy aangepast?
- begroeiing?
- veranderen van onderstokken of oriëntatie van rijen?

In de jaren met minder zon wel wat blad verwijderd aan de oostkant, maar verder heb ik geen aanpassingen gedaan op het gebied van canopy en begroeiing

Onderstokken worden gekozen op basis van bodemanalyse; de 161-49 bv als er veel kalk in de bodem zit; deze onderstok kan 25% actieve kalk aan

4. *Is er als gevolg van klimaatverandering wat veranderd voor de vinificatie?*

- hele trossen vergisting?
- chaptalisatie/aanzuren?
- meer minder ingegrepen/gecorrigeerd? (wat binnen regelgeving mogelijk is)

Er is niks veranderd voor wat betreft de vinificatie. De beslissing om niet te ontstelen heeft te maken met inzichten van de producent aangaande type fruit, aroma's, enz.

Eerder, dus op tijd, plukken vervangt aanzuren. De meeste producenten zuren niet aan, omdat ze vinden dat aangezuurde wijnen niet beter worden.

Ik heb niet het idee dat er meer of minder wordt ingegrepen; op tijd oogsten is het belangrijkste om geen jammy fruit in de pinots te krijgen

5. *Hoe ziet u de toekomst van Pinot Noir uit de Bourgogne?*

Op korte termijn neemt de kwaliteit van Pinot Noir toe. Tot voor kort gaven maar twee tot drie oogsten van de tien rijpe pinot druiven. Dat is beter geworden. Op lange termijn bij voortgezette klimaatverandering zullen wellicht andere onderstokken en klonen noodzakelijk worden, maar geen andere rassen als b.v. de syrah zoals wel eens geopperd is. Dit ras gedijt niet op de kalkbodem van de Bourgogne.

6. *Wat als er weinig adaptatie-mitigatie mogelijkheden meer zijn in de wijngaard, hoe kan Pinot Noir uit de Bourgogne zijn typiciteit behouden? Denkt u dat de oenologie daar een grotere rol in gaat krijgen?*

Een moeilijk te beantwoorden vraag. De wetenschap zal uitkomst moeten bieden

Nee, ik denk niet dat oenologie een grotere rol gaat krijgen. Ik denk dat de oplossingen liggen bij het vegetatieve materiaal.

7. *Kijkt u naar andere gebieden (Noord-Amerika, Zuid-Afrika) waar pinot noir wordt aangeplant, daar waar het nu al warmer is dan de Bourgogne? Kunt u daar wat van leren denk u?*

Wellicht. De kwaliteit van Pinot Noirs uit bv. warmere gebieden als bv Napa Valley is de laatste jaren sterk verbeterd door beter canopymanagement.

VII. Interview met Frédéric Barnier

Frédéric Barnier technisch directeur en wijnmaker bij wijnhuis **Maison Louis Jadot**. Sinds 2013 heeft Jadot ook wijngaarden in Oregon, waar Frédéric eveneens verantwoordelijk is als wijnmaker.

1. *Wat is uw visie ten aanzien van klimaatverandering, mondiaal en in relatie tot wijnbouw?*

Wereldwijd is er sprake van klimaatverandering met stijging van de gemiddelde temperaturen.

2. *Wat zijn uw persoonlijke ervaringen hier in de Bourgogne als het gaat om:*

- opbrengsten per hectare
- lengte groeiseizoen
- oogstdata sinds jaren 80
- suikeropbouw-alcohol-zuren
- fenolische rijpheid
- waterbeschikbaarheid van de bodem
- neerslag patronen
- temperatuur groeiseizoen
- aanwezigheid/afwezigheid van (nieuwe) ziektes

De Bourgogne heeft de laatste jaren veel te maken met droge en koude winters. Een warmer wordend voorjaar, soms ook vroeger dan voorheen, waardoor een groter risico op vorstschade. Zomers die meer en meer te maken hebben met stevige stormen, soms met hagel en met een mooi najaar voornamelijk in september.

Als het gaat om ziektedruk, dan wordt dat minder voor meeldauw en oïdium, maar dat komt niet alleen maar door het weer.

Onze wijngaard behandelingen van de laatste jaren hebben gezorgd voor enige tegenstand.

Oogstdata zijn veranderd als het gaat om de mate van alcohol, dat ligt nu een graad hoger dan in het verleden. Het is erg belangrijk om nu een goede balans te vinden en behoud van goede zuren. We willen namelijk geen zware wijnen. De grootste uitdaging is om een juiste fenolische rijpheid te krijgen, die niet te laat komt. Enkele jaren geleden moesten we wachten tot 14° alcohol.

De essentie is dus op het juiste moment oogsten.

3. *Welke aanpassingen heeft u de afgelopen jaren gedaan in de wijngaard?*

- canopy aangepast?
- begroeiing?
- veranderen van onderstokken of oriëntatie van rijen?

