



*Conservatoire National
des plantes à Parfum, Médicinales,
Aromatiques et Industrielles*

Compte-rendu 2013

Travaux menés dans le cadre du projet « essais de production d'huile
essentielle dans la région de Milly-la-forêt » pour l'association

ADéPAM
Association pour le Développement des Plantes Aromatiques
et Médicinales à Milly la Forêt



Travaux réalisés avec le soutien financier de :



route de Nemours - 91490 MILLY LA FORET - FRANCE
Téléphone : 01 64 98 83 77 - Fax : 01 64 98 88 63
E. mail contact@cnpmai.net – Site www.cnpmai.net

Sommaire

Présentation générale	p 3
Travaux 2013 sur hysope couchée	p 5
Travaux 2013 sur immortelle d'Italie	p 11
Travaux 2013 sur thym à thuyanol.....	p 19
Travaux 2013 sur menthe poivrée	p 27

Essais de production d'huile essentielle dans la région de Milly-la-forêt – Rapport 2013

Organisme réalisateur : CNPMAI

CONTEXTE, ENJEUX

Première région de production française de PAM jusque dans les années 1950, Milly-la-Forêt voit depuis cette époque ce secteur agricole diminuer ; en revanche, celui de l'aval (transformation et commercialisation) est en demande de matières premières dont certaines, déficientes sur le marché, pourraient être produites localement (huiles essentielles bio notamment). La région conserve cependant une image très forte à l'échelon national, tant au sein de la filière qu'auprès du grand public. Milly abrite, outre le Conservatoire National des Plantes à Parfum, Médicinales, Aromatiques et Industrielles (CNPMAI), des entreprises de production et de transformation d'herbes et d'huiles essentielles ainsi que divers commerces liés à cette filière agricole. De plus, elle se situe aux portes d'une région où sont concentrées des industries pharmaceutiques et cosmétiques (Cosmetic Valley).

Devant ces potentialités et la volonté de l'ensemble des professionnels milliacois de développer leur filière et de redynamiser cette production, une association a été constituée le 13 juin 2012 : l'ADéPAM. Le premier grand projet de celle-ci porte sur la mise en place d'une filière de production d'huiles essentielles en agriculture biologique préférentiellement commercialisées en circuits courts.

Il s'agira dans un premier temps (3 ans, 2013-2015), par un choix judicieux de matériel végétal original, d'itinéraires techniques bien adaptés, par l'utilisation d'un équipement performant, de mettre en évidence les potentialités et la rentabilité d'une production locale.

OBJECTIFS DES ESSAIS

- Etudier la faisabilité et la rentabilité de la production d'huile essentielle en agriculture biologique.
- Déterminer les facteurs clés pour la production d'huile essentielle (date et nombre de récoltes, rendements, etc).

PROTOCOLE D'ETUDES SIMPLIFIE

Matériel végétal

Espèce	Accessions étudiées
Immortelle d'Italie	Populations prospectées en Corse par le CNPMAI
Menthe poivrée	Clones conservés et déjà étudiés au CNPMAI
Hysope couchée	2 populations prospectées dans le Sud Est de la France par le CNPMAI
Thym à thuyanol	9 clones issus des travaux de prospections / sélections du CNPMAI

Modalités expérimentées

- matériel végétal
- date de coupe
- hauteur de coupe
- nombre de coupes par an
- densité de plantation

Moyens mis en œuvre

- parcelles de culture implantées sur bâches au CNPMAI
- conduite en agriculture biologique
- notations agronomiques et morphologiques régulières
- récoltes manuelles au sécateur
- hydro-distillation au laboratoire du CNPMAI (ballons de 2L)

HYSOPE COUCHEE

Evaluation – production huile essentielle

Organisme réalisateur : CNPMAI

CONTEXTE, ENJEUX

Le marché de l'huile essentielle d'hysope couchée est un marché de niche. L'huile essentielle est recherchée, elle fait défaut actuellement aux laboratoires d'aromathérapie en France.

C'est une plante rare dont il n'existe pas dans le commerce de semences ou de plants disponibles. De plus la culture est assez délicate.

Le CNPMAI dispose de plusieurs populations d'origine sauvage de cette variété. Il a déjà mis en culture (micro-parcelles) de l'hysope couchée avec des résultats nuancés dont il a pu tirer quelques enseignements laissant envisager une possible mise en culture locale.

OBJECTIFS DE L'ESSAI

- Déterminer les facteurs clés pour la production d'huile essentielle (date et nombre de récoltes, qualité de l'HE...).
- Evaluer la faisabilité de la production d'hysope couchée pour la production d'HE dans nos régions.
- Sélectionner du matériel végétal adapté.

