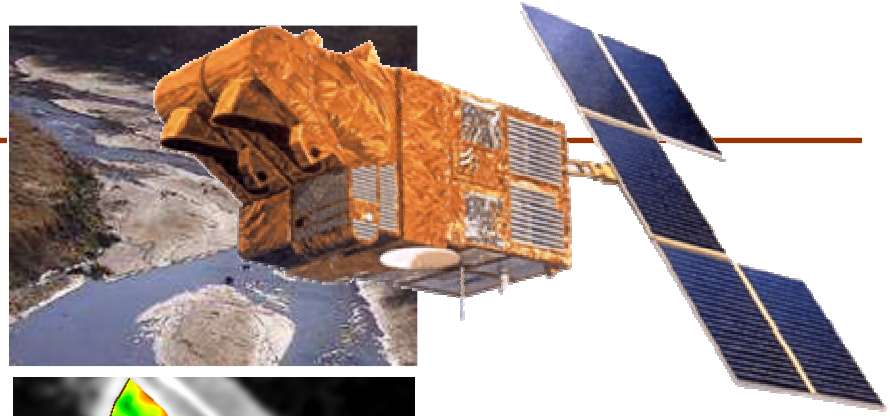
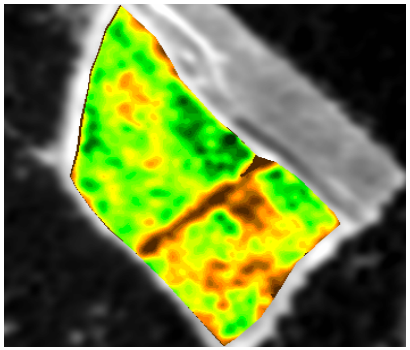




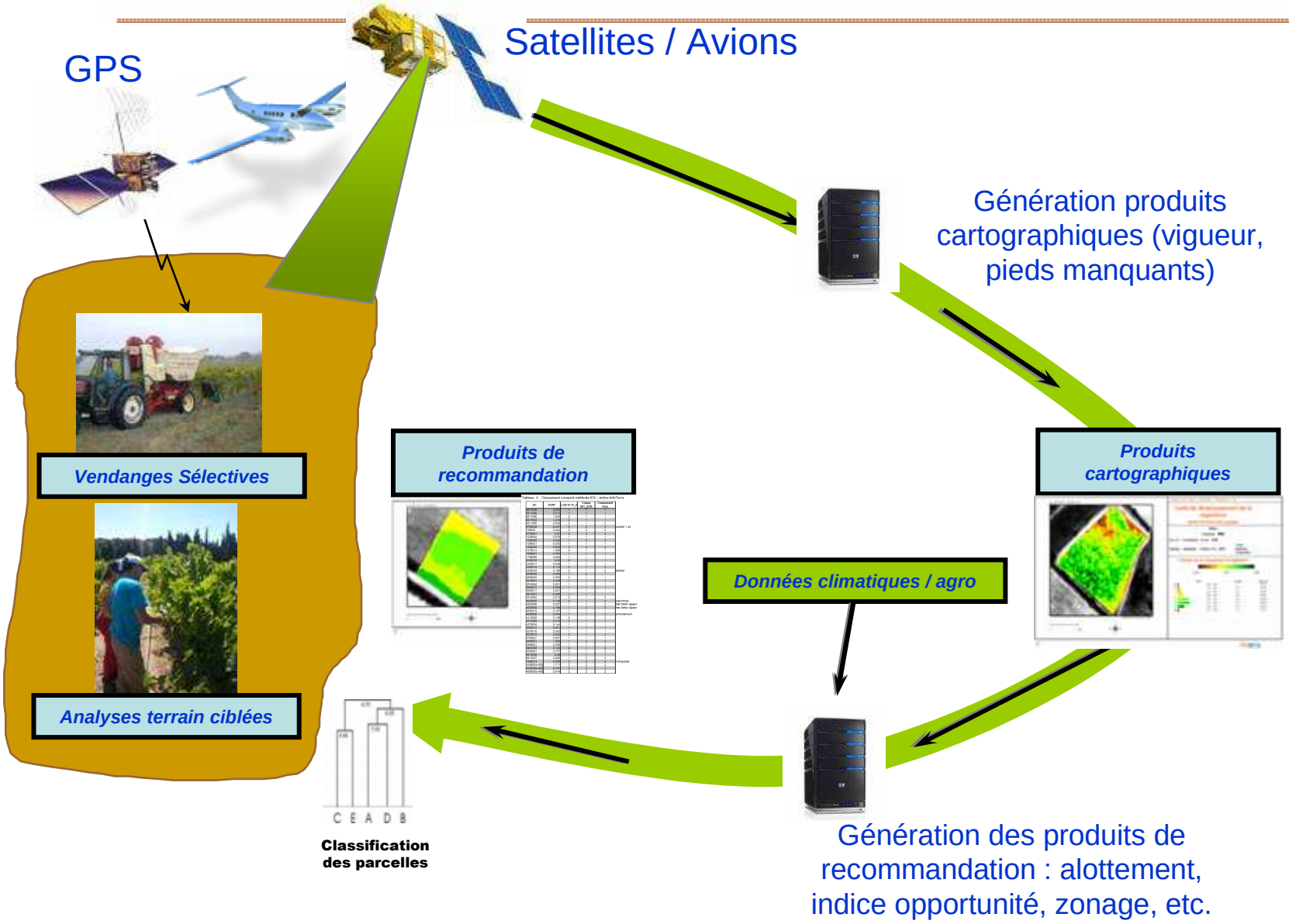
Imagerie aérienne: application à la caractérisation des vignobles

Jacques ROUSSEAU
www.icv.fr

Une démarche innovante en viticulture

- Développée par ICV et INFOTERRA
  - ICV (Institut Coopératif du Vin), société de conseil technique dans la filière viticole.
  - INFOTERRA, société de service en géo-information, leader Européen des services à l'agriculture par télédétection.
- Le fruit d'un programme de recherche collaborative
  - Programme VINNOTEC
  - Partenariat avec Sup'AGRO Montpellier, CEMAGREF et INRA
  - Labellisé Q@limed (pôle de compétitivité LR)
  - Soutien financier Région LR, Etat, UE

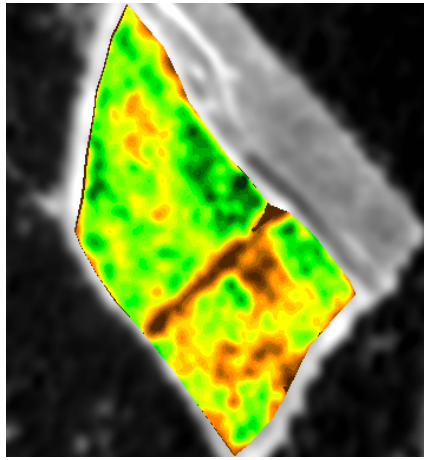
La boucle des opérations



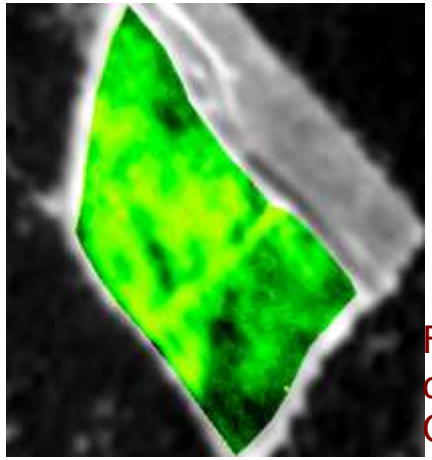
L'innovation: adapter l'imagerie aérienne à la filière viticole

- Utilisation de tous types d'image aériennes: satellite, avion ou ULM
- Une prise de vue précoce avant véraison
- Des images à résolution optimisée (1 m/pixel)
- Des produits adaptés aux besoins, disponibles à partir de la véraison
    - *Pour optimiser le prix de revient et améliorer la valorisation*

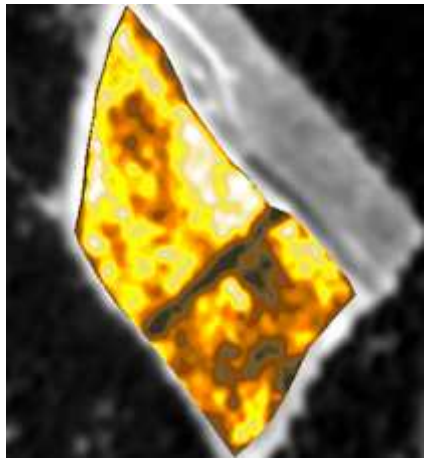
L'innovation: un traitement automatisé permettant de calculer simultanément plusieurs indices



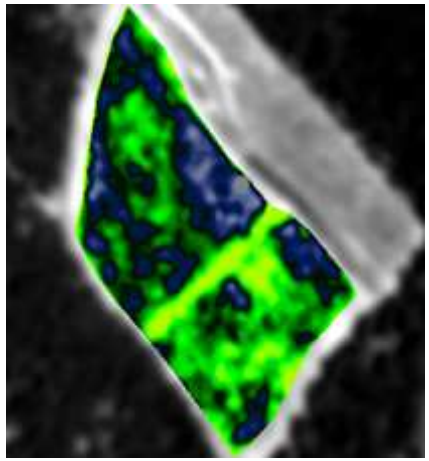
Couvert vert GLCV



Facteur d'ombrage CSH



Couvert brun BLCV



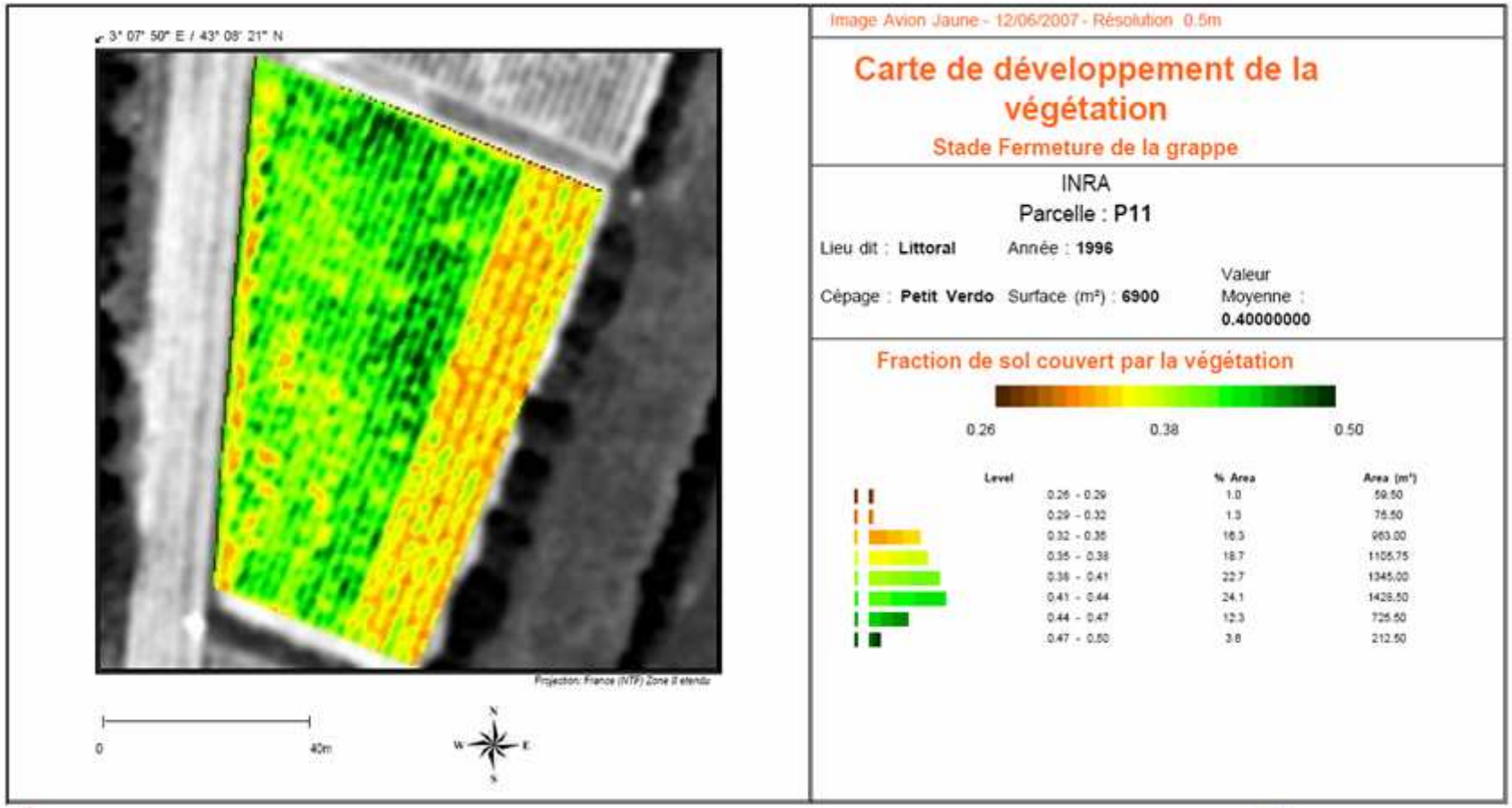
Indice chlorophylle

1 - Des outils nouveaux pour caractériser le vignoble

- Des cartes et des images pour
  - Repérer rapidement les zones d'intérêt
  - Adapter les pratiques culturales à l'intérieur de la parcelle
  - Enrichir les systèmes d'information géographiques