Behoud en onderhoud van het gras en andere begroeiing is belangrijk. Waterbeschikbaarheid in de bodem kan een mogelijk probleem vormen maar dat is nog niet aan de orde.

4. *Is er als gevolg van klimaatverandering wat veranderd voor de vinificatie?*

- hele trossen vergisting?
- chaptalisatie/aanzuren?
- meer minder ingegrepen/gecorrigeerd? (wat binnen regelgeving mogelijk is)

Op dit moment zijn er geen wijzigingen geweest op het gebied van het wijn maken

5. Hoe ziet u de toekomst van Pinot Noir uit de Bourgogne?

Pinot noir heeft de tijd in de Bourgogne, daar hoeft men zich (nog) geen zorgen om te maken.

6. Wat als er weinig adaptatie-mitigatie mogelijkheden meer zijn in de wijngaard, hoe kan Pinot Noir uit de Bourgogne zijn typiciteit behouden? Denkt u dat de oenologie daar een grotere rol in gaat krijgen?

Wijn maken of technisch ingrijpen 'maken' de wijn niet

7. Kijkt u naar andere gebieden (Noord-Amerika, Zuid-Afrika) waar pinot noir wordt aangeplant, daar waar het nu al warmer is dan de Bourgogne? Kunt u daar wat van leren denk u?

In Oregon maken ze ook Pinot Noir maar de *touch* is totaal anders, het mondgevoel kent duidelijk meer zoetheid in de finale. Ik denk niet dat dit een rolmodel is voor de Bourgogne. Frisheid en complexiteit komen van een cool-climate ligging en een langdurige maceratie, dit is ook precies datgene wat we hebben in de Bourgogne.

VIII. Correspondentie Gordon Newton Johnson

Hi Dorte

I think I understand all the questions you have asked, and it is quite an interesting topic seeing how the weather seems to be changing worldwide.

One sentence to describe how Pinot Noir is affected, is by Aubert de Villaine when he was here in January last year. He said that 'Pinot Noir can handle dry conditions, but not hot'. I think there is a lot of truth in that statement. Pinot noir seems to do well in soil that has much clay content, such as Burgundy. This would ensure that enough water can be stored in the soil for the vine to handle dry conditions or water stress. South Africa has one of the driest summers of all the wine regions, and Pinot Noir seems to be very stable in clay soil when there is little rain. The clay soil also has a much cooler temperature that buffers the vine over the few days of a heatwave.

Our appellation of the 'Hemel-en-Aarde Valley' is one of the coolest regions in South Africa, though it can at times be quite warm for Pinot Noir. The big difference between ourselves and Burgundy is that we have a very much ocean influenced/temperate climate, as opposed to the continental/inland climate of Burgundy. Our low temperatures never get as cold, though conversely our high temperatures are more mild due to the ocean influence. Hopefully for us (being closer to the sea), this is going to help mitigate the effects of global warming going forward as it seems that maritime vineyards will be the least affected. Unfortunately, we don't work with the Huglin Index here in the Southern Hemisphere, though on the Winkler Index we vary between Region II and III, depending on the vintage. Our cooler vintages experience about 1650 Growing Degree Days (GDD) during the growing season, and about 1850 GDD in the latest hot 2017 vintage. The average growing season temperature has varied between 18.2 – 19.7°C in the last 5 years. Our budburst for Pinot Noir can be from 25 August to the 10 September, and we harvest from the 1 – 20 February.

The warm vintages do definitely make Pinot Noir a challenge, and I have seen from warmer, more inland regions in South Africa that Pinot Noir does not perform well. The wine loses its finesse and perfumed character. They appear to have a baked, almost smoky character to them, even in quality soil conditions. My opinion is that too hot for Pinot, is just too hot. Our canopy management is probably the most important tool that we use. In essence, it's about trying to protect/shade the bunches during the most intense sun of the day (between 13:00 and 15:00). Pinot Noir bunches still need light exposure in order to achieve ideal tannin development and ripening, so we open up the canopy around the bunches to receive as much of the morning sun as possible as well as indirect sunlight/reflective light, while still providing shade for the bunches during the most intense afternoon sun. We have also planted our youngest vineyards in an East-West direction so that the sun passes over the top of the canopy and not on each side. This allows us to fully expose the bunches (taking away all the leaves) to all reflective sunlight, without there being any direct sunlight on them. This is proving quite successful and we have made some stunning wines recently with this method. With regard to the soil, we maintain a high level of organic content in the soil by planting cover crops (oats, broadbeans, lupins, radishes, etc.) in the rows over the winter. By the time the 3 dry months (Dec – Feb) of summer approach us, we roll the ripened cover crop over the soil, which helps to keep moisture, reflect heat, and keep away competition from weeds. In the winery, there is very little one can do to avoid the effects of a hot climate, aside from making sure that you harvest the grapes in good condition. Under heatwave conditions Pinot Noir can degrade very quickly (shriveled and produce porty flavours) and you need to make sure to harvest early enough. I also find that using bunch

stems in the fermentation help to maintain the freshness of the wine and give the impression of natural acidity.