MATERIELS ET METHODES

Matériel végétal utilisé

- Détails des populations étudiées :

N°	Espèce	Origine	Date récolte des graines-mères	Date semis	nb plants repiqués au champ
949	Hyssopus officinalis var decumbens	CNPMAI	27/09/11	20/03/2012	279
950	Hyssopus officinalis var decumbens	CNPMAI	28/10/11	20/03/2012	259

Dispositif expérimental

Multiplication sur tablette en serre froide :

- Semis le 20 mars 2012

Repiquage intermédiaire en mottes maraîchères (stockage en tunnel) :

- Fin avril 2012

Implantation en plein champ : 6 juin 2012

- 05/06/2012 : Préparation du sol + pose et « trouage » des bâches plastiques
- 06/06/2012 : Plantation et irrigation
- 17/07/2012 : Désherbage au pied et remplacement des pieds morts

Antécédents culturaux / traitement de la parcelle :

- 2009 : retournement de prairie (printemps) puis culture de moutarde (automne)
- 2010 : pas de culture

- 2011 : traitement de la parcelle en AB (désherbage manuel sur les rangs et mécanique dans les passages, pas d'apport d'engrais autre que celui fourni par la moutarde et la prairie des précédents culturaux)
- 2012 : traitement en AB (idem 2011)

Protocole d'études

Détails de la densité de plantation

- Culture en bande (90 cm de large) de 3 rangs.
- Espacement entre rangs sur la bande : 30 cm.
- Espacement entre 2 pieds sur le rang : 30 cm.

D'où :

- si allée de 1.2 m (réel) entre 2 bandes, une densité de 48 000 plants/hectare
- si allée de 0.6 m (théorique) entre 2 bandes, une densité de 67 000 plants/hectare

Modalités expérimentées :

- 2 populations n° 949 et la n° 950
- 2 années de récolte
- 4 dates de coupe par an :
 - 2012 : 08/08/2012 ; 22/08/2012 ; 17/09/2012 ; 8/11/2012
 - 2013 : 10/07/2013 ; 01/08/2013 ; 05/09/2013 ; 21/10/2013
- pour la 2^{ème} année (2013) :
 - récolte sur pieds déjà récoltés en 2012
 - récolte sur pieds non récoltés en 2012

Récolte et évaluations :

- Technique de récolte :
 - au sécateur en laissant 10 cm de tige à la base.
- Nombre de pieds récolté par coupe et par modalité pour chaque population : 10 pieds
- Distillations :
 - réalisées le jour même
 - hydrodistillations en micro-alambics (2 litres) de laboratoire ;
 - 2 hydrodistillations par lot récolté.

RESULTATS ET DISCUSSION

Données agronomiques et morphologiques

Aspect sanitaire des plants et mortalité

Bien que l'on atteigne un taux de mortalité de près de 15%, aucun plant mort n'est identifiable avant la récolte. En effet, le port étalé de la plante permet à cette dernière d'exploiter l'espace laissé libre par un plant mort.

La culture d'hysope dans la région semble donc tout à fait possible.

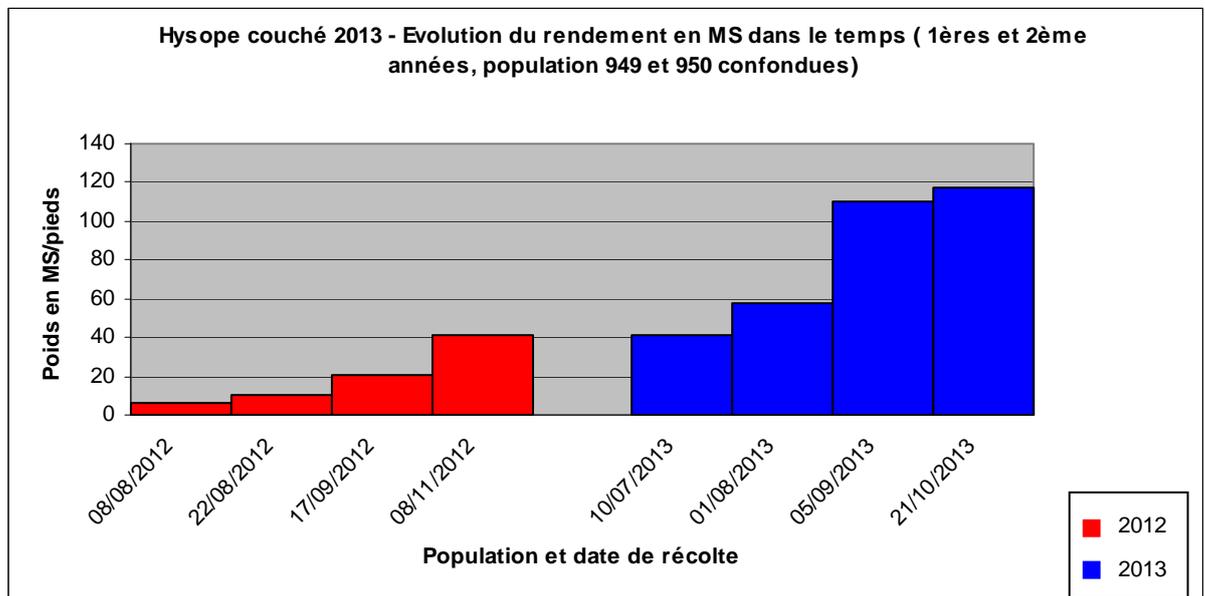
Rendement en matière sèche (MS)