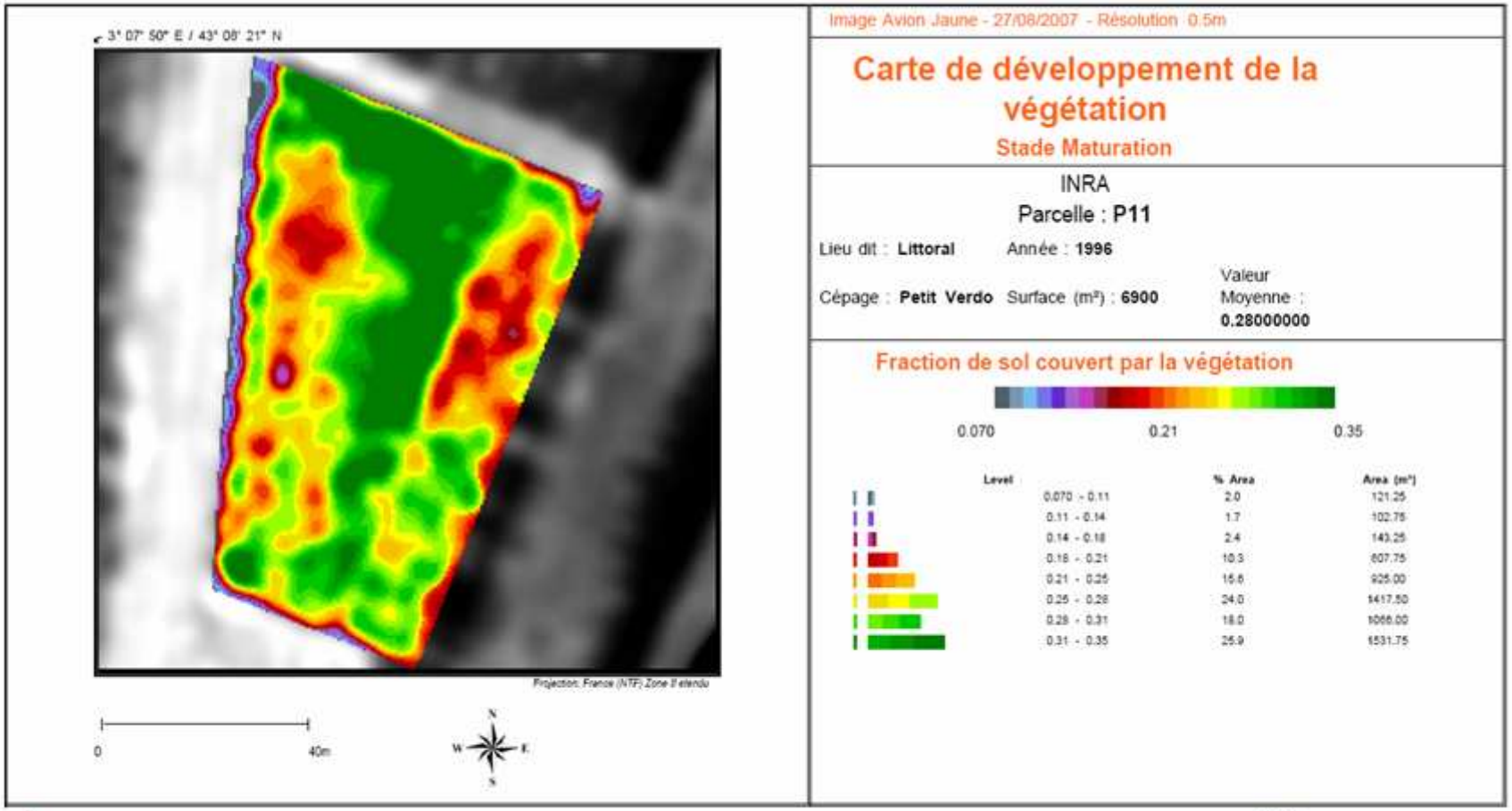
- Des indices pour caractériser rapidement les parcelles
  - Fraction de couvert végétal
  - Homogénéité de la parcelle

Carte de vigueur (résolution native, effet de rang visible)



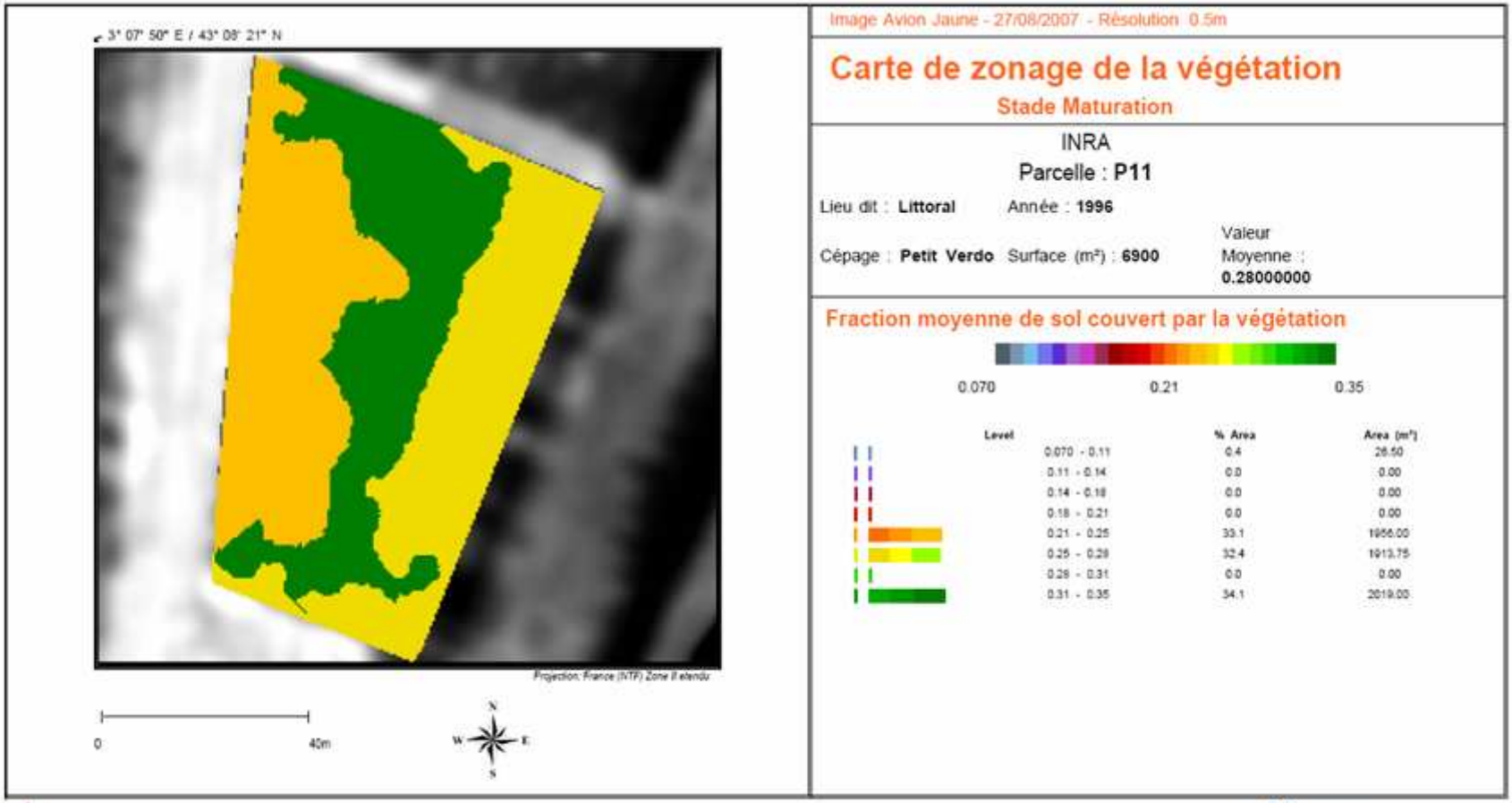
Une résolution élevée pour une grande précision

Carte de vigueur (résolution adaptée pour étude zonage)



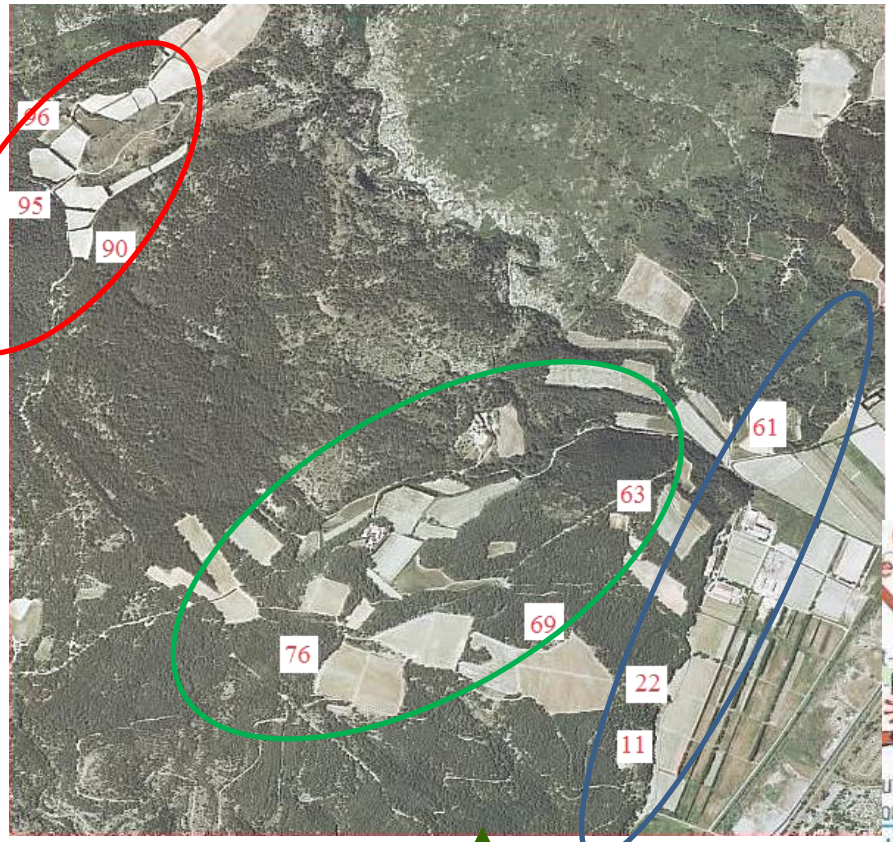
Une résolution optimisée pour un meilleur rapport prix/qualité

Carte de vigueur (zonage pour la gestion parcellaire)