I hope this gives you some insight in to what we do here. Let me know if need anymore information.

All the best

Gordon

GORDON NEWTON JOHNSON
Winemaker & Director



NEWTON JOHNSON

Family Vineyards

C +27 (0)82 900 6028 • T +27 (0)28 312 3862 • F +27 (0)86 638 9673
UPPER HEMEL EN AARDE VALLEY • HERMANUS • SOUTH AFRICA
gordon@newtonjohnson.com • www.newtonjohnson.com

IX. Cahier des charges de l'appellation d'origine contrôlée Bourgogne checklist

CHAPITRE III

POINTS PRINCIPAUX A CONTRÔLER	METHODES D'EVALUATION
A-REGLES STRUCTURELLES	
A1- Localisation des opérateurs dans l'aire de proximité immédiate	Contrôle documentaire
A2- Appartenance des parcelles plantées dans l'aire délimitée	Contrôle documentaire (Fiche parcellaire CVI tenue à jour) Visite sur le terrain
A3- Potentiel de production (encépagement et règles de proportion, suivi des mesures dérogatoires éventuelles, densité de plantation, matériel végétal)	Contrôle documentaire et visites sur le terrain
A4- Outil de transformation, élevage, conditionnement et stockage	
Capacité de cuverie de vinification	Contrôle documentaire : plan général des lieux de stockage Visite sur site
Elevage (maîtrise des températures et durée d'élevage)	Contrôle documentaire : enregistrement des températures et déclaration de conditionnement Visite sur site
Etat d'entretien du chai et du matériel (Hygiène)	Visite sur site
Lieu de stockage protégé et conditions de stockage (T° C, hygrométrie)	Contrôle documentaire : enregistrement des températures Visite sur site
B – REGLES LIEES AU CYCLE DE PRODUCTION	
B.1 - Conduite du vignoble	
Taille	Visite sur le terrain
Charge maximale moyenne à la parcelle	Visite sur le terrain
Etat cultural et sanitaire de la vigne (Etat sanitaire du feuillage et des baies, Entretien du sol, entretien du palissage)	Visite sur le terrain
B.2 - Récolte, transport et maturité du raisin	
Maturité du raisin	Contrôle documentaire : bulletin d'analyse du moût Visite sur le terrain
B.3 - Transformation, élaboration, élevage, conditionnement, stockage	
Pratiques ou traitements œnologiques (enrichissement, pratiques interdites,...)	Contrôle documentaire (déclaration des appareils et registre TSE, registre d'enrichissement, acidification, désacidification) Visite sur site

Comptabilité matière, traçabilité analytique	Contrôle documentaire (tenue des registres, bulletins d'analyses)
B.4 – Déclaration de récolte et déclaration de revendication	
Manquants	Contrôle documentaire (tenue de registre) Visite sur le terrain
Rendement autorisé	Contrôle documentaire (contrôle des déclarations, suivi des autorisations accordées par les services de l'INAO, après enquête des dits services sur demande individuelle de l'opérateur)
VSI, Volumes récoltés en dépassement du rendement autorisé	Contrôle documentaire : suivi des attestations de destruction
Déclaration de revendication	Contrôle documentaire et visite sur site : respect des modalités et délais, concordance avec la déclaration de récolte, de production. Contrôle de la mise en circulation des produits.
C – CONTRÔLES DES PRODUITS	
Vins non conditionnés y compris les vins ayant fait l'objet d'un repli en AOC "Bourgogne".	Examen analytique et examen organoleptique à la transaction ou à la retraitaison
Vins conditionnés y compris les vins ayant fait l'objet d'un repli en AOC "Bourgogne".	Examen analytique et examen organoleptique avant ou après préparation à la mise à la consommation
Vins non conditionnés destinés à une expédition hors du territoire national y compris les vins ayant fait l'objet d'un repli en AOC "Bourgogne".	Examen analytique et examen organoleptique de tous les lots
D – PRÉSENTATION DES PRODUITS	
Etiquetage	Visite sur site

X. Pinot noir



Pl@ntGrape

Catalogue of vines grown in France <http://plantgrape.plantnet-project.org>

© UMT Géo-Vigne®
INRA - IFV - Montpellier SupAgro
Edited on 15/01/2018

Pinot noir N



Name of vine variety in France

Pinot noir

Origin

This variety is originally from Burgundy.

