MOCAF- Phoenix
Protocoles pour la caractérisation des cycles végétatif et reproducteur élaborés sur le site italien de Sanremo (2008-2011)

SOMMAIRE

1. IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES STADES REPRODUCTEURS
2. PROTOCOLE D'OBSERVATION AU NIVEAU POPULATIONNEL
3. PROTOCOLE DE SUIVI INDIVIDUEL
4. PROTOCOLE DE DISSECTION

1. Identification et caractérisation des stades reproducteurs

Les stades renseignés sont les suivants :
1 – Inflorescence fermée (spathe)
2 – Anthèse
3 – Fruits verts (différents stades)
4 – Fruits murs (différents stades)

Caractéristiques des stades

- **Le stade 1 – spathes**

Les premiers signes visibles d'activité reproductrice chez le dattier sont l'émergence des spathes, c'est-à-dire de la première bractée inflorescentielle (prophylle), qui enferme totalement l'inflorescence immature. Celle-ci apparaît après un long développement à l'intérieur de la couronne foliaire (Fig. 1). La spathe se développe durant 3-6 semaines après le début de son émergence avant de s'ouvrir. L'ouverture de la spathe marque la fin du stade 1 (Fig. 2).

Fig. 1.
Jeune spathe avant émergence.

Fig 2.
Spathe ouverte et anthèse mâle.

- **Le stade 2 – anthèse**

L'anthèse est le stade de la fleur ouverte. A ce stade, la fleur mâle libère le pollen et la fleur femelle déploie ses stigmates pour le recevoir. Ce stade se produit de façon concomitante à l'ouverture de la spathe, ou peu avant ou peu après, et ne dure que quelques jours.

- **Le stade 3 – fruits verts**

Ce stade est long, il englobe toute la phase de développement du fruit depuis la nouaison (début de la transformation du gynécée après la fécondation) jusqu'à la taille définitive du fruit quand celui-ci commence à virer de couleur (stade Kimri dans la nomenclature arabe).

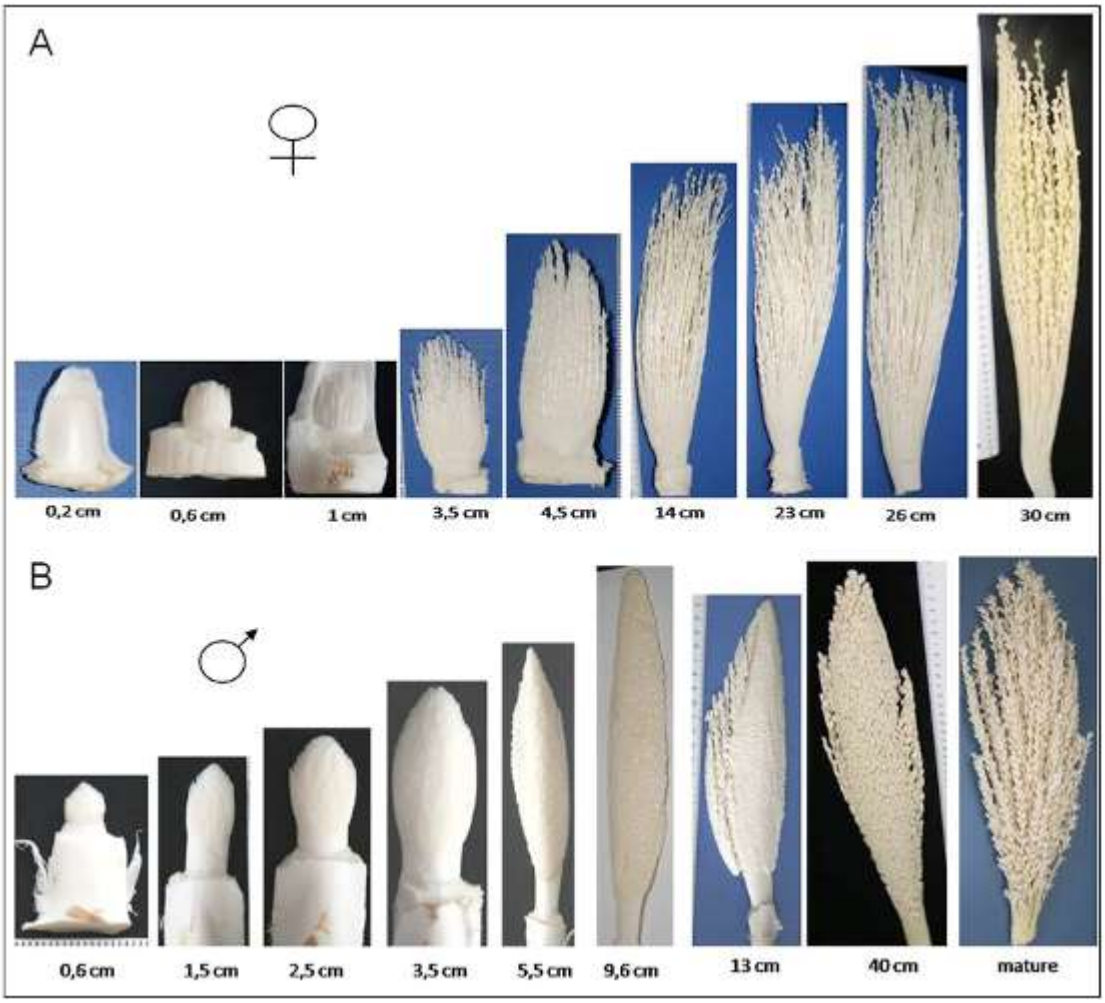
- **Le stade 4 – fruits murs**

La notion de fruit mûr étant variable suivant les régions et les variétés chez le dattier, ce stade englobe les stades Khalaal (fruit croquant, diversement coloré suivant les variétés), Rutab ou entab (fruit brun et mou) et Tamr (fruit ridé, ayant perdu de l'humidité).