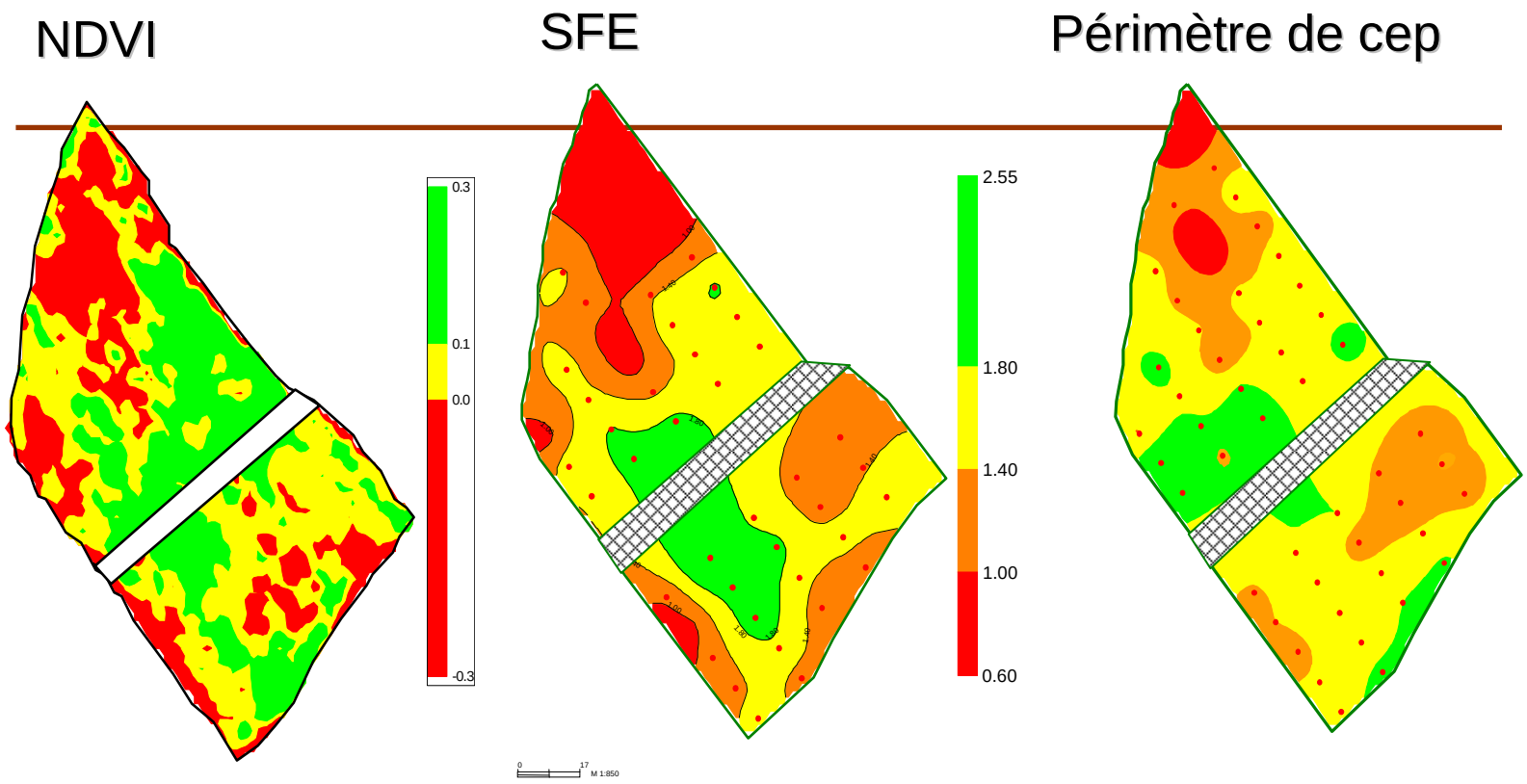
Des sous unités de gestion exploitables, prenant en compte le sens des rangs

2- Que représentent les indices de végétation sur le plan viticole? Bilan des essais à l'INRA Pech rouge 2006-2007



11 parcelles d'étude, 3 points par parcelles

Nom de la parcelle	Numéro de la parcelle	cépage	superficie	Age de la vigne	écartement	espacement	Type de vin produit
Merlot de Vinassan	OM110701	Merlot	2.17 ha	16 ans	2.5 m	1m	Vin de Pays (VDP) d'Oc
Chardonnay de Vinassan	OM112502	Chardonnay	2.6 ha	21 ans	2m	1.25m	VDP d'Oc
Bedarde IV	PC 11	Petit Verdot	0.69 ha	10 ans	2.5m	1m	VDP de l'Aude
Bedarde II et III	PC 22	Syrah	1.72 ha	11 ans	2.5m	1m	VDP de l'Aude
Revel	PC 61	Carignan	1.05 ha	19 ans	2.5m	1m	VDP de l'Aude
Syrah Villa	PC 63	Syrah	1.14 ha	16 ans	2.5m	1.1m	AOC
Bellevue	PC 69	Mourvèdre	1.65 ha	17 ans	2.5m	1m	AOC
Syrah Israël	PC 76	Syrah	1.33 ha	15 ans	2.5m	1m	AOC
Muscat	PC 90	Muscat	0.42 ha	39 ans	2.25m	1.5m	Vin Doux Naturel (VDN)
Carignan Vieux	PC 95	Carignan	0.81 ha	40 ans	2.25m	1.5m	AOC
Grenache Vieux	PC 96	Grenache	0.7 ha	40 ans	2.25m	1.5m	AOC