Les rendements en MS augmentent régulièrement d'août 2012 à septembre 2013 puis se stabilisent en fin de saison.

La récolte en première année est pénalisante pour la seconde (baisse d'environ 25 à 50 % des rendements des pieds déjà récoltés l'année précédente par rapport aux pieds qui n'avaient pas été récoltés).

Sur ce critère, les deux populations sont assez semblables.

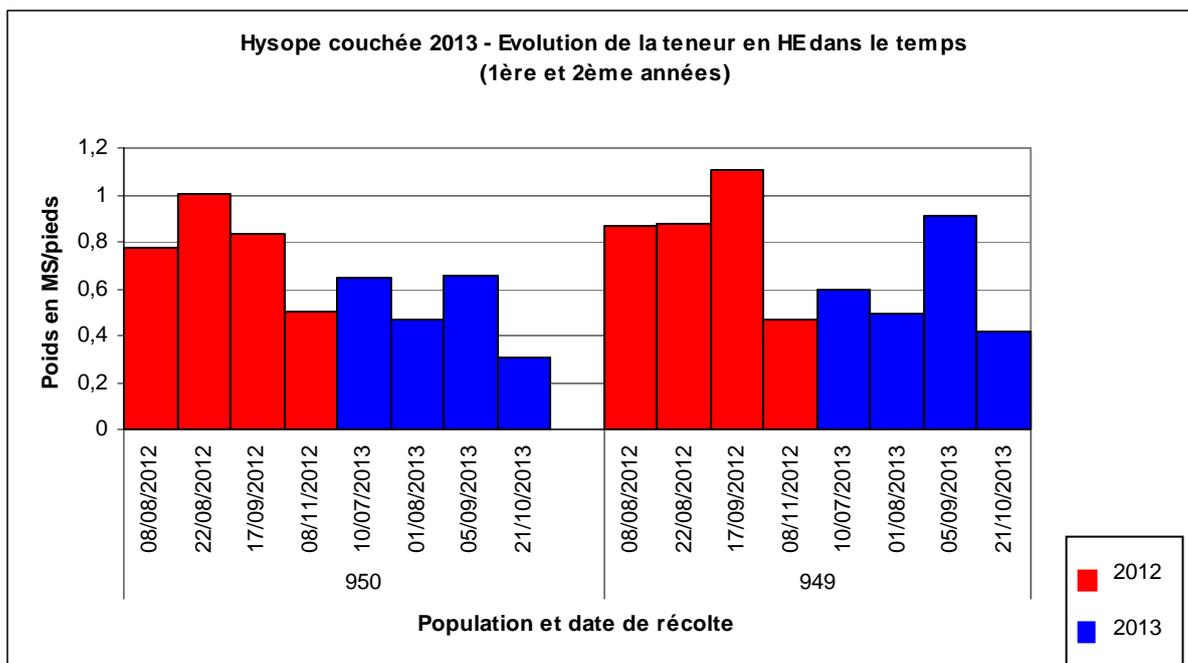
En deuxième année de culture, on remarquera qu'entre juillet et septembre, les rendements en MS doublent voire triplent.



Teneur en huile essentielle (HE)

Les conditions climatiques de la saison semblent avoir une grosse influence sur les teneurs (teneurs jusqu'à deux fois plus faibles) entre 2012 et 2013 pour la même date de coupe.

Au cours d'une même saison les teneurs semblent pouvoir fluctuer soit en fonction des conditions climatiques (ex entre juillet et août 2013) soit en fonction du stade de développement de la plante : la teneur est maximale lors de la pleine floraison (septembre).