Figure 23: Three Major Stages of Maturity in which Dates are Consumed: (a) khalaal, (b) entab, (c) tamr

- **Caractéristiques du développement inflorescentiel**

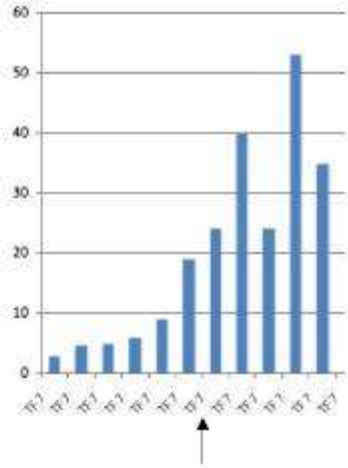
La séquence précoce de développement, depuis l'initiation de la morphogenèse inflorescentielle dans le bourgeon axillaire, jusqu'à l'emergence visible de l'inflorescence, est très difficile à documenter car c'est un phénomène fugace, et impossible à observer sans détruire l'arbre.



Comparaison du développement précoce des inflorescences mâle et femelle (Daher 2010)

Au cours d'un cycle de floraison, le développement des inflorescences suit un gradient qui en revanche peut être caractérisé après émergence. Ce gradient est très généralement acrotone, c'est-à-dire que la vigueur diminue avec l'éloignement du bourgeon apical, donc les inflorescences les plus hautes sont les plus précoces et ont le plus grand développement, tandis que celles du bas sont plus tardives et plus chétives. Dans de rares cas, le gradient peut être basitone ou mésotone.

Gradient de développement inflorescentiel acrotone chez le cultivar 'Halawi' (Pakistan)



Longueurs successives (cm) des inflorescences en développement chez un individu acrotone de Tunisie

Après la fin de la phase de croissance des inflorescences, le gradient devient moins visible mais les quelques inflorescences les plus basses ont typiquement un développement moins important chez les individus acrotones.

Vue du phénomène acrotone au début de l'émergence des spathes chez le mâle précoce 00011 à Bordighera le 2 Février 2012

2. PROTOCOLE D'OBSERVATION AU NIVEAU POPULATIONNEL

(Claudio Littardi, Robert Castellana et Jean-Christophe Pintaud)

Ce protocole permet de caractériser la variabilité phénologique d'une population, de mettre en évidence les différences de comportement entre les individus mâles et femelles, ainsi qu'entre variétés ou génotypes.

- **Plan d'échantillonnage**

Dans le premier site étudié (Italie), 100 arbres mâles et 100 arbres femelles issus de graines et d'origines diverses ont été étiquetés et cartographiés afin de faciliter leur suivi.

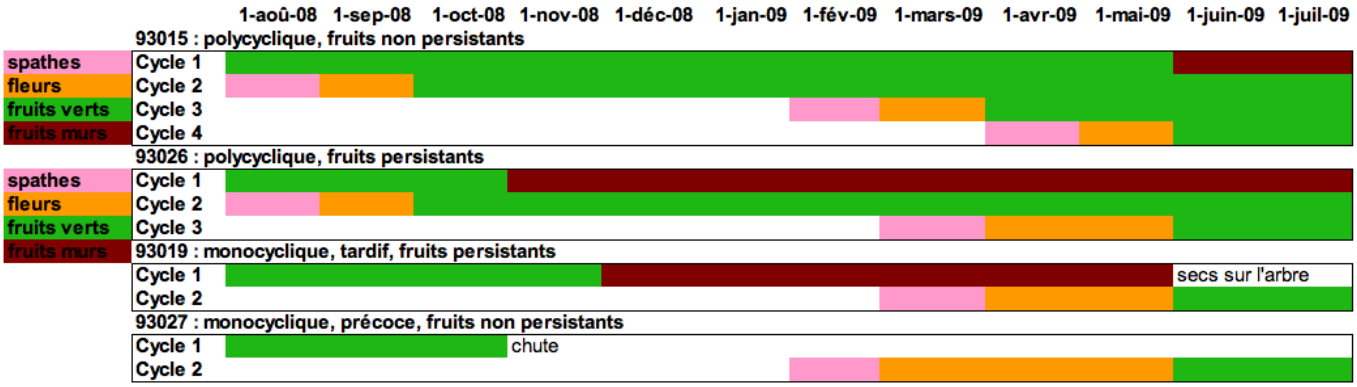
- **Fréquence d'observation**

Une fois par mois hors période de floraison et deux fois par mois en saison de floraison.

- **Acquisition des données**

Lors de chaque passage, les stades présents sur chaque arbre sont notés. Un arbre peut présenter les 4 stades simultanément (Figure 8).
Chaque arbre produit successivement un grand nombre d'inflorescences, généralement selon une séquence basipète, ce qui conduit à un étalement des stades de développement. Ainsi, bien que l'anthèse au niveau d'une inflorescence soit brève, la période de floraison pour un arbre dure en général 3-6 semaines. Certains arbres présentent 2-3 cycles de floraison annuelle et parfois des fruits murs longuement persistants sur l'arbre. Ces phénomènes produisent différents cas de simultanéité de stades (Fig. 4).

Fig. 4. Variation du cycle reproducteur entre quelques arbres sur le site italien.