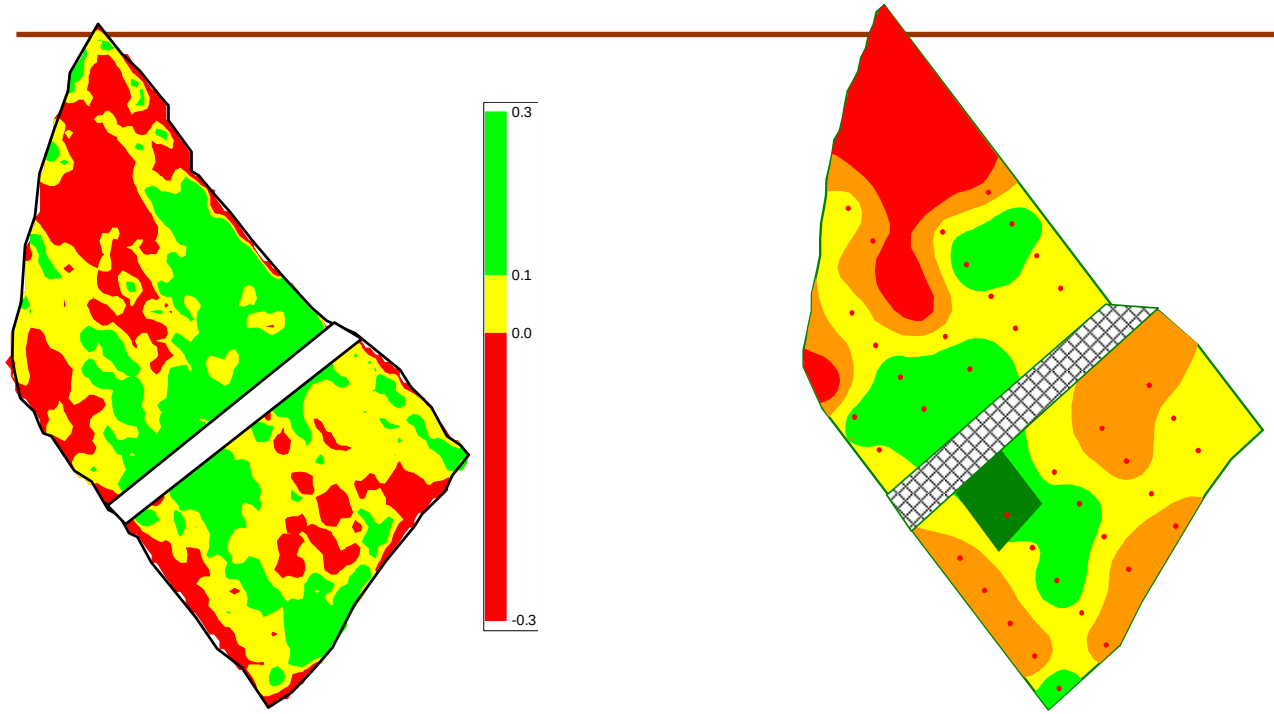


Zone 1	Très élevé
Zone 2	Elevé
Zone 3	Moyen
Zone 4	Faible

Source : Tisseyre et al., 2007

NDVI

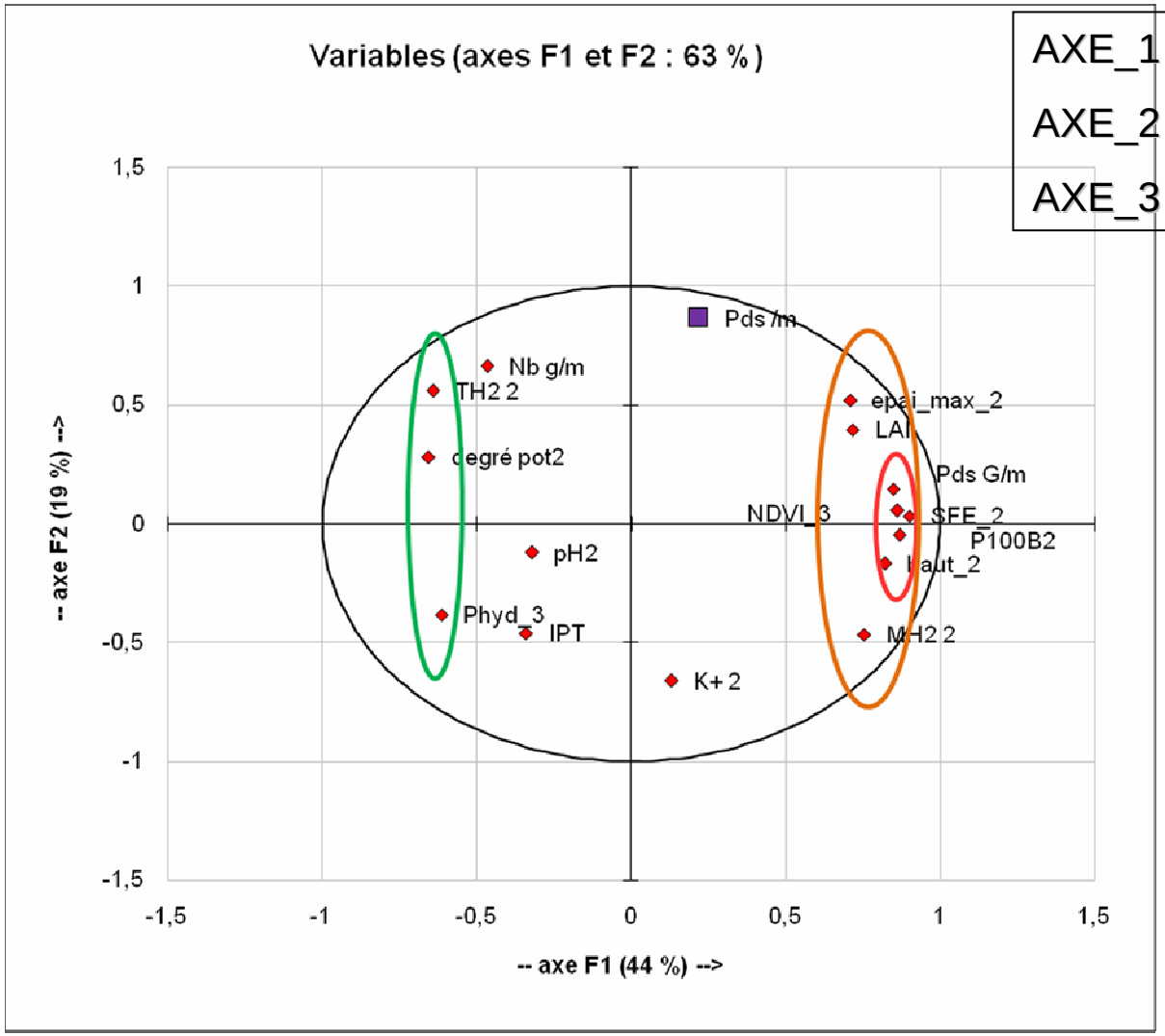
Potentiel hydrique



Sources : Inra Pech rouge, Montpellier SupAgro, Tisseyre et al., 2007

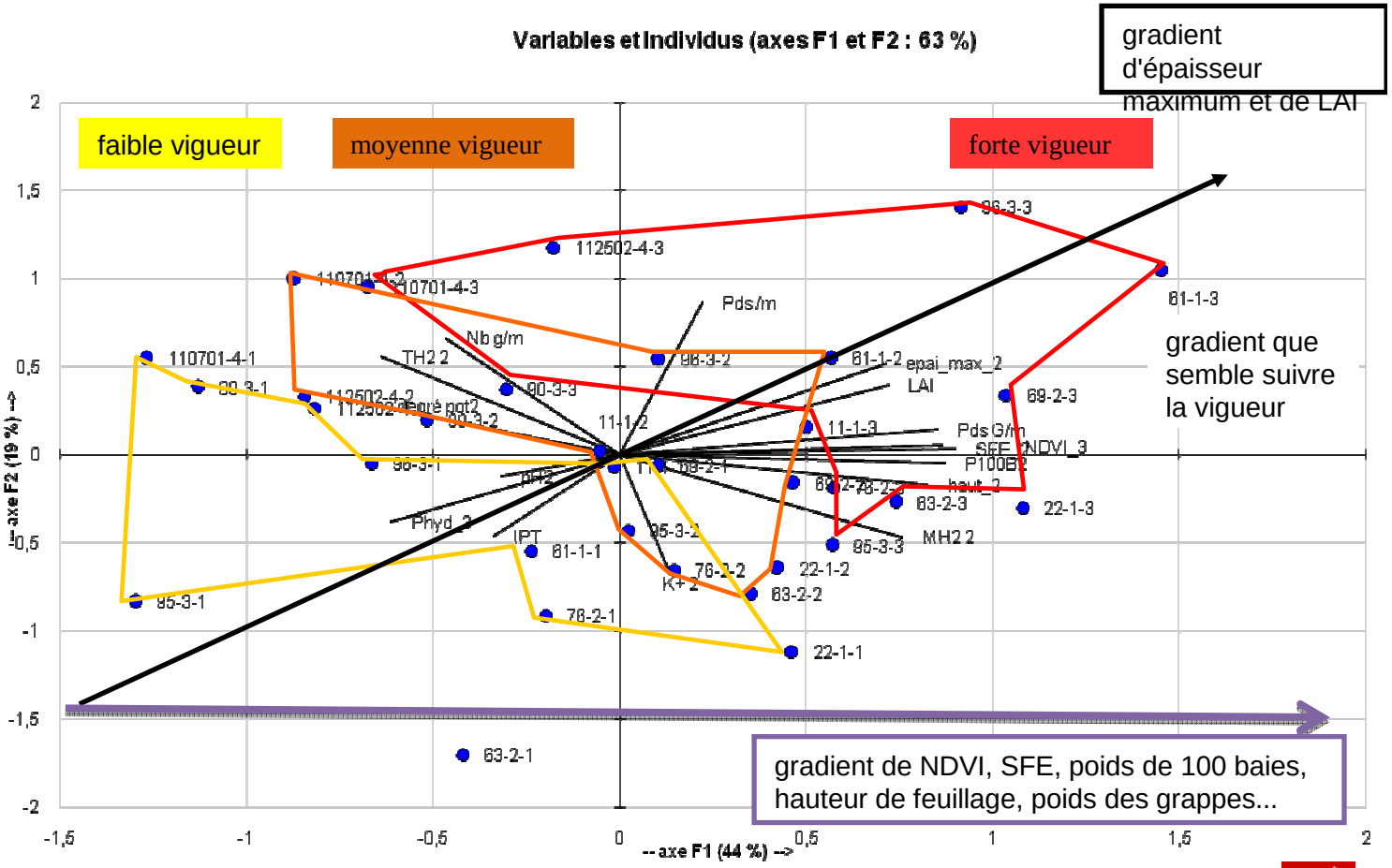
Zone 0	Irrigation
Zone 1	Basse restriction hydrique
Zone 2	Moyenne restriction hydrique
Zone 3	Haute restriction hydrique
Zone 4	Très haute restriction hydrique

ACP: Mise en évidence de corrélations entre les variables



Source : Rousseau et al., 2008

Discrimination des individus par zone de vigueur

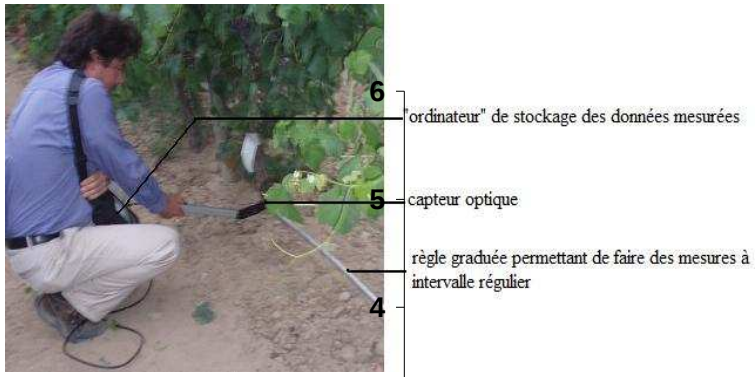


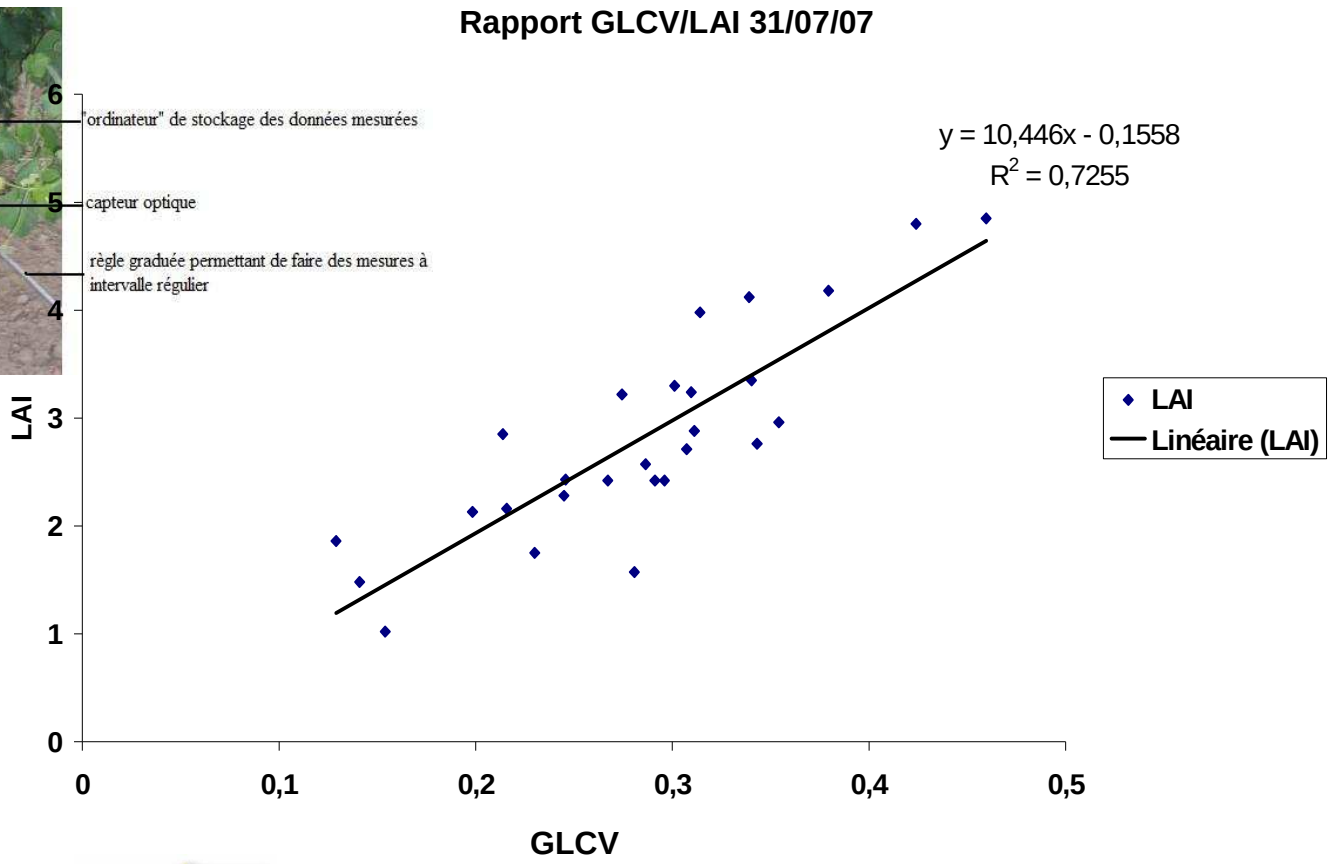
Coefficients de corrélations avec GLCV

Paramètre	Coefficient de corrélation (r^2)
LAI	0.72
SFE	0.64
Concentration en acide malique	0.47
Poids de 100 baies	0.42
Potentiel foliaire de base	0.42
Concentration en acide tartrique	0.39
Poids de 20 grappes	0.27
Acidité totale	0.18
Rapport S/AT	0.19
Indice des polyphénols totaux	0.19