Synonymy

There is no officially recognized synonym for this variety in France. In the European Union, Pinot noir N can officially be called by other names: Blauer Burgunder (Austria), Blauer Spätburgunder (Germany), Blauer (under certain conditions in Italy), Blauburgunder (under certain conditions in Italy), Clevner (Germany), Pinot Nero (Italy, Germany, Bulgaria), Samtrot (Germany), Modri pinot (Slovenia), Spatburgunder (United Kingdom, under certain conditions in Italy), Pinot Noar (Bulgaria), Blaw Shpet Burgunder (Bulgaria) and Rulandské modré (Czech republic, Slovakia).

Regulations

In France, Pinot noir N is officially listed in the "Catalogue of vine varieties". This vine variety is likewise listed in the Catalogues of other European Union member states: Germany, Austria, Belgium, Bulgaria, Cyprus, Spain, Great Britain, Greece, Italy, Hungary, Luxemburg, Malta, Netherlands, Portugal, Czech Republic, Romania, Slovakia and Slovenia.

Use

Wine vine variety.

Evolution of area under vines in France

	1958	1968	1979	1988	1998	2008	2011
ha	8535	11876	17210	21971	25871	28006	30700

Description

Identification signs include:

- the tips of the young shoot have a moderate to dense coat of flat-lying hairs,
- young leaves are green or yellow,
- the shoot has red striped internodes,
- adult leaves are dark or very dark green, whole, 3 or 5-lobed with a slightly open or closed petiole sinus, with lobes

facing one another inwards in a rooster comb shape; short teeth, jagged leaf blade, strongly bubbled and the underside with a sparse coat of flat-lying hairs,
- round-shaped or slightly elliptical shaped berries.

Genetic profile

Microsatellite	VVS2	VVMD5	VVMD7	VVMD27	VRZAG62	VRZAG79	VVMD25	VVMD28	VVMD32
Allel 1	135	225	239	182	188	240	238	216	239
Allel 2	149	236	243	186	194	246	248	235	271

Phenology

Bud burst: 2 days after Chasselas.
Grape maturity: period I, 1/2 to 1 week after Chasselas

Suitability for cultivation and agronomic production

Pinot noir N is particularly adapted to temperate climate zones. This variety is able to express itself and give best results in clay-limestone terroirs. In hot climates, grape maturation is very fast. It is sensitive to sun burn and the berries tend to wilt quickly when over ripe. Pinot noir N is generally trained. It most fully expresses itself when vigor is low to moderate and yields are limited. This variety, which requires careful debudding tends to produce large numbers of grappillons.

Sensitivity to diseases and pests

Pinot noir N is a delicate vine variety and is sensitive to major diseases, particularly downy mildew, rougeot parasites, grey rot (on clusters and leaves), and leaf hoppers.

Technological potential

Grape clusters and berries are very small to small in size. Pinot noir N, under favorable conditions, can produce extremely high quality red wine which can be aged by combining finesse, intensity and aromatic complexity. Sugar accumulation potential is high for a just moderate acidity (sometimes insufficient when ripe) and a color which is oftentimes not very intense, but can be maintained over time. Pinot noir N is likewise used for quality base wine for producing sparkling wine.



Clonal selection in France

The 45 approved Pinot noir N clones carry the numbers 111, 112, 113, 114, 115, 162, 163, 164, 165, 236, 292, 372, 373, 374, 375, 386, 388, 389, 459, 460, 461, 462, 521, 528, 583, 617, 665, 666, 667, 668, 743, 777, 778, 779, 780, 792, 828, 829, 870, 871, 872, 927, 943, 1184 and 1185. Conservatory collections, set up in Alsace, Burgundy (Côte d'Or and Saône-et-Loire) and in Champagne between 1971 and 1995, account for close to 800 clones.

Bibliographic references

- Catalogue des variétés et clones de vigne cultivés en France. Collectif, 2007, Ed. IFV, Le Grau-du-Roi.
- Documentation interne du Domaine de Vassal. 1949-2011, INRA, Marseillan-plage.
- Cépages et vignobles de France, tome 2. P. Galet, 1990, Ed. Dehan, Montpellier.
- Ampélographie. P. Viala et V. Vermorel, 1902-1910, Ed. Masson, Paris.












Description of clones approved in France

Clone number	Identity and availability		Agronomic data		Technical data	
	Origin	Selection	Fertility	Production level	Sugar content	Potential color
	Year approved	Agronomic references	Weight of grape bunches	Vigor	Total acidity	Tannic structure
	Growing surface area		Size of berries	Sensitivity to Botrytis	Aromatic intensity	Oenological aptitudes
111	Côte-d'Or	INRA	medium	medium	medium	
	1971	Bourgogne	medium			fairly tannic structured wines
ENTAV  INRA  Irregular production. Slightly more susceptible to grey rot clone.						
112	Côte-d'Or	ENTAV				
	1971					