- **Données générées**

Les données obtenues avec ce protocole permettent de caractériser le cycle de floraison globale d'une population (Fig. 5-6), les variations de celui-ci selon le sexe (Fig. 7), et selon les individus (Fig. 4). Sur un même site caractérisé par des conditions écologiques homogènes, les variations interindividuelles sont le reflet de la diversité des génotypes, tandis que le cycle global populationnel reflète l'influence du climat local et éventuellement l'effet de la sélection humaine sur la précocité.

Fig. 5. Cycle reproducteur au niveau populationnel (Italie).

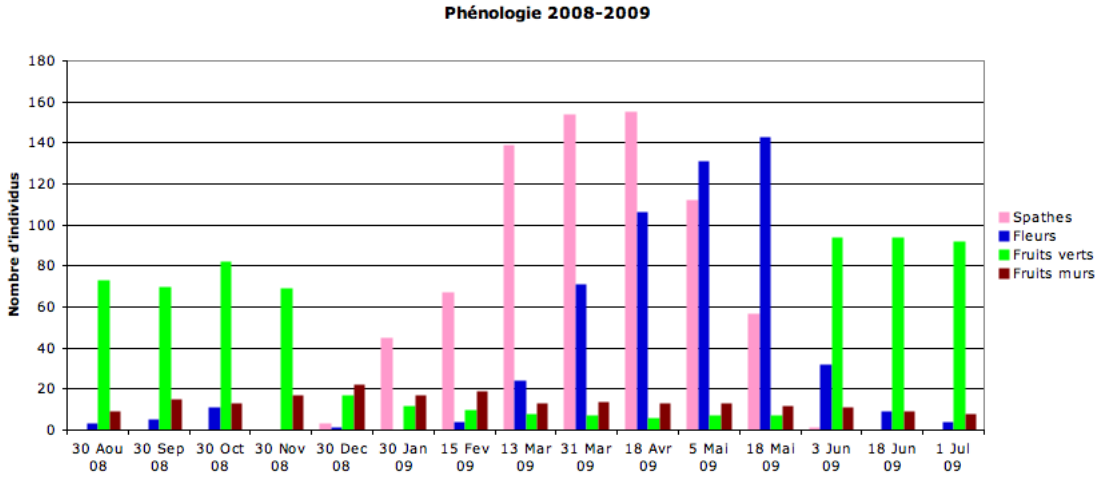


Fig 6. Chronologie de la floraison (anthèse) dans la population italienne

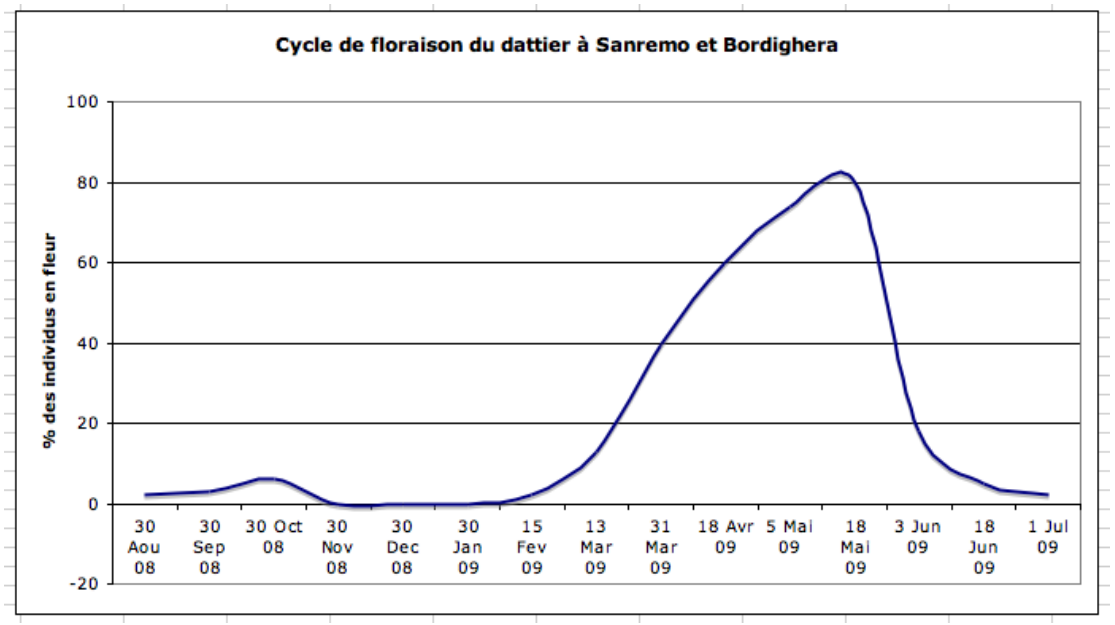


Fig 7. Comparaison mâles/femelles (Italie)