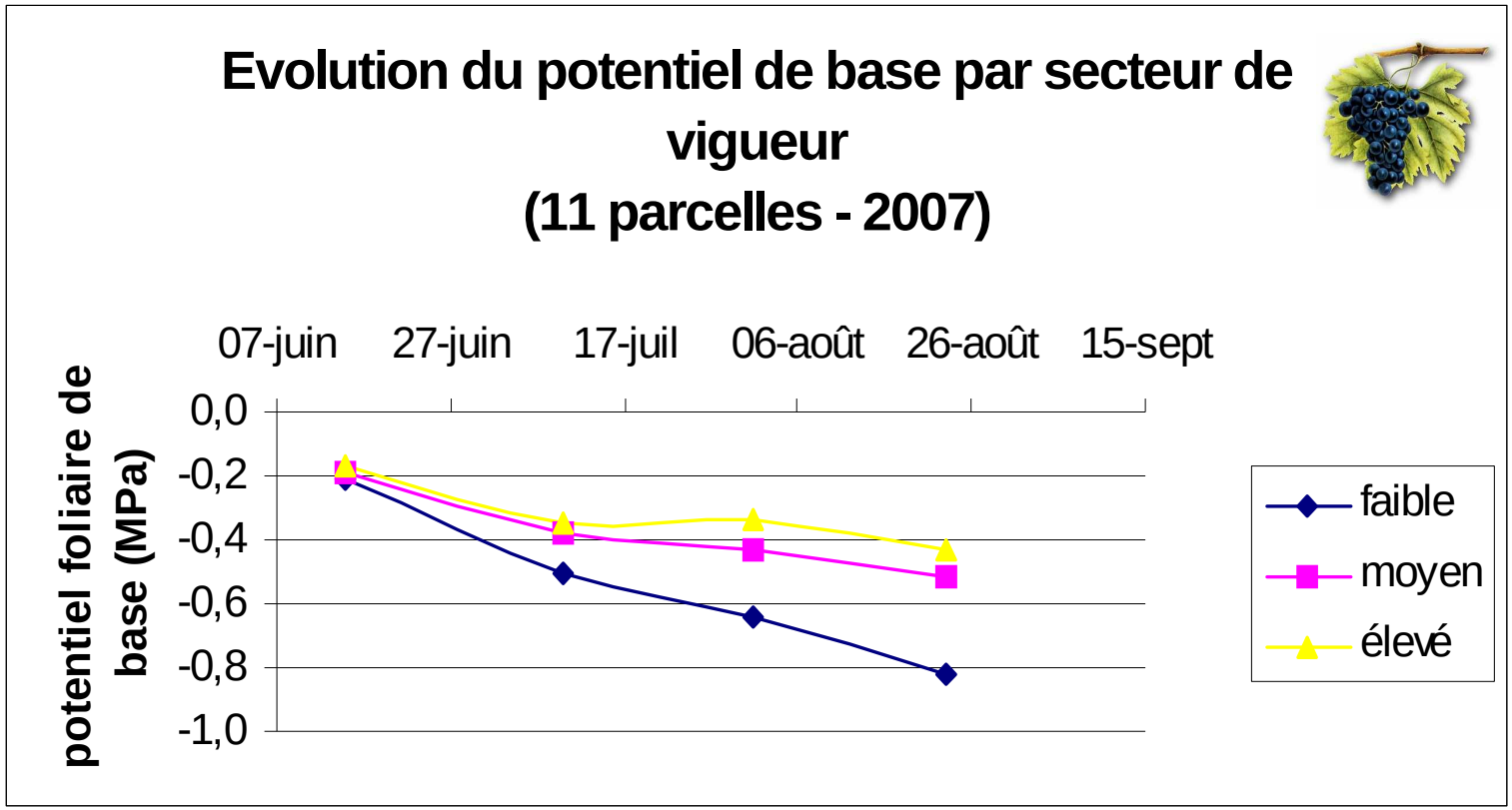
Source : Rousseau et al., 2008

Le GLCV est très fortement corrélé avec le LAI et la surface foliaire



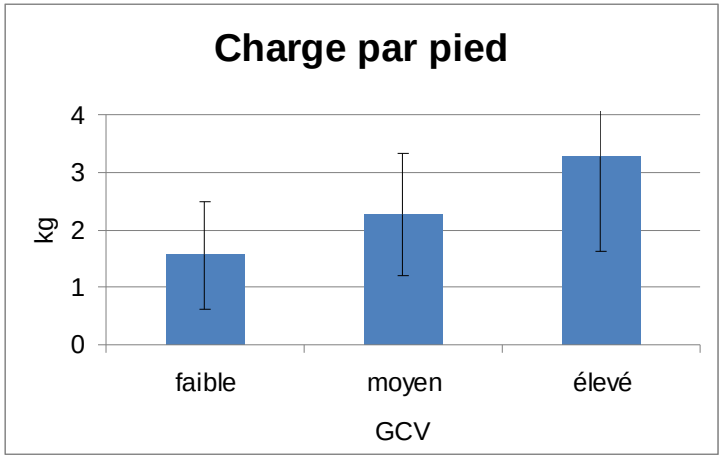


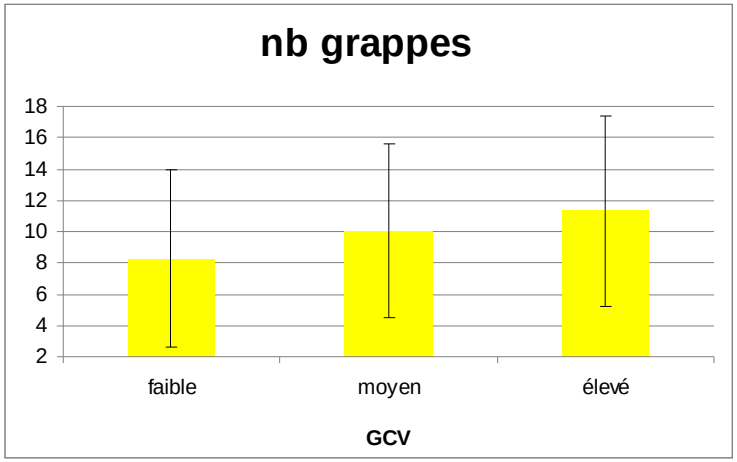
Les secteurs à faible GLCV sont les plus sensibles au rationnement hydrique

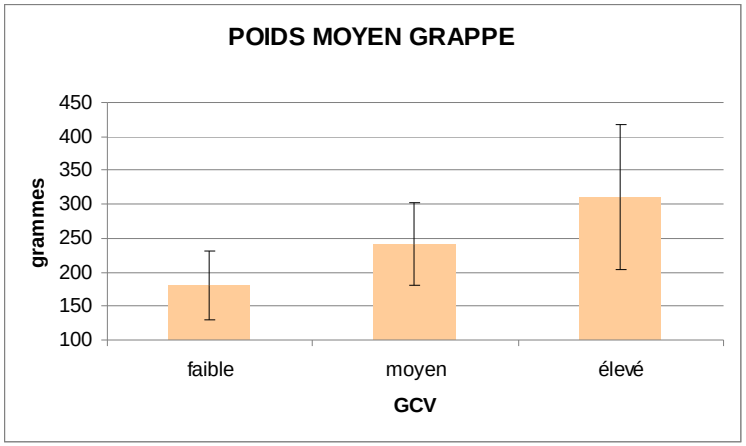


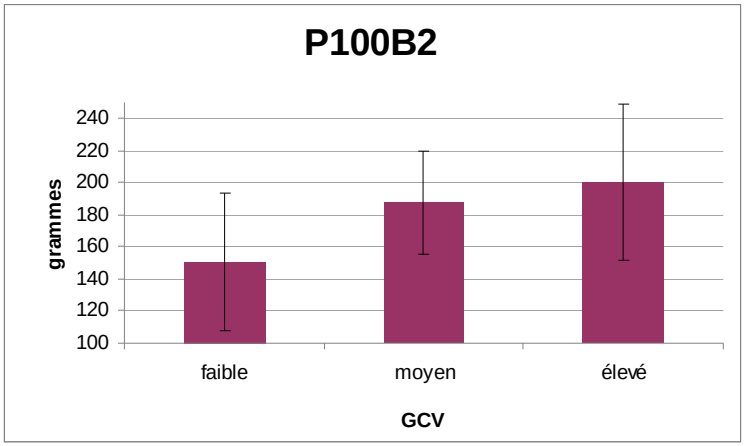
Lien indirect: le rationnement hydrique est le principal facteur explicatif de la vigueur

Les composantes du rendement augmentent en fonction du niveau de GLCV

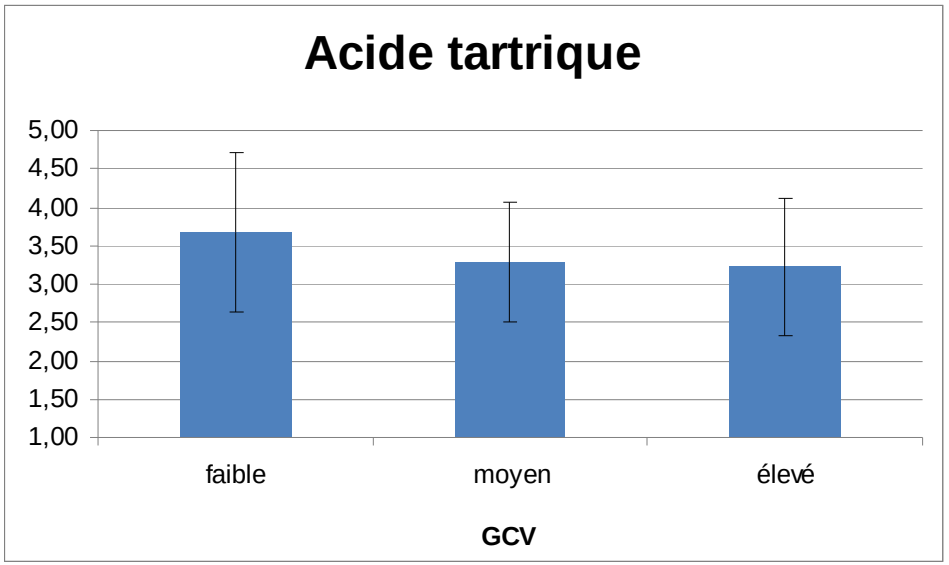


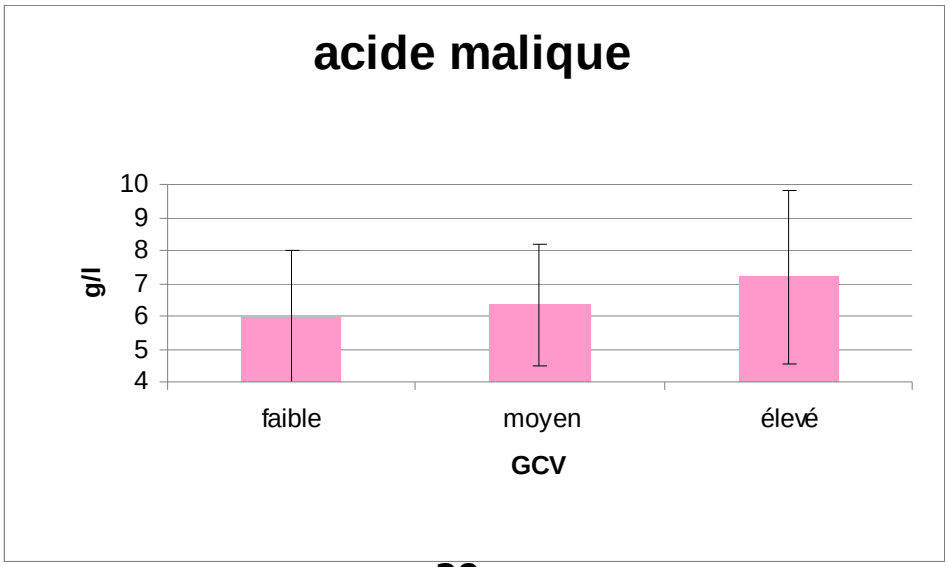




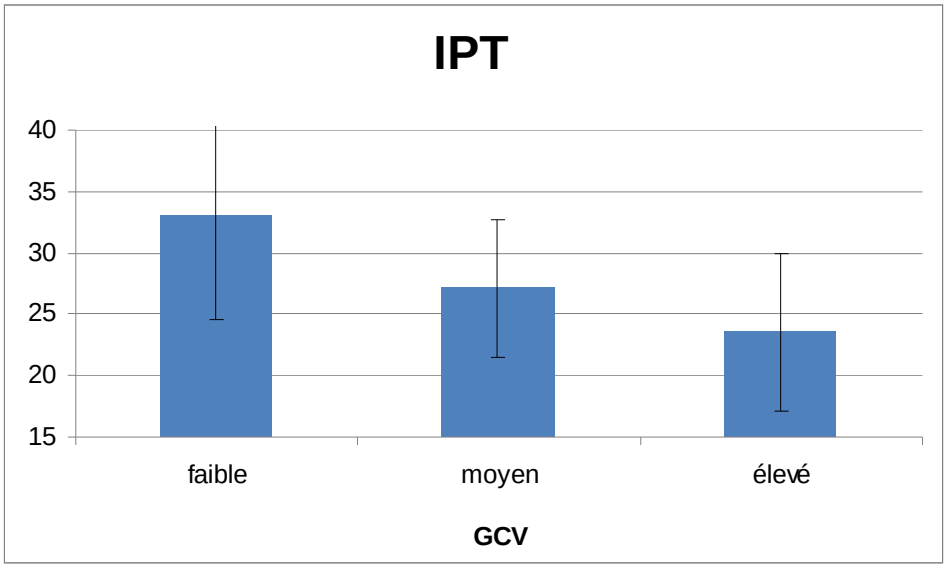


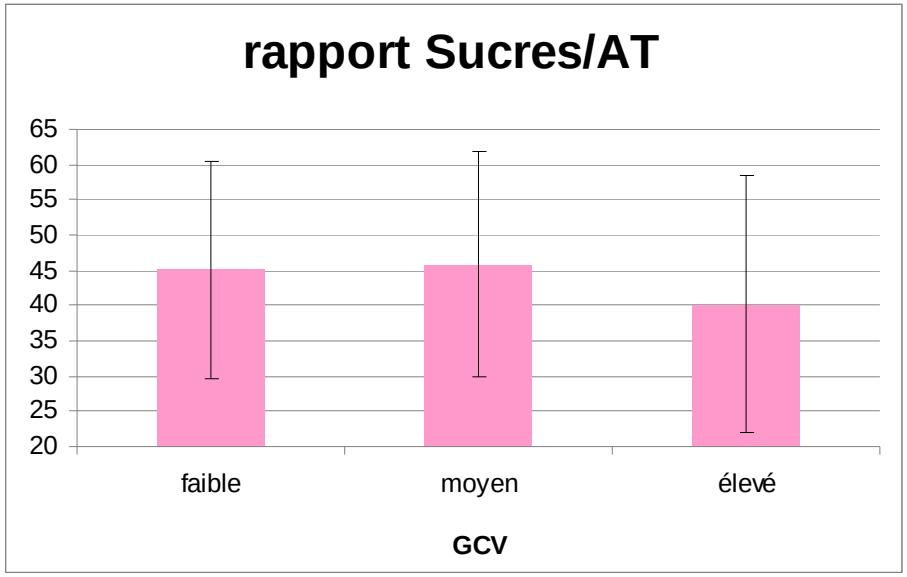
La concentration en acide tartrique diminue, celle en acide malique augmente avec le GLCV