Clone number	Identity and availability		Agronomic data		Technical data	
	Origin	Selection	Fertility	Production level	Sugar content	Potential color
	Year approved	Agronomic references	Weight of grape bunches	Vigor	Total acidity	Tannic structure
	Growing surface area		Size of berries	Sensitivity to Botrytis	Aromatic intensity	Oenological aptitudes
ENTAV INRA®						
Small distribution clone						
113	Côte-d'Or	INRA	medium	medium	medium	
	1971	Bourgogne	medium			
	1.42 ha					balanced wines with not very noticeable tannins
ENTAV INRA® Sometimes irregular production level						
114	Côte-d'Or	INRA	medium	medium	medium to high	medium to high
	1971	Bourgogne	low to medium		medium	medium
	1.81 ha		medium			aromatic, distinctive and fairly tannic wines
ENTAV INRA® Sometimes irregular clones with an interesting qualitative potential when blended						
115	Côte-d'Or	INRA	low to medium	medium	medium to high	medium
	1971	Bourgogne Languedoc	low to medium		low to medium	medium to high
	12.64 ha		medium			distinctive, complex wines with good tannic structure
ENTAV INRA® Clone appreciated for its steady production, its agronomic characteristics and the quality of the wines produced. Good capacity for making wines with ageing potential.						
162	Alsace	INRA	medium	medium	medium	
	1972	Alsace	low to medium			
	0.98 ha					adapted to making light red or rosé wines
ENTAV INRA®						
163	Côte-d'Or	INRA				
	1972					
ENTAV INRA®						
Small distribution clone						
164	Côte-d'Or	INRA				
	1972					
ENTAV INRA®						
Small distribution clone						
165	Côte-d'Or	INRA	medium	medium	medium	
	1972	Bourgogne	medium			
	0.39 ha					distinctive wines of the vine variety
ENTAV INRA®						
236	Côte-d'Or	ENTAV	high	high	low	low to medium
	1973	Bourgogne Champagne	medium to high		high	low to medium
	3.51 ha		medium	medium to high		recommended for making sparkling wines
ENTAV INRA® Clone considered as « fairly distinctive » in Champagne						
292	Jura	ENTAV	medium to high	high	low to medium	
	1973	Bourgogne Champagne	high			
	3.96 ha					medium bodied red wines
ENTAV INRA® Can be used for making sparkling wines, but considered « not distinctive » in Champagne.						
372	Jura	ENTAV				
	1975					
ENTAV INRA®						
Small distribution clone						
373	Jura	ENTAV				
	1975					
ENTAV INRA®						
Small distribution clone						

Clone number	Identity and availability		Agronomic data		Technical data	
	Origin	Selection	Fertility	Production level	Sugar content	Potential color
	Year approved	Agronomic references	Weight of grape bunches	Vigor	Total acidity	Tannic structure
	Growing surface area		Size of berries	Sensitivity to Botrytis	Aromatic intensity	Oenological aptitudes
374	Jura	ENTAV				
	1975					
ENTAV INRA®						
Small distribution clone						
375	Saône-et-Loire	ENTAV	medium to high	high	low to medium	low to medium
	1975	Bourgogne Champagne Languedoc	medium to high	medium		medium
	3.92 ha		medium			supple and fruity red wines
ENTAV INRA® Yield need to be controlled. Can be used for making sparkling wines.						
386	Marne	ENTAV	high	medium to high	low to medium	medium
	1975	Bourgogne Champagne Languedoc	medium to high		medium to high	medium
	4.62 ha		medium to high			adapted to making sparkling wines
ENTAV INRA® Fleshy berries. Clone considered as « distinctive » in Champagne.						
388	Marne	ENTAV	high	medium to high	low	
	1975	Champagne	high			
	2.17 ha		high			adapted to making sparkling wines
ENTAV INRA® Clone considered « not distinctive » in Champagne.						
389	Marne	ENTAV	high	medium to high	low	
	1975	Champagne	high			
	2.06 ha		high			adapted to making sparkling wines
ENTAV INRA® Clone considered « not distinctive » in Champagne.						
459	Jura	ENTAV	medium to high	high	medium	medium
	1976	Bourgogne Languedoc	high		medium	medium to high
	2.65 ha		medium to high			wines with balanced and tannic structure
ENTAV INRA® Satisfactory quality is yield is controlled.						
460	Jura	ENTAV				
	1976					
ENTAV INRA®						
Small distribution clone						
461	Côte-d'Or	ENTAV				
	1976					
ENTAV INRA®						
Small distribution clone						
462	Côte-d'Or	ENTAV				
	1976					
ENTAV INRA®						
Small distribution clone						
521	Marne	ENTAV	medium to high	medium to high	medium	
	1976	Champagne	medium to high			
	1.59 ha					adapted to making sparkling wines
ENTAV INRA® Clone considered as « distinctive » in Champagne						
528	Non précisée	ENTAV				
	1976					
ENTAV INRA®						
Small distribution clone						
583	Côte-d'Or	ENTAV	medium to high	medium	medium	medium to high
	1978	Bourgogne Languedoc	low to medium	medium to high	medium	low to medium