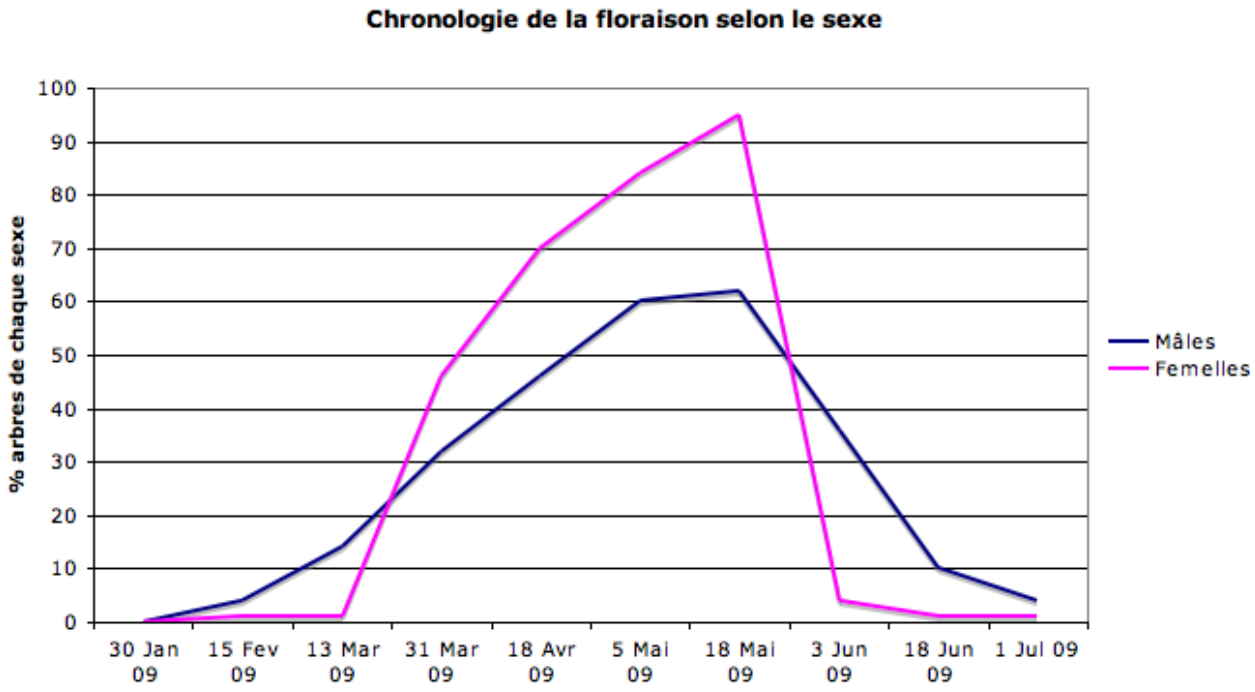


Fig. 8. Exemple de fichier de saisie

N° ID	Espèce	Origine	Sexe	PHENOLOGIE MOYENNE	Particularités	Mars 2009		Relevé 18 Avril 2009				Relevé 5 mai 2009				Relevé 18 mai 2009			
		ou groupe	Male	Floraison	Fructification	Vert	Mur	Spat	Fleur	Vert	Mur	Spat	Fleur	Vert	Mur	Spat	Fleur	Vert	Mur
		génétique	Femelle	précocité	Hermaphroditisme														
			?	abondance	Stade de développement														
			Pas de f	Floraison hors saison : Jul-Dec	Santé, aléas														
Individus proposés pour suivi			J	Fév = très précoce ; Mars = précoce															
			juvénile	Avr = normal ; Mai = tardif ; Jun = très tardif															
00081	dactyl.	indet.	M	Floraison tardive		0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
00082	hybride	rec X dac	F			0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
00084	hybride	reclinata	F	Deux cycles annuels (1 précoce, 2 hs)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
00086	hybride	reclinata	M			0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
00087	hybride	reclinata	M			0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0
00088	dactyl.	indet.	M			0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
90001	dactyl.	San Remo	F	Floraison précoce	Fructification persistante	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1
90002	dactyl.	indet.	M	Floraison très précoce		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90003	dactyl.	indet.	M	Floraison très précoce		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90004	dactyl.	indet.	M	Floraison précoce (première spathe en Décembre 2010)		0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
90005	dactyl.	indet.	M	Deux cycles annuels (n°1 précoce, n°2 hors saison, anthèse 07/09/		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90006	dactyl.	indet.	M	Floraison variable (tard 08, prec 09, hors saison anthèse 07/09/2010)		0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
90007	dactyl.	indet.	M	Floraison précoce (floraison hors saison 07/09/2010)		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90008	dactyl.	indet.	F	Floraison précoce et abondante		0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
90009	dactyl.	indet.	M	Floraison abondante		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90010	dactyl.	indet.	M	Floraison tardive		0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
90011	hybride	can X dac	M	Floraison très précoce et abondante		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Etiquetage des arbres

3. PROTOCOLE DE SUIVI INDIVIDUEL

(Claudio Littardi, Robert Castellana et Jean-Christophe Pintaud)

Objectifs

- Déterminer la production foliaire annuelle et ses variations
- Déterminer la cinétique de la floraison : ordre d'apparition des inflorescences par rapport aux feuilles axillantes, durée de la période d'émergence d'inflorescences, nombre total d'inflorescences produites, durée du développement aérien de la spathe, délais entre l'émergence de la spathe et la floraison, durée de l'anthèse
- Evaluer les variations interindividuelles de ces paramètres.
- Renseigner certains paramètres du fichier PRINCIPES