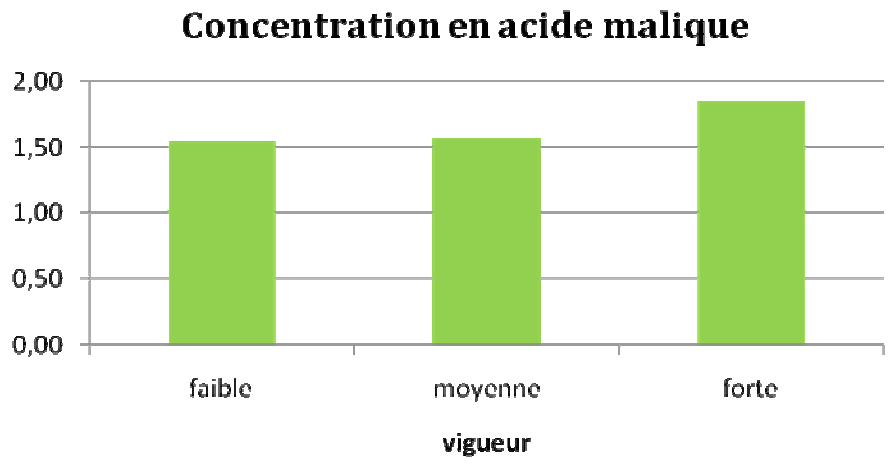


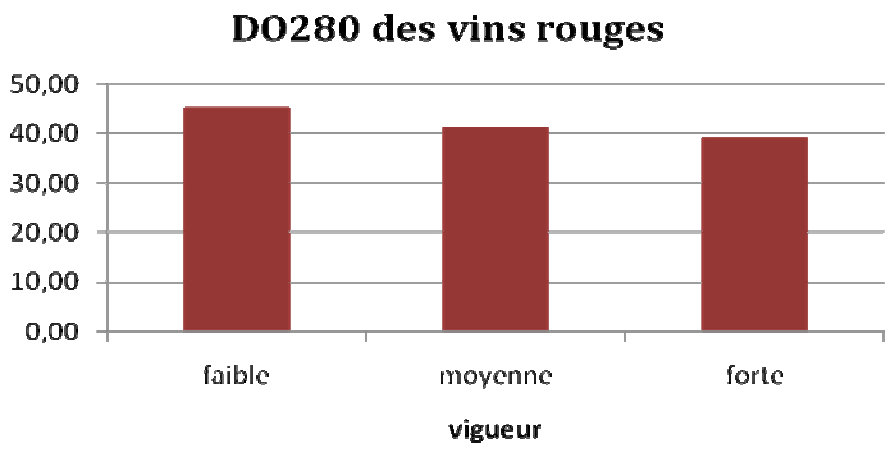
Les polyphénols totaux diminuent avec le GLCV. Le rapport sucres/acidité est indépendant



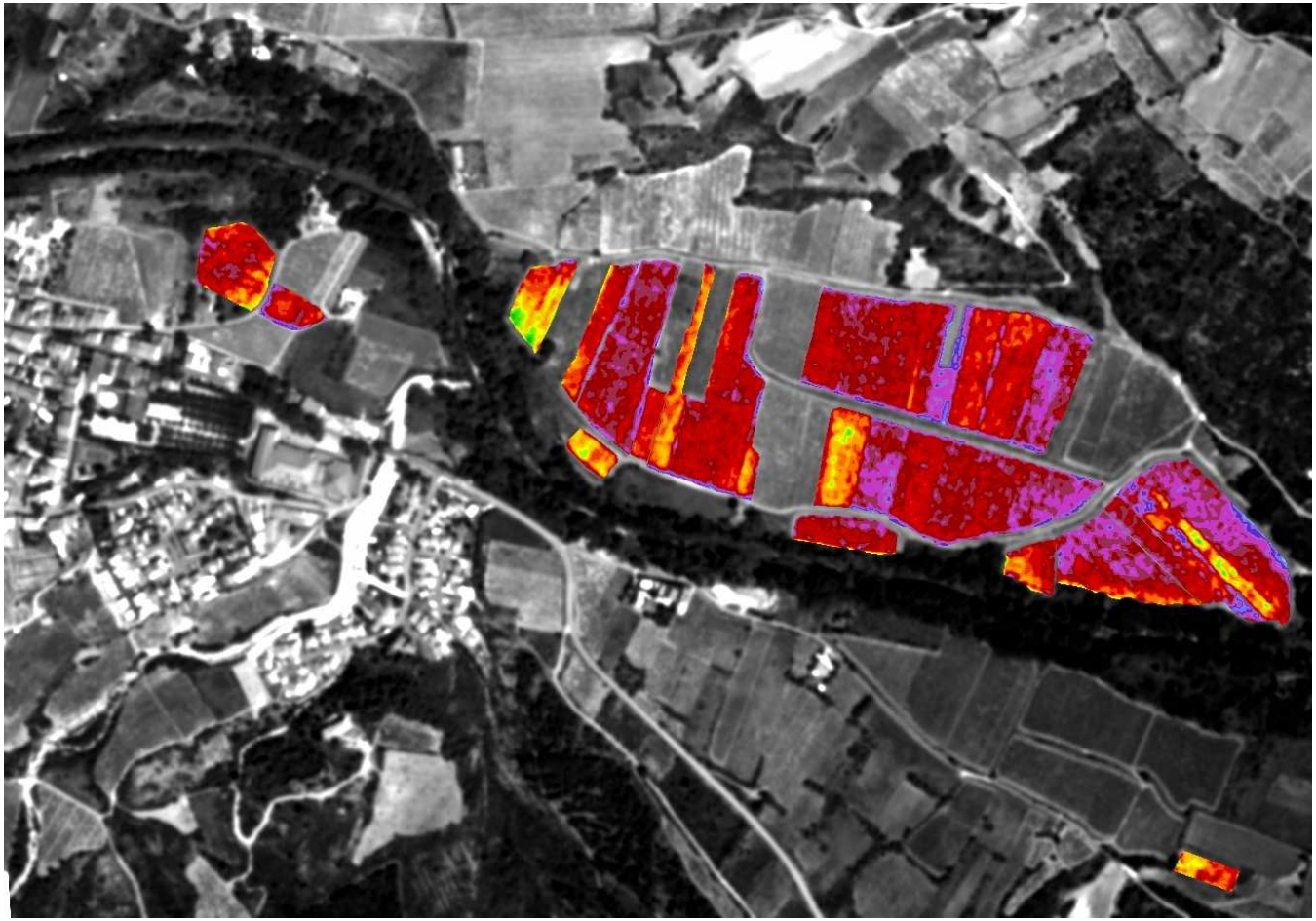


Les différences se retrouvent dans les vins, surtout au niveau de l'IPT et de l'acide malique





Des images d'ensemble pour observer les terroirs



3 – Application pratique: Valorisation des parcelles

- Amélioration des procédures d'échantillonnage

- Amélioration des itinéraires techniques

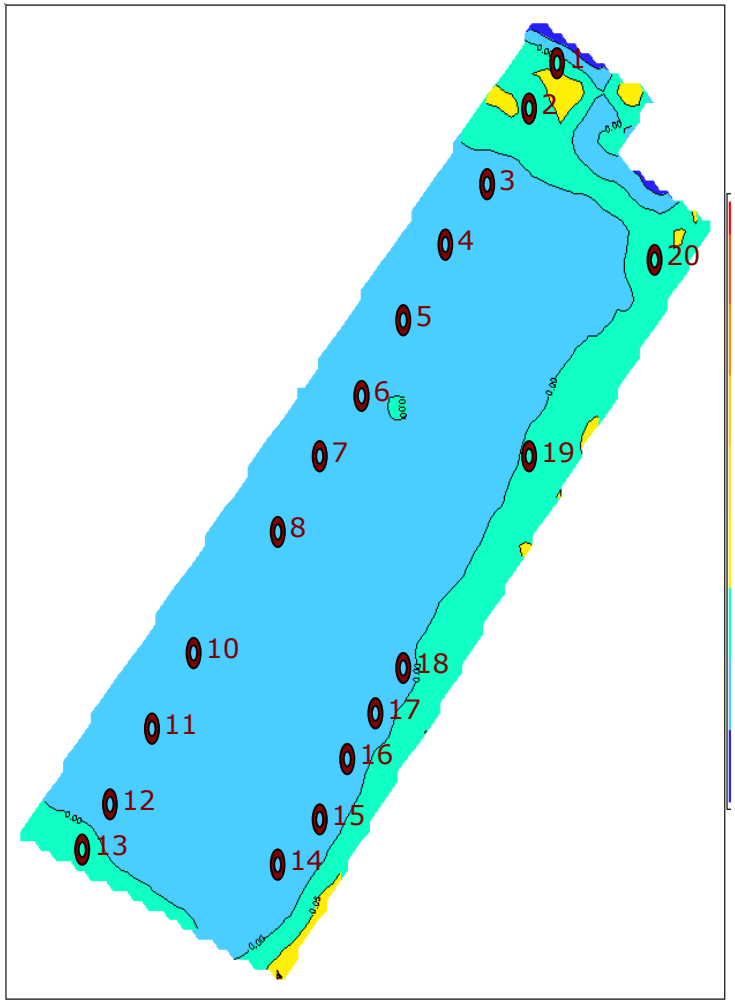
- Cartes de vendange

Amélioration des procédures d'échantillonnage

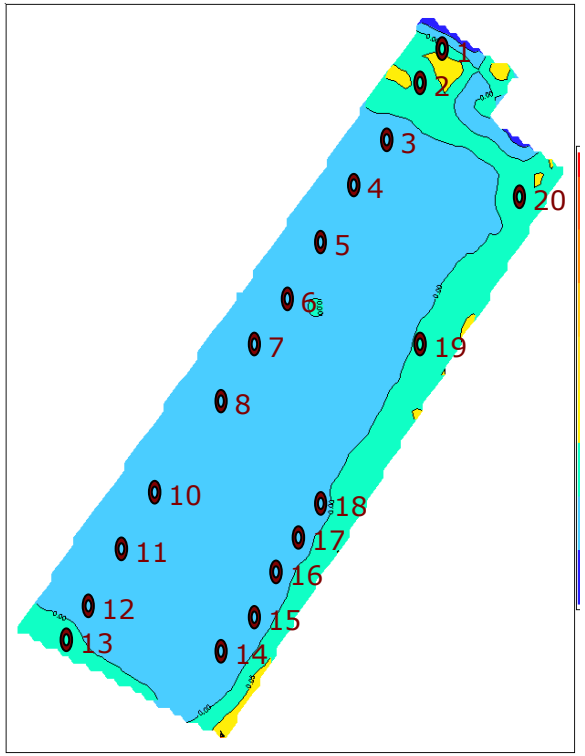
Zone	Importance	Nb de points
BLEUE	77 %	15
VERTE	21 %	4
JAUNE	2%	1