Clone number	Identity and availability		Agronomic data		Technical data	
	Origin	Selection	Fertility	Production level	Sugar content	Potential color
	Year approved	Agronomic references	Weight of grape bunches	Vigor	Total acidity	Tannic structure
	Growing surface area		Size of berries	Sensitivity to Botrytis	Aromatic intensity	Oenological aptitudes
0.28 ha					distinctive wines of the vine variety	
ENTAV INRA® «pinot droit» type upright plant growth. Good behaviour in the Languedoc region.						
617	Non précisée 1979	ENTAV				
ENTAV INRA®						
Small distribution clone						
665	Marne 1980 1.37 ha	ENTAV Champagne	high high	high medium to high	low	adapted to making sparkling wines
ENTAV INRA® Clone considered as « fairly distinctive » in Champagne						
666	Marne 1980 1.80 ha	ENTAV Champagne	high high	high	low	adapted to making sparkling wines
ENTAV INRA® Clone considered as « fairly distinctive » in Champagne						
667	Côte-d'Or 1980 3.54 ha	ENTAV Bourgogne	low to medium low to medium medium	medium	medium to high medium	medium medium refined and aromatic wines with good tannic structure
ENTAV INRA® Clone appreciated for its agronomic characteristics and quality of wines produced. Good aptitude for making wines with ageing potential.						
668	Marne 1980 0.74 ha	ENTAV Champagne	high high high	medium to high	low	adapted for making sparkling wines
ENTAV INRA® Clone considered « not distinctive » in Champagne						
743	Marne 1981 1.23 ha	ENTAV Champagne	high high	high	medium	adapted for making sparkling wines
ENTAV INRA® Clone considered « not distinctive » in Champagne						
777	Côte-d'Or 1981 8.27 ha	ENTAV Bourgogne Languedoc	medium low low to medium	low	high low to medium	medium to high medium to high distinctive, powerful and aromatic wines with good tannic structure
ENTAV INRA® Clone appreciated for its agronomic characteristics, the quality and the color of the wines produced. Good aptitude for making wines with ageing potential.						
778	Côte-d'Or 1981	ENTAV				
ENTAV INRA®						
Small distribution clone						
779	Cher 1981 0.77 ha	ENTAV Champagne	medium to high low to medium	medium	medium to high	adapted to making sparkling wines
ENTAV INRA® Clone considered as « distinctive » in Champagne						
780	Marne 1981 0.39 ha	ENTAV Champagne	high high high	medium to high	low	adapted to making sparkling wines
ENTAV INRA® Clone considered as « distinctive » in Champagne						
792	Marne 1984 1.38 ha	ENTAV Champagne	medium to high medium to high	medium to high	medium	adapted to making sparkling wines
ENTAV INRA® Clone considered as « distinctive » in Champagne						
828	Côte-d'Or	ENTAV	medium	low	high	medium to high

Clone number	Identity and availability		Agronomic data		Technical data	
	Origin	Selection	Fertility	Production level	Sugar content	Potential color
	Year approved	Agronomic references	Weight of grape bunches	Vigor	Total acidity	Tannic structure
	Growing surface area		Size of berries	Sensitivity to Botrytis	Aromatic intensity	Oenological aptitudes
1985	Bourgogne	low		medium	medium to high	
3.69 ha		low to medium			distinctive, aromatic, round and balanced wines with good tannic structure	
ENTAV  INRA ® Clone carrier of leaf roll virus2 variant Red Globe. Appreciated for its agronomic characteristics, the quality and the color of wines produced. Good aptitude for making wines with ageing potential						
829	Saône-et-Loire	ENTAV	high	high	low	
	1985	Bourgogne	medium to high			
	0.10 ha					distinctive wines of the vine variety
ENTAV  INRA ®						
870	Marne	ENTAV	medium to high	medium to high	medium	
	1986	Champagne	medium to high			
	0.99 ha					adapted to making sparkling wines
ENTAV  INRA ® Clone considered «distinctive» in Champagne						
871	Marne	ENTAV	medium to high	high	low	
	1988	Champagne	high			
	0.95 ha					adapted to making sparkling wines
ENTAV  INRA ® Clone considered «distinctive» in Champagne						
872	Marne	ENTAV	medium to high	medium to high	medium	
	1989	Champagne	medium to high			
	0.64 ha					adapted to making sparkling wines
ENTAV  INRA ® Clone considered «distinctive» in Champagne						
927	Cher	ENTAV	medium to high	medium	medium to high	
	1988	Champagne	low to medium			
	0.57 ha					adapted to making sparkling wines
ENTAV  INRA ® Clone considered «distinctive» in Champagne						
943	Côte-d'Or	ENTAV	medium	low	high	medium to high
	1989	Bourgogne	low		low to medium	medium to high
	0.72 ha		low to medium			colorful and concentrated wines
ENTAV  INRA ® More drooping plant growth. Use with care due to particular behaviour depending on the vintage.						
1184	Saône-et-Loire	CA71 - IFV	low to medium	medium	medium to high	medium to high
	2012	Bourgogne	low		medium	medium to high
			medium	medium		wines appreciated for their color and mouth structure
ENTAV  INRA ® Lower production level. Color intensity higher than average						
1185	Saône-et-Loire	CA71 - IFV	medium to high	low	medium to high	high
	2012	Bourgogne	low		medium	medium to high
			low	low		wines appreciated for their color, aromatic complexity and mouth feel quality
ENTAV  INRA ® Lower production level. Color intensity higher than average Clone susceptible to millerandage						
1196	Saône-et-Loire	CA71 - IFV	medium to high	medium	high	high
	2013	Bourgogne	medium		medium	
			medium	low		structured wines with complex and distinctive Pinot Noir aromas
ENTAV  INRA ® Lower production level. Color intensity higher than average Clone slightly susceptible to millerandage but less than 1185.						
1197	Saône-et-Loire	CA71 - IFV	medium	medium	high	medium to high
	2013	Bourgogne	medium to high		medium	
			medium	medium	high	wines appreciated for their olfactory intensity and tannin suppleness.
ENTAV  INRA ® Lower production level. Olfactory intensity higher than average Upright growth						