Acquisition des données de production foliaire

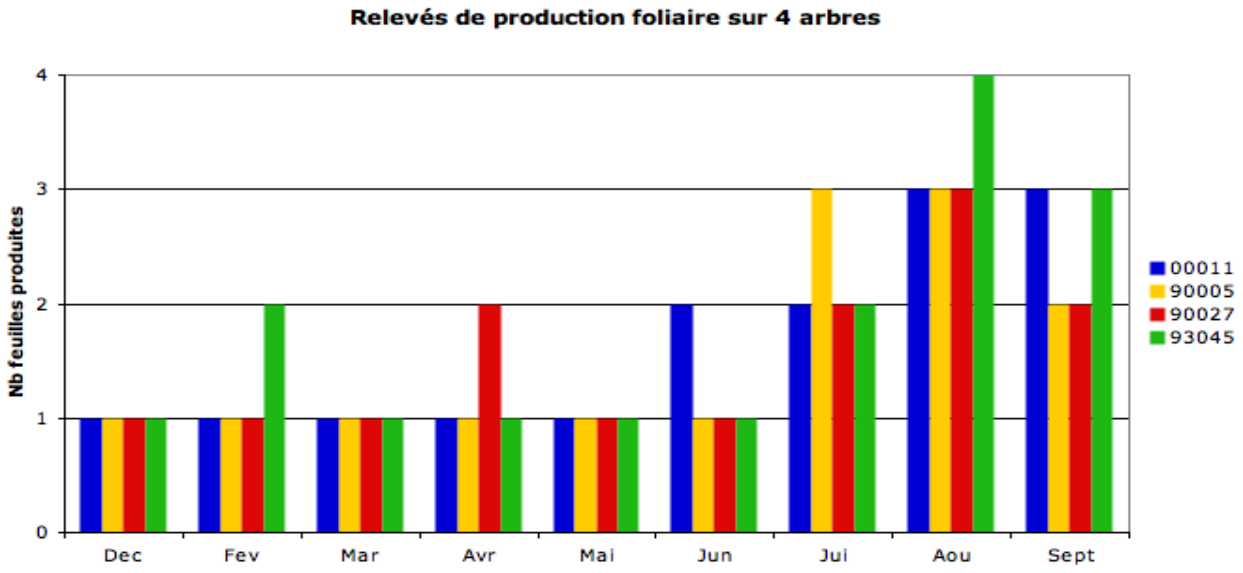
- Au niveau du coeur : une étiquette avec un numéro d'ordre est accrochée aux jeunes flèches (utilisable ensuite pour la phyllotaxie). En effet, à ce stade, les différences de taille entre feuilles successives sont bien marquées, ce qui n'est pas forcément le cas au moment du déploiement. Une fois les feuilles développées, les étiquettes de numéro d'ordre apparaissent accrochées à la partie supérieure du rachis.

- Au moment du déploiement d'une feuille, une autre étiquette avec la date correspondante est accrochée à la base du rachis. En pratique, un relevé par mois permet de suivre le rythme de production foliaire. Plusieurs nouvelles feuilles plus ou moins simultanées peuvent alors être étiquetées avec la même date lors du relevé.

Etiquette rappelant le numéro d'ordre (N°0) et indiquant la date de déploiement d'une feuille

Vue d'une couronne avec les étiquettes

Exemple de résultats



Acquisition des données de production et développement inflorescentiel

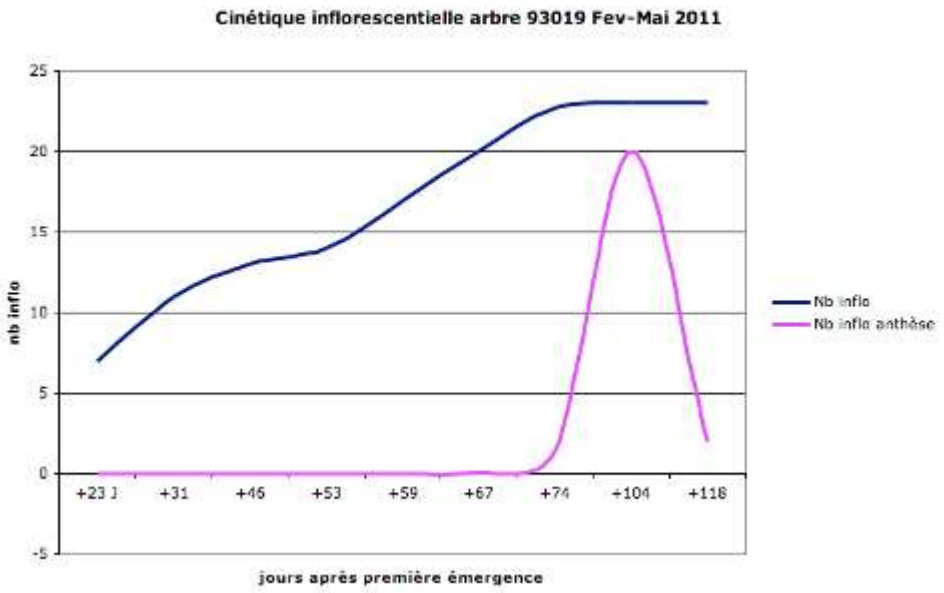
(Claudio Littardi, Robert Castellana, Jean-Christophe Pintaud, Hervé Rey)

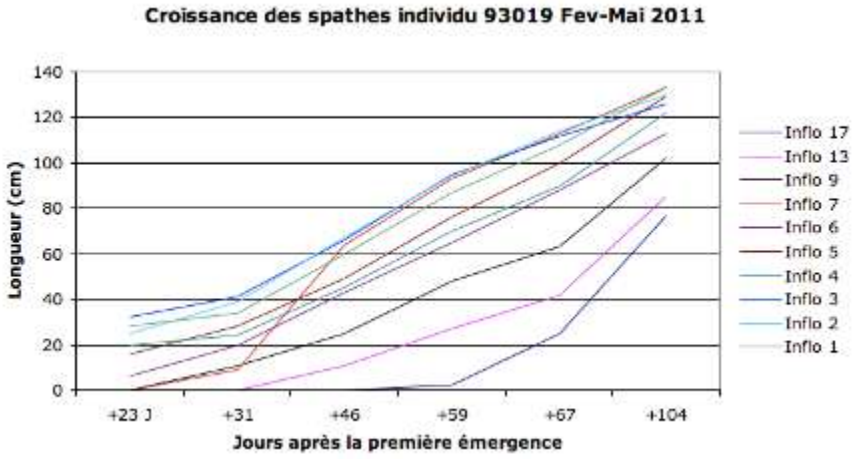
Cet aspect est le plus délicat, en raison de la rapidité du développement des inflorescences et leur apparition en grand nombre dans un court laps de temps.