1 . Parcours optimisé sur 2 rangs

2. Détermination pondérée des points de prélèvements



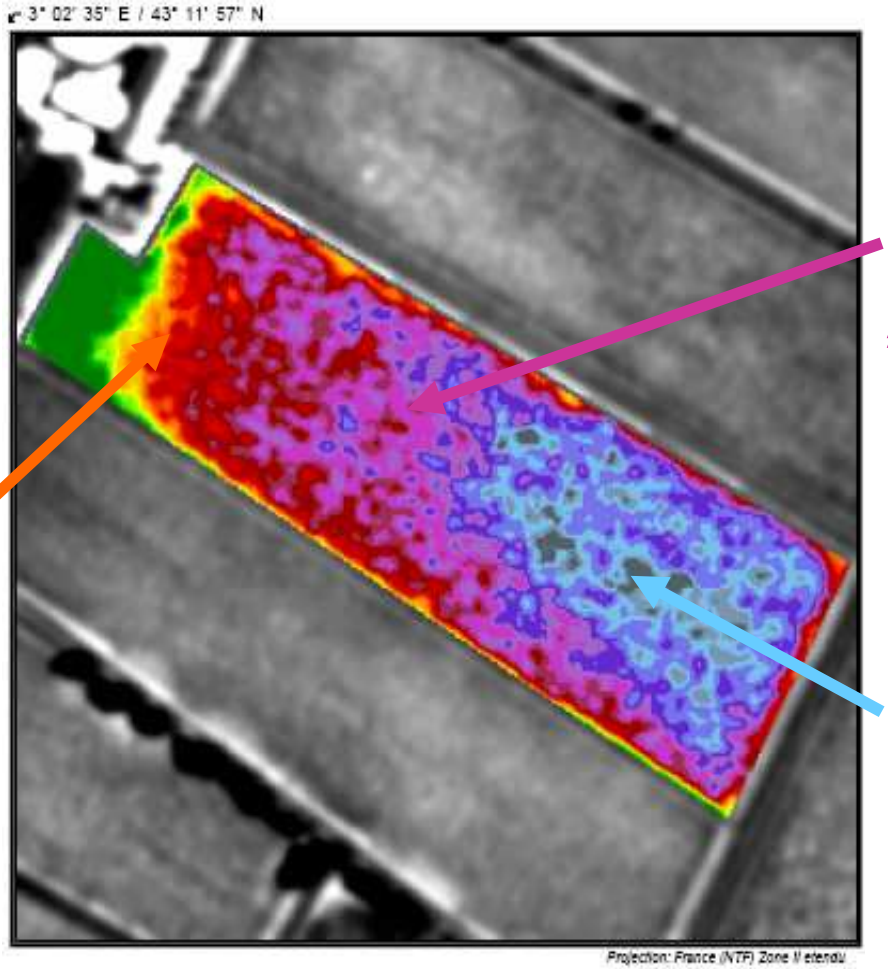
Echantillonnage dirigé: meilleure précision dans l'estimation du rendement et du degré potentiel



Parcelle	Degré réel (% vol)	Degré estimé (% vol)	Ecart
112502	13,83 % vol	13,57 % vol	2%
110701	13-13,5 % vol	13,25	<3 %

Parcelle	Rendement réel (t/ha)	Rendement estimé (t/ha)	Ecart
112502	9,1	9,7	7%
110701	11,5	11,7	2%

Identifier les niveaux de rentabilité de la parcelle pour mieux ajuster les choix techniques



10,9 T/ha
CA:5658 €/ha
MB: 2058 €/ha

16,3 T/ha
CA:8495 €/ha
MB: 4895 €/ha

8 T/ha
CA:2941 €/ha
MB: - 659 €/ha

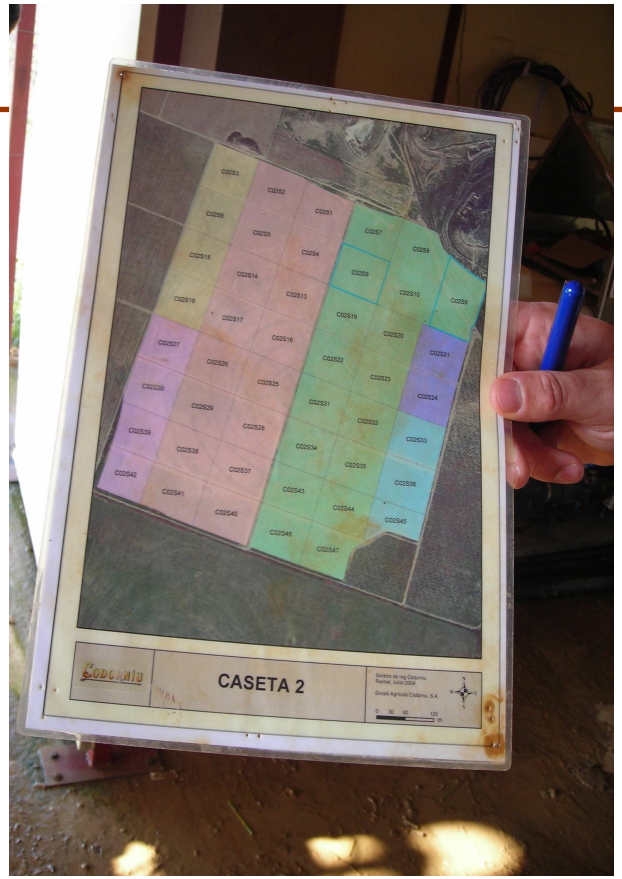
Epandage localisé du compost

Codorniù - Espagne

Dimensionnement du réseau d'irrigation en blocs homogènes

Codorniù - Espagne

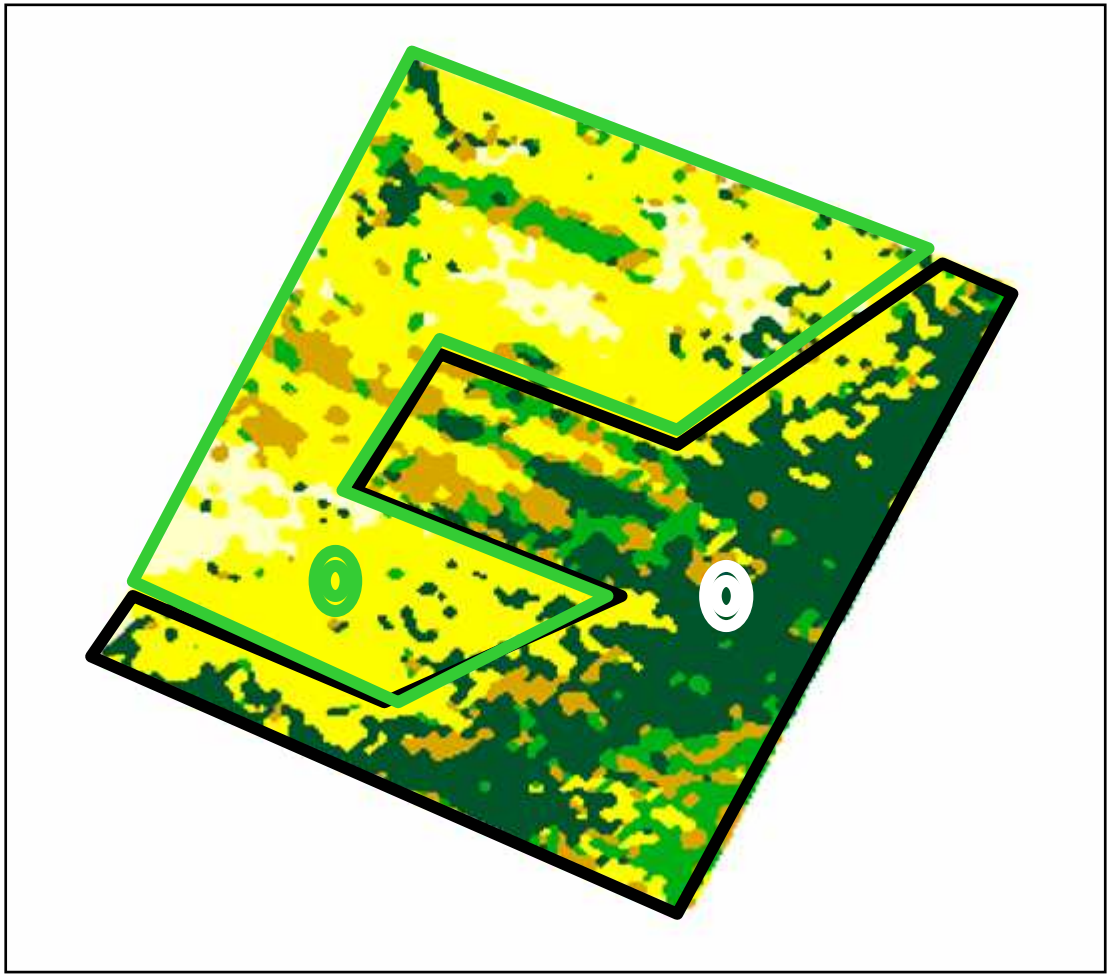
Avant: blocs de 6 à 7 ha



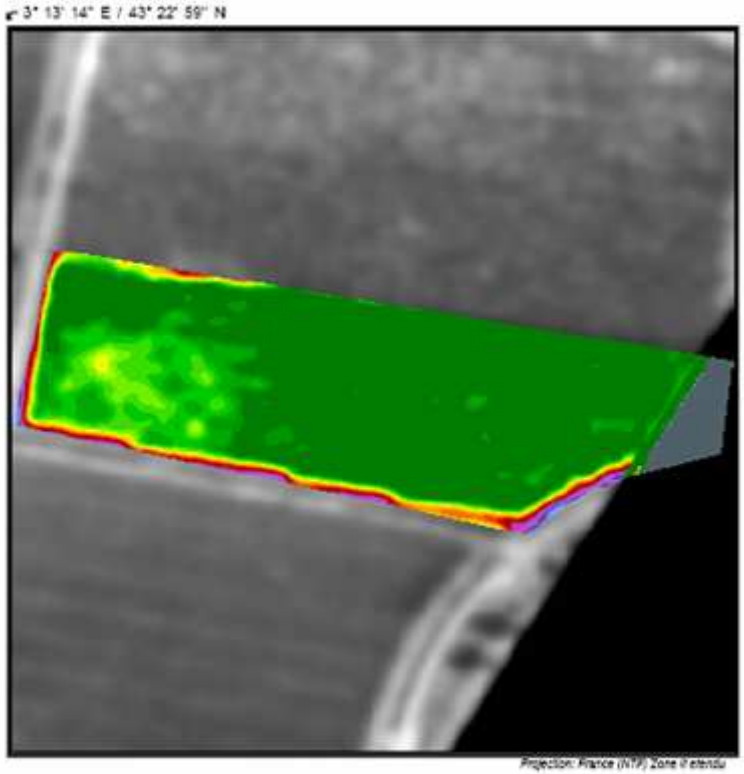
Maintenant: blocs indépendants et homogènes de 1 ha

Codorniù - Espagne

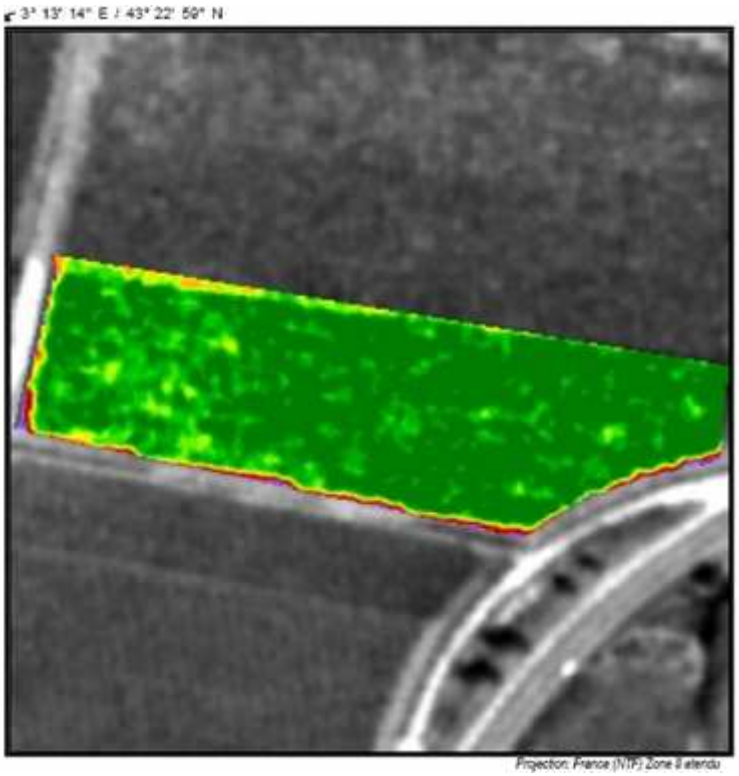
Dimensionnement des réseaux d'irrigation en fonction des besoins de la vigne