XI. Ontwikkelingsstadia van de druivenplant


Stades phénologiques repères de la vigne

Auteurs: Bernard Bloesch et Olivier Viret, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, 1260 Nyon


Agroscope | AMTRA

0 Débourrement


Bourgeon d'hiver
00 (A)




La vigne pleure
00-01 (A)




Gonflement du bourgeon
01 (A)



Bourgeon dans le coton
05 (B)




Pointe verte
09 (C)




1 Développement des feuilles

Sortie des feuilles
10 (D)




Développement des feuilles
11 (D-E)




Première feuille étalée et quatre de la pousse

12 (E)




Deuxième feuille étalée

13 (E)



Trois feuilles étalées


14 (E-F)




Quatre feuilles étalées, stade 53 possible

5 Apparition des inflorescences


Grappes nettement visibles
53 (F)



Boutons floraux agglomérés
55 (G)




Boutons floraux séparés
57 (H)




6 Floraison


Début floraison
61




Floraison
62-63



Pleine fleur
65 (I)




Fin de la floraison
67-69




7 Développement des fruits


Nouaison
71 (J)




Développement des baies
73



Développement des baies (stade petit pois)
75 (K)




Fermeture de la grappe
77 (L)




8 Maturation des baies


Début véraison
81 (M)



Véraison
83-85



Pleine maturité
89 (N)



Stades

0 = Débourrement
1 = Développement des feuilles
5 = Apparition des inflorescences
6 = Floraison
7 = Développement des fruits
8 = Maturation des baies

Code BBCH		Code Bagnolini	
00 → 09	(A → C)	00 → 09	(A → C)
10 → 14	(D → F)	10 → 14	(D → F)
53 → 55	(F → H)	53 → 55	(F → H)
61 → 69	(I)	61 → 69	(I)
71 → 77	(J → L)	71 → 77	(J → L)
81 → 89	(M → N)	81 → 89	(M → N)

Photographies: Georgio Skory

Source:
• Bagnolini M., 1952. Les stades repères dans le développement annuel de la vigne et leur utilisation pratique. *Revue suisse de viticulture et d'œnologie* 8 (1), 4-6.
• Lenczner P. D., Böhndler H., Van Den Boom T., Langhader P., Stamm P., Weber E. & Wittmannberger A., 1991. A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Ann. Appl. Biol.* 119: 563-605.
• Bloesch B. & Viret O., 2008. Stades phénologiques repères de la vigne. *Revue suisse Vit., Arboric., Hortic.* 40 (1), 1-9.

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'Agriculture DE
Stazione di ricerca
Agroscope Changins-Wädenswil ACW

XII. Afkortingen en begrippenlijst

Adcc: Adaption au changement climatique en Bourgogne
Ademe: Agence de L'environnement et de la Maîtrise de l'énergie
AOC: Appellation d'origine contrôlée
AOP: Appellation d'origine protégée
ATVB: Association Technique Viticole de Bourgogne
BIVB: Bureau Interprofessionnel des Vins de Bourgogne
CRECEP: Coördination des Recherches sur chardonnay et pinot noir
ETo: Evapotranspiratie
GEST: Le Groupement d'Etude et de Suivi des Terroirs
INAO: Institut National des Appellations d'Origine
INRA: Institut National de la Recherche Agronomique
IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change
NB: Noorderbreedte
OIV: Organisation Internationale de la Vigne et du Vin
ONERC: Observatoire National sur les Effets du Rechauffement Climatique
Pers Comm: Persoonlijke Communicatie
PRD: Partial root drying
RCP: Representative Concentration Pathways
RDI: Regulated deficit irrigation
SDI: Sustained deficit irrigation
WOSA: Wines of South Africa
WU&R: Wageningen Universiteit & Research
ZB: Zuiderbreedte