- Chaque inflorescence doit être numéroté au moment de son émergence visible
- Chaque inflorescence doit être mesurée à chaque relevé
- Les stades de développement suivants sont renseignés pour chaque inflorescence à chaque relevé :
- Spathe fermée/ spathe ouverte
- anthèse (début, en cours ou fin)
- Nouaison et stades successifs de développement du fruit

Fréquence d'observation : hebdomadaire depuis le début de l'émergence des spathes jusqu'à la nouaison, mensuelle ensuite.

<u>Exemples de résultats pour un arbre</u>





4. PROTOCOLE DE DISSECTION

(Abdourahman Daher, Frédérique Aberlenc, Nathalie Chabrillange, Hervé Rey, Oumarou Zango, Claudio Littardi, Robert Castellana, et Jean-Christophe Pintaud)

- Retirer du bas vers le haut et numéroter les feuilles et les structures axillaires. Numéroter provisoirement les feuilles et les structures axillaires correspondentes dans l'ordre de retrait.
- Repérer **le point 0**, correspondant au premier bourgeon après l'inflorescence morphologiquement différenciée située le plus près du méristème (c'est-à-dire la dernière inflorescence retirée en partant du bas de la couronne). Renuméroter les feuilles à partir de +1 au-dessous du point 0 (en direction du bas de la couronne) et – 1 au-dessus (en direction du méristème). Noter **M** le méristème apical en fin de dissection.
- Nomenclature de numérotation définitive : Une lettre **P**ays, une lettre sexe (**M** ou **F**), un chiffre pour le numéro d'ordre de dissection de l'individu par pays et par sexe, un tiré, puis le numéro de la feuille/structure axillaire à partir du point 0. Exemple : IM2_F+23 = feuille 23 (ou inflorescence Fi+23) du 2ème mâle disséqué en Italie ; TF4_F-54 = ébauche foliaire (ou bourgeon axillaire Fb-54) -54 de la 4ème femelle disséquée en Tunisie.
- Détermination de l'année de production inflorescentielle : la production d'inflorescences étant cyclique, on peut retrouver les séries annuelles par la dissection. Chaque changement d'année est marqué par un décrochement dans les tailles des bourgeons successifs ou par le passage d'une inflorescence à un bourgeon.
- Photographier chaque inflorescence ou bourgeon
- Constitution du tableau de saisie des données :

1ère colonne : numéro de l'arbre (ex : IF4)
2ème colonne : date d'abatage
3ème colonne : numéro de la feuille (nomenclature définitive)
4ème colonne : longueur totale de la feuille/ébauche/primordium
5ème colonne : longueur totale de l'inflorescence/bourgeon
6ème colonne : longueur du pédoncule (pour les inflorescences)
7ème colonne : cycle inflorescentiel (ex : 2011-1, 2011-2 si deux cycles)
8ème colonne : observations (ex : bourgeon nécrosé, inflo non ouverte)
9ème colonne : information complémentaire

Détail du protocole et exemples de résultats : Mémoire M1 BVT O. Zango.

Séparation et classement des feuilles successives et de leurs inflorescences axillantes (couronne moyenne)

Continuation (couronne supérieure)

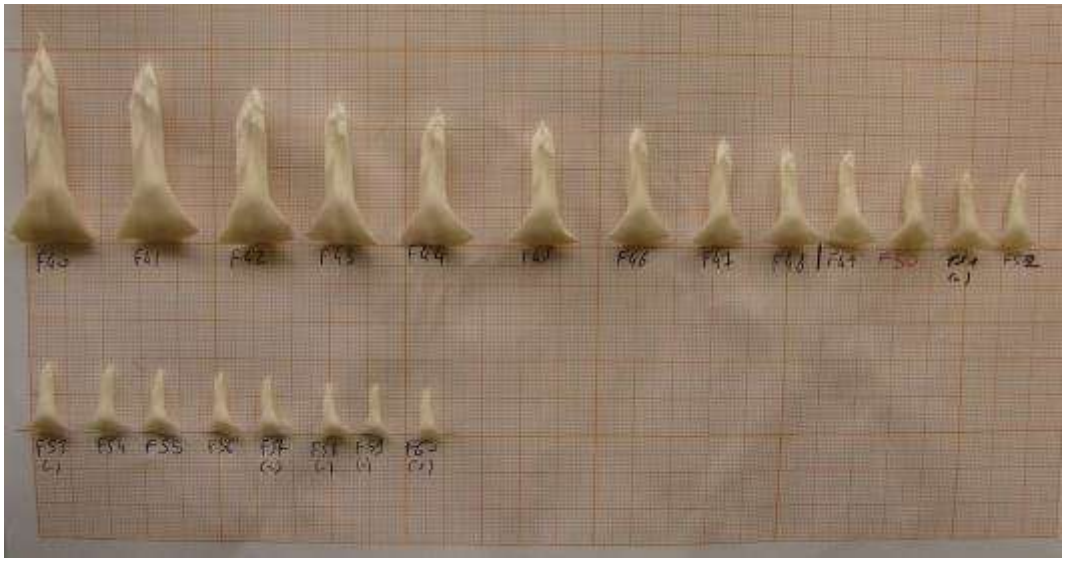
Phases de dissection de la couronne supérieure