Contrôle de l'efficacité et évaluation des progrès



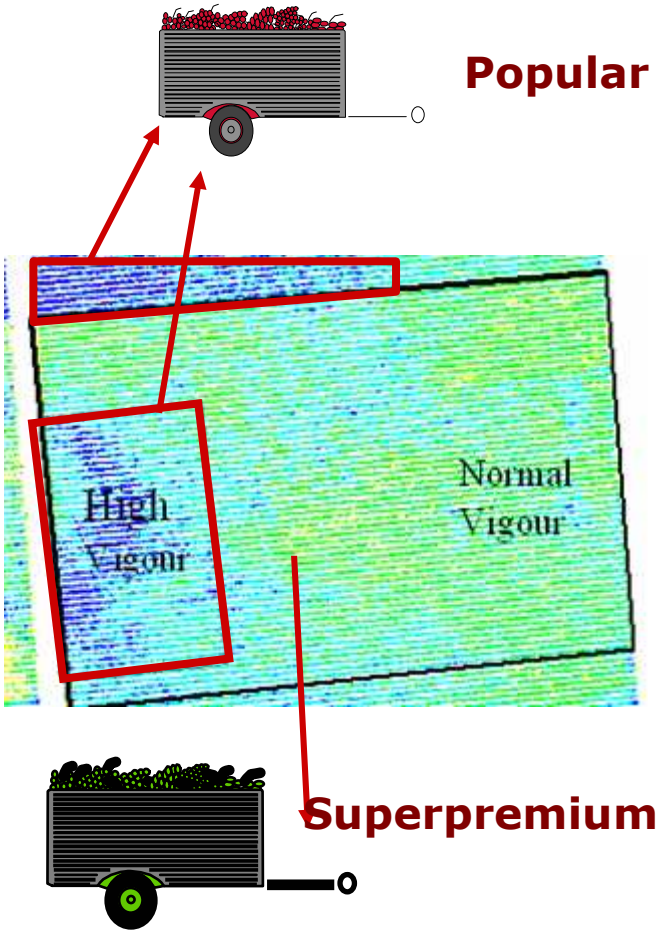
2007



2008

Domaine de la Colombette (Béziers) – mise en place taille rase de précision sur Cabernet-sauvignon

Organisation de vendanges sectorielles pour mieux vinifier chaque raisin



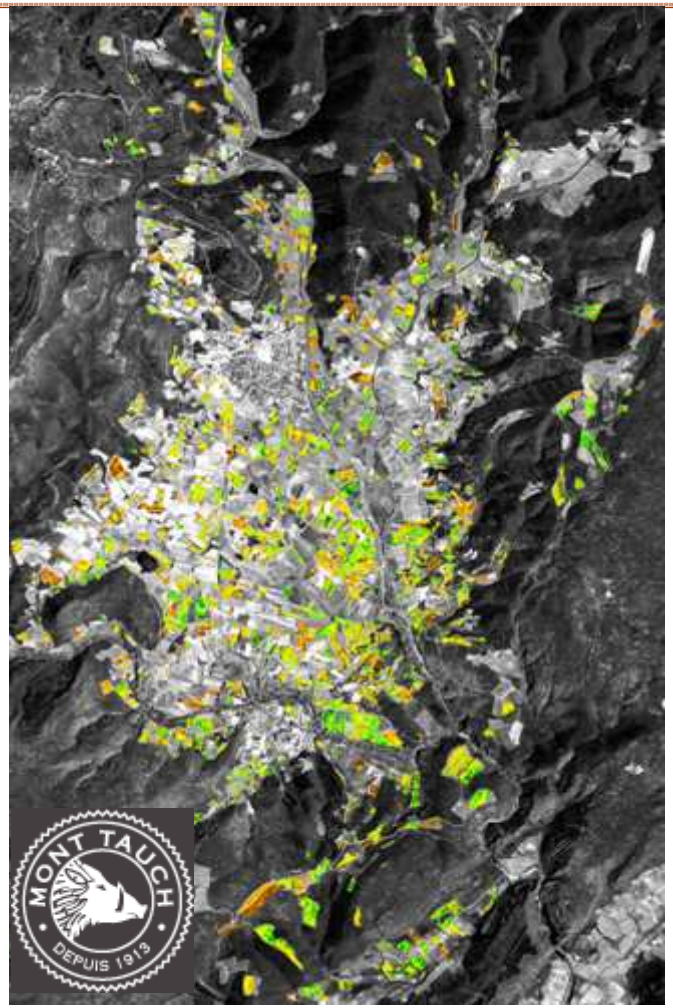
Syrah MacLaren Vale, BRL Hardy, 2005
+ 3000 A$/ha

Une machine pour deux remorques remplies alternativement selon le secteur

Possibilité de sélectionner sur le rang avec les machines à goulotte latérale

Meilleure valorisation d'une parcelle

4 - Amélioration des sélections parcellaires



2007: 60 parcelles de Merlot
2008: 600 parcelles de Carignan

Prise d'image début juillet

⇩

Analyse spatiale

⇩

Indice d'opportunité (structure spatiale de l'hétérogénéité)

Classement des parcelles en fonction de leur vigueur et de leur hétérogénéité

nom_uc	id_parc	annee_pl	Surface	oi	oi_s	classeOi	classeOi_s	Cuve		ndvi_moy
3095017	9056_2	1997		0,27	0,022	1	1	1		8,18E-00
2325017	2325017	2000	0,5697	0,72	0,022	1	1	1		3,18E-00
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1	1	1		[illegible]
5670009	299	1990	0,3475	0,47	0,020	1	1	1		4,30E-002
1260022	9312	2001	0,893	0,74	0,020	1	1	1		2,78E-002
3912006	3912006			0,87	0,025	1	1	1		2,92E-002
3912052	3787	1995	0,3615	0,41	0,026	1	1	1		6,23E-002
2325016	3677	1996	0,4561	0,54	0,027	1	1	1		4,78E-002
17040	19302	2000	1,2841	1,15	0,020	1	1	1		1,89E-002
3250001	1381_1382	1995	0,36	0,27	0,025	1	1	1		9,08E-002
5270019	2593	1990	0,3481	1,11	0,024	1	1	1		2,01E-002
4030020	2005	2000	0,5033	0,50	0,013	1	1	1		2,60E-002
4569041	8843	2000	0,3076	0,35	0,014	1	1	1		3,96E-002

UC	SURF	Oi	INT_ZON
0017040	0,313	0,006	0,019
0017040	1,034	0,025	0,03

4025006	1975	1999	0,712	1,26	0,019	1	1	2		1,49E-002
5850001	2859	1999	1,3105	0,15	0,008	1	1	2		5,19E-002
5850001	2859_2	1999		0,29	0,020	1	1	2		7,07E-002
1260021	9298	2000	0,7109	2,06	0,022	2	1	2		1,18E-002
4025006	1975_2	1999		1,75	0,013	2	1	2		6,58E-003
5785027	5785027	2000	0,6173	1,58	0,008	2	1	2		4,74E-003
1270014	9362	2000	1,5282	1,46	0,010	2	1	2		7,03E-003
4570054	9622	2000	0,1517	7,77	0,014	3	1	2		-2,44E-003
1210028	4075023			0,81	0,059	1	2	2		7,31E-002
690032	9901	2000	0,733	0,34	0,046	1	2	2		1,37E-001
1260021	9298_2	2000		0,30	0,041	1	2	2		1,34E-001
4025002	1973	1985	0,0685	0,50	0,052	1	2	2		1,04E-001
6462008	3167	2000	0,175	0,78	0,048	1	2	2		6,09E-002
3912051	3773	1996	0,3654	0,73	0,038	1	2	2		5,37E-002
1228016	10185	1989	0,5145	0,29	0,035	1	2	2		1,21E-001
4075023	1210028			0,60	0,034	1	2	2		5,66E-002
5850001	2859_3	1999		0,67	0,031	1	2	2		4,82E-002
17040	193	2000	1,2841	0,58	0,036	1	2	2		6,34E-002
750030	2058	2000	0,423	1,05	0,029	1	2	2		-2,67E-002
690036	9903	1992	0,277	2,34	0,043	2	2	2		-2,14E-002
2888025	1172	1998	0,423	1,97	0,040	2	2	2		-2,03E-002
4030019	2001	1991	0,222	0,96	0,103	1	3	2		1,04E-001
2325019	3673	1996	0,1385	0,71	0,087	1	3	2		1,20E-001
5270010	1846	1990	0,2393	2,63	0,027	2	3	2		1,00E-002
		Surface cuve 2	***9,8939***	Ha						

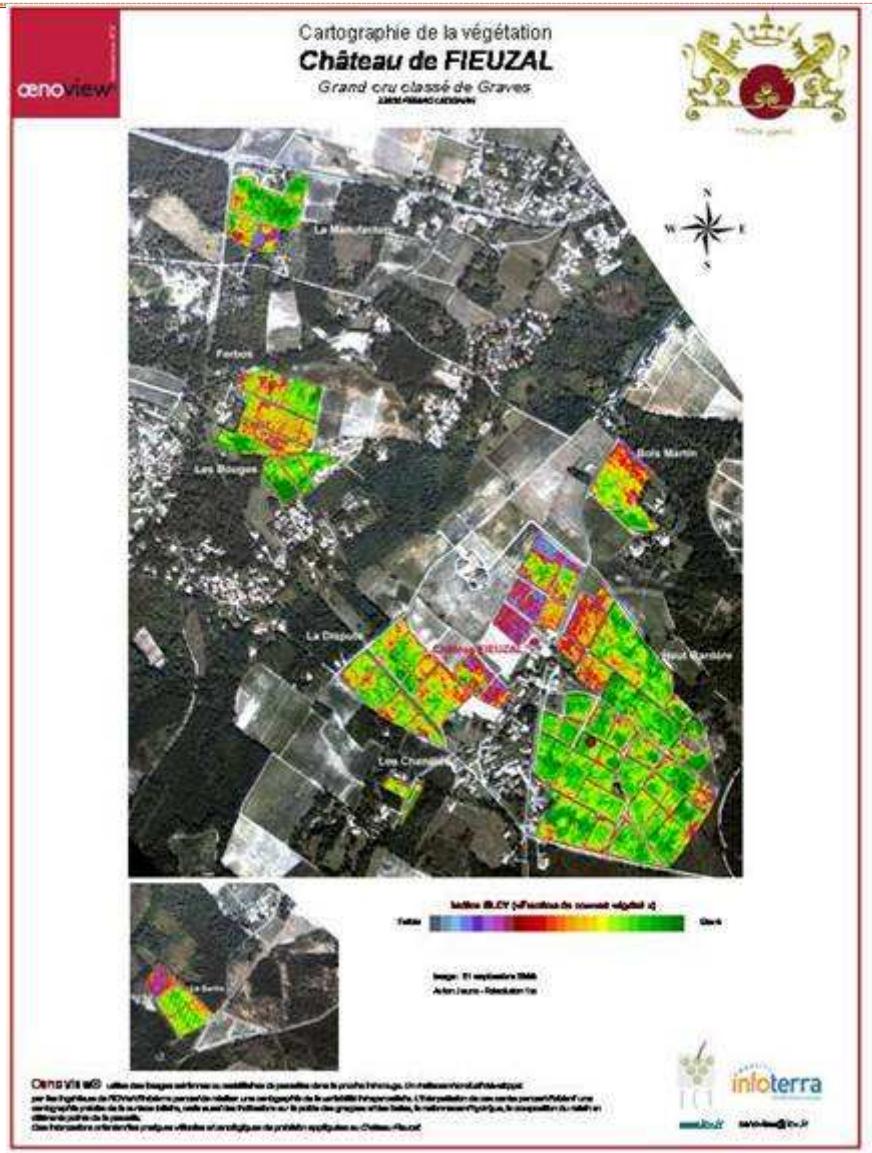
Somme de Surface	Lot			
	1	2	3	Total
Total	12,017	9,594	1,365	22,976

Merlot 2007 – Vignerons du Mont Tauch

Intérêt œnologique des sélections

Lots 1	Lots 2
Parcelles homogènes de vigueur moyenne	Parcelles hétérogènes de vigueur moyenne
Vins fruités et confiturés, volumineux, souples	Arômes plus frais, plus soufrés, vins plus tanniques et asséchants

Nouveau! mise en forme des données sous SIG



Pour une meilleure valorisation de l'analyse spatiale

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Jacques ROUSSEAU
jrousseau@icv.fr
www.icv.fr

Remerciements à

Patrick HOUDRY
patrick.houdry@infoterra.fr
www.infoterra.fr

Henri DOUCHE
henri.douche@infoterra.fr
www.infoterra.fr

Bruno TISSEYRE
tisseyre@ensam.inra.fr
UMR ITAP M. SupAgro