Ampelografie: de wetenschappelijke beschrijving van de wijnstokken

Anthocyanen: Soort gerelateerde kleur- pigmentstoffen die vooral in de epidermiscellen voorkomen van planten en behoren tot de flavonoïden

Botrytis: Schimmel die in vochtige omstandigheden de schil van druiven aantast

Canopymanagement: Loofwandbeheer

Climats: zijn strak afgetekende stukken wijngaard, percelen, met specifieke geografische en klimatologische kenmerken bewerkt door de wijnbouwers van generatie op generatie.

Coulure: Ziekte waarbij de vruchtzetting van de druif wordt verstoord

Débourrement: uitbotten van de plant

Evapotranspiratie: De totale verdamping van een begroeid oppervlak, ofwel de som van evaporatie (verdamping) van water uit de bodem en transpiratie van water uit de planten

Fanleaf virus: Dit virus veroorzaakt chlorose (een gebreksziekte bij druiven die het blad geel kleurt, terwijl de nerven groen blijven) in het blad en vermindert de kwaliteit van het fruit

Flavescence dorée: Dit is een bacteriële ziekte, die door een van oorsprong Amerikaans insect (cicade) wordt verspreid

Floraison: bloei van de druivenplant

Fotosynthese: Het proces waarin koolstofdioxide (CO₂) en water worden omgezet in suikers en zuurstof onder invloed van licht. Energie wordt hierbij opgeslagen.

Leafhoppers: Plantenetende insecten die het blad en steeltjes aantast

Leafroll virus: Bladkrulziekte veroorzaakt door een virus

Methoxypyrazine: In de schil van bepaalde druivenrassen aangemaakte primaire aromastoffen, die vrijkomen tijdens de vinificatie

Millerandage: Ongelijkmatige vruchtzetting, als gevolg van gebrekkige bevruchting, gekenmerkt door grote en kleine druiven aan eenzelfde tros

Mutatie: aanpassing aan lokale omstandigheden

Nouaison: vruchtzetting van de druivenplant

Partial root drying (PRD)

De gedeeltelijke worteluitdroging of 'Partial Root Drying' is een irrigatietechniek waarbij water wordt gegeven aan één kant van de wortels en die omschakelt naar de andere kant van de wortels na een vaste periode van een aantal dagen. De voornaamste doelstelling van deze techniek is het totaal waterverbruik te reduceren zonder de opbrengst te verkleinen en de kwaliteit van de druiven te verbeteren.

Het wortelstelsel geeft middels planthormonen een signaal af aan de plant indien er sprake is van waterstress. Dit veroorzaakt een afname van groeikracht en het sluiten van de stomata.

Phylloxera-crisis: Aan het eind van de 19^{de} eeuw verwoestte de druifluus (phylloxera), van oorsprong afkomstig uit Noord-Amerika, bijna alle wijngaarden van Europa en bedreigde de nieuwe wereld

Respiratie: Het complexe proces waarbij door de plant opgeslagen energie vrijkomt. Suikers (Glucose) worden hierbij afgebroken onder invloed van zuurstof om water en CO₂ te produceren. In vergelijking met fotosynthese zijn er bij respiratie verschillende enzymen betrokken en komt er energie vrij ipv dat deze wordt opgeslagen wat bij fotosynthese gebeurt

Regulated deficit irrigation (RDI)

Tijdens de ontwikkeling van de druivenplant zorgt het gecontroleerd irrigatiesysteem voor specifieke momenten van droogte. Dit wordt mogelijk gemaakt door tijdens een gegeven tijdsperiode de druivenplant niet van water te voorzien. Een bepaalde mate van droogtestress vermindert de groeikracht en stimuleert de kwaliteit van de druiven.

Reproductieve cyclus: De voortplantingsfase van de druivenplant

Stomata: Huidmondjes

Sustained deficit irrigation (SDI)

Het gecontroleerde irrigatiesysteem zorgt tijdens de ontwikkeling van de druivenplant voor een constante droogtestress.

Tannine: Dit is een verzamelnaam voor chemische verbindingen. Tannines zijn polyfenolen. De stoffen zijn van invloed op de smaak, kleur en structuur van o.a. wijn

Transpiratie: Verdamping van water, wat door de wortels naar de bladeren is getransporteerd

Vegetatieve cyclus: De groeicyclus van de druivenplant met een gemiddeld aantal dagen tussen de bloei en de maximale rijpheid

Véraison: verkleuring van de druif

Ziekte van Pierce: De bacterie overgebracht door een insect genaamd glassy-winged sharpshooter tast de houtvaten aan, waardoor het hout afsterft en soms de gehele druivenplant