Mesure d'une inflorescence et d'un bourgeon in situ

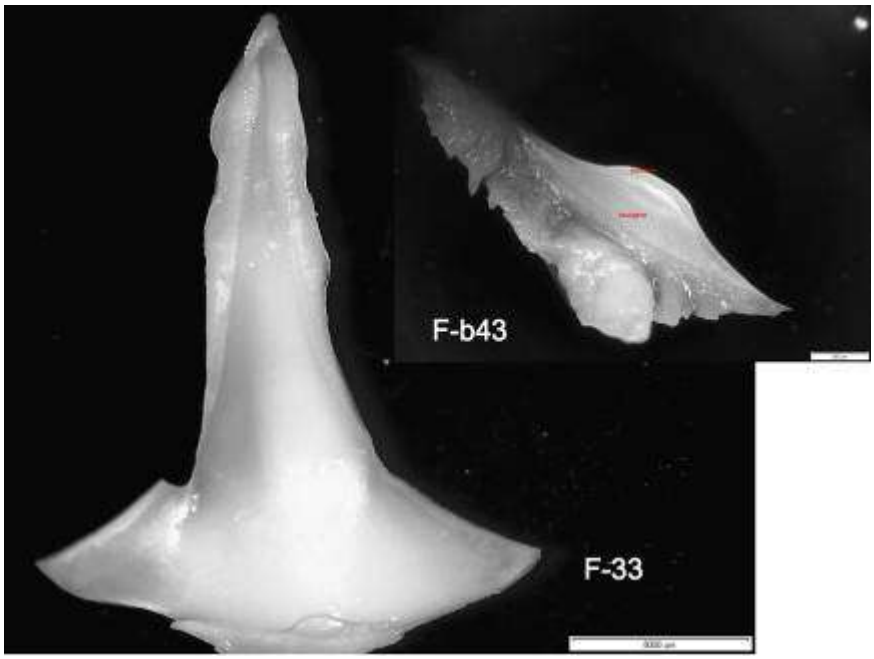
Gaine foliaire complète

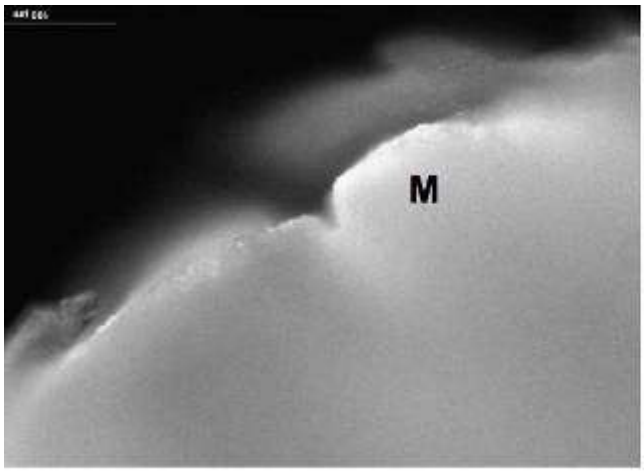
Dissection du bourgeon terminal au laboratoire

Ebauches foliaires disséquées au laboratoire et mesurées sur papier millimétré

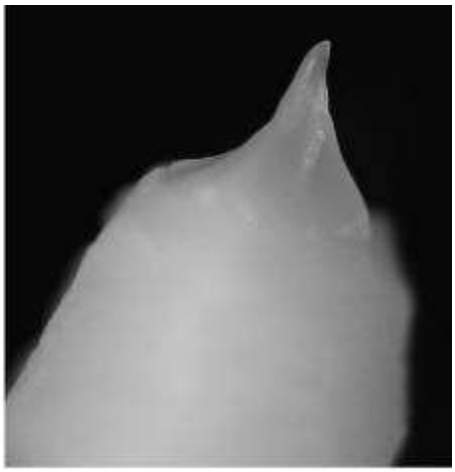


Ebauche foliaire et bourgeon photographiés à la loupe binoculaire et mesurés avec le logiciel d'acquisition d'images.





Méristème apical



Bourgeon au niveau de la 7ème ébauche

Captures du fichier de saisie des données de dissection

A	B	C	D	E	F	G	H	I
N° Arbre	Date abattage	N° Feuille	Ltot Feuille	Ltot Inflo/bud (cm)	L pédoncule	Cycle inflo	Observations	Informations
IF4	6/07/11	21	x	195,00000	118,00000	2010-2	Dernière infructescence vivante, hors saison, stade halal, fruit vert	
IF4	6/07/11	20	x	180,00000	99,00000	2010-2	infructescence hors saison, stade halal, fruit vert, graine immature	
IF4	6/07/11	19	x	210,00000	140,00000	2010-2	infructescence hors saison, stade halal, fruit vert, graine immature	
IF4	6/07/11	18	388,00000	216,00000	150,00000	2010-2	infructescence hors saison, stade halal, fruit vert, graine immature	
IF4	6/07/11	17	x	160,00000	98,00000	2010-2	infructescence hors saison, stade halal, fruit vert, graine immature	
IF4	6/07/11	16	x	239,00000	158,00000	2010-2	infructescence hors saison, stade halal, fruit vert, graine immature	
IF4	6/07/11	15	380,00000	185,00000	119,00000	2011	inflorescence complétement développée, post-anthèse (stade hababuk)	
IF4	6/07/11	14	395,00000	191,00000	120,00000	2011	inflorescence complétement développée, post-anthèse (stade hababuk)	
IF4	6/07/11	13	x	180,00000	118,00000	2011	inflorescence complétement développée, post-anthèse (stade hababuk)	
IF4	6/07/11	12	380,00000	175,00000	107,00000	2011	inflorescence complétement développée, post-anthèse (stade hababuk)	
IF4	6/07/11	11	x	198,00000	124,00000	2011	inflorescence complétement développée, post-anthèse (stade hababuk)	
IF4	6/07/11	10	379,00000	200,00000	130,00000	2011	inflorescence complétement développée, post-anthèse (stade hababuk)	
IF4	6/07/11	9	x	202,00000	132,00000	2011	inflorescence complétement développée, post-anthèse (stade hababuk)	
IF4	6/07/11	8	380,00000	230,00000	145,00000	2011	inflorescence complétement développée, post-anthèse (stade hababuk)	
IF4	6/07/11	7	x	x	x	2011	inflorescence complétement développée, post-anthèse (stade hababuk)	
IF4	6/07/11	6	373,00000	203,00000	132,00000	2011	inflorescence complétement développée, post-anthèse (stade hababuk)	
IF4	6/07/11	5	364,00000	242,00000	165,00000	2011	inflorescence complétement développée, post-anthèse (stade hababuk)	
IF4	6/07/11	4	367,00000	236,00000	167,00000	2011	inflorescence complétement développée, post-anthèse (stade hababuk)	
IF4	6/07/11	3	370,00000	252,00000	176,00000	2011	inflorescence complétement développée, post-anthèse (stade hababuk)	
IF4	6/07/11	2	383,00000	261,00000	205,00000	2011	inflorescence complétement développée, post-anthèse (stade hababuk)	
IF4	6/07/11	1	379,00000	36,00000	6,00000	2011	inflorescence jeune, non ouverte	

<>	A	B	C	D	E	F	G	
1	N° Arbre	Date abattage	N° Feuille	Ltot Feuille	Ltot Inflo/bud (cm)	L pédoncule	Cycle inflo	Observations
50	IF3	2/03/11	-22	3,90000	0,26024	x	ultérieur	bourgeon sain
51	IF3	2/03/11	-23	3,60000	0,26256	x	ultérieur	bourgeon sain
52	IF3	2/03/11	-24	3,20000	0,24847	x	ultérieur	bourgeon sain
53	IF3	2/03/11	-25	3,20000	0,17581	x	ultérieur	bourgeon sain
54	IF3	2/03/11	-26	2,90000	0,15345	x	ultérieur	bourgeon sain
55	IF3	2/03/11	-27	2,70000	0,17502	x	ultérieur	bourgeon sain
56	IF3	2/03/11	-28	2,60000	0,13709	x	ultérieur	bourgeon sain
57	IF3	2/03/11	-29	2,40000	0,11536	x	ultérieur	bourgeon sain
58	IF3	2/03/11	-30	2,20000	0,17006	x	ultérieur	bourgeon sain
59	IF3	2/03/11	-31	2,20000	0,10790	x	ultérieur	bourgeon sain
60	IF3	2/03/11	-32	2,00000	0,08909	x	ultérieur	bourgeon sain
61	IF3	2/03/11	-33	1,90000	0,07989	x	ultérieur	bourgeon sain
62	IF3	2/03/11	-34	1,75000	0,05858	x	ultérieur	bourgeon sain
63	IF3	2/03/11	-35	1,65000	0,06948	x	ultérieur	bourgeon sain
64	IF3	2/03/11	-36	1,60000	0,04800	x	ultérieur	bourgeon sain
65	IF3	2/03/11	-37	1,45000	0,05000	x	ultérieur	bourgeon sain
66	IF3	2/03/11	-38	1,40000	0,08060	x	ultérieur	bourgeon sain
67	IF3	2/03/11	-39	1,26961	0,02151	x	ultérieur	bourgeon sain
68	IF3	2/03/11	-40	1,10533	0,08642	x	ultérieur	bourgeon sain
69	IF3	2/03/11	-41	1,01836	0,05661	x	ultérieur	bourgeon sain
70	IF3	2/03/11	-42	1,07413	0,02485	x	ultérieur	bourgeon sain
71	IF3	2/03/11	-43	0,99950	0,01885	x	ultérieur	bourgeon sain
72	IF3	2/03/11	-44	0,98141	0,01932	x	ultérieur	bourgeon sain
73	IF3	2/03/11	-45	0,94759	0,01941	x	ultérieur	bourgeon sain
74	IF3	2/03/11	-46	0,91385	0,01541	x	ultérieur	bourgeon sain
75	IF3	2/03/11	-47	0,76195	0,01546	x	ultérieur	bourgeon sain
76	IF3	2/03/11	-48	0,69599	0,01308	x	ultérieur	bourgeon sain
77	IF3	2/03/11	-49	0,73466	0,01478	x	ultérieur	bourgeon sain
78	IF3	2/03/11	-50	0,65126	0,01304	x	ultérieur	bourgeon sain
79	IF3	2/03/11	-51	0,70686	0,01224	x	ultérieur	bourgeon sain
80	IF3	2/03/11	-52	0,57419	0,01269	x	ultérieur	bourgeon sain
81	IF3	2/03/11	-53	0,57875	0,01223	x	ultérieur	bourgeon sain

La dissection permet d'obtenir des données précises pour renseigner certains paramètres du modèle, en particulier :

- nombre de feuilles dans la couronne depuis la feuille 0 = flèche = arrow du modèle architectural, juste avant la première feuille qui commence à se déployer. Attention, ce n'est pas la feuille 0 de la numérotation de la dissection car la référence de la dissection est en fait le bourgeon axillaire 0, c'est-à-dire le bourgeon au-dessus de l'inflorescence la plus haute. Ce n'est pas non plus la référence du développement du palmier (feuille 0 = cotyledon).
- position de la première inflorescence (10-12 feuilles au-dessous de la flèche)
- longueur exacte du stalk depuis son insertion
- longueur exacte de la feuille, largeur à la base, angle d'insertion à la base et forme de la base