Rendement en huile essentielle (HE)

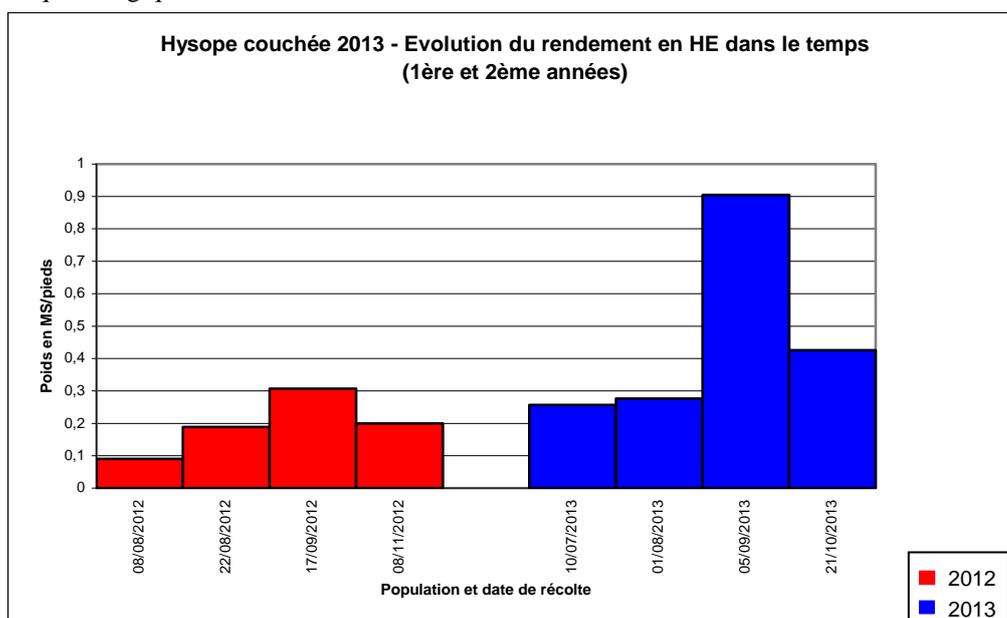
Les rendements en HE d'un pied d'hysope couchée sont très faibles la première année et atteignent rarement le millilitre en seconde année (en septembre)

La somme des rendements 2012 et 2013 (pieds récoltés deux fois) comparée au rendements des pieds récoltés uniquement en 2013 donne des résultats assez semblables.

Les rendements de juillet et août sont assez comparable et un peu inférieurs à ceux d'octobre. Les rendements de septembre sont au moins deux fois supérieurs à ceux de juillet et août (voire à ceux d'octobre).

Les valeurs obtenues dans cet essai sont à prendre avec prudence et sans doute à minimiser assez fortement pour plusieurs raisons :

- récolte au sécateur optimisant les rendements (pas de perte) ;
- traitement après récolte sans perte qualitative ou quantitative (distillation dans les 24 h) ;
- distillation dans des alambics de laboratoire optimisant les teneurs en HE ;
- culture sur bâche tissée limitant les contacts de la terre avec une plante à port rampant et sensible aux attaques fongiques.



Pieds dressés

Dans la population '950' 9 pieds robustes à port dressé ont été repérés, récoltés et distillés en septembre 2013.

Les résultats obtenus (rendements MS et HE, teneur en HE) et leur aspect morphologique laisse à penser que ces individus appartiennent à la sous-espèce officinalis classique.

L'analyse des huiles essentielles, si elle est réalisée, devrait permettre d'y voir plus clair.

Si par contre un ou plusieurs des profils chromatographiques correspondai(en)t à celui de la variété decumbens, nous aurions trouvé là du matériel végétal autrement plus exploitable que la variété decumbens elle-même:

- port dressé ;
- rusticité probable ;
- densité de plantation ;
- productivité en HE ;
- homogénéité du produit.

Avec un souci tout de même : celui de devoir mettre en culture un ou plusieurs clones (multiplication végétative plus couteuse).

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Conclusions

La récolte en première année de culture est plutôt à proscrire (couteuse en manipulation).

La population 949 paraît plus productive en HE et non polluée par des individus appartenant à un autre taxon d'hysope.

Le dispositif de cet essai, en bandes de 3 rangs (30 cm entre rangs, 30 cm entre pieds sur le rang, 90 cm entre bandes soit une densité de 67000 plants/ha) où les pieds se recouvrent trop vite et se contaminent (champignons) ainsi les uns les autres très facilement devrait être utilement comparé à un dispositif à densité plus faible (42000 plants/ha, bande de 3 rangs espacée de la bande suivante de 1 mètre, rangs sur la bande espacés de 40 cm, pied sur le rang espacés de 40 cm).

Perspectives 2014

L'étude qualitative des huiles essentielles tant des populations '949' et '950' que des pieds dressés trouvés dans la '950' reste à faire.

L'impact du froid et/ou de l'humidité de l'hiver 2013-2014 devra être analysé en fonction des modalités mises en place en 2013 (dates de coupe).

Des essais seront réalisés en conditions réelles de culture chez des producteurs de la région milliaquoise.

HELYCHRYSUM ITALICUM

Evaluation – production huile essentielle

Organisme réalisateur : CNPMAI

CONTEXTE, ENJEUX

En France, L'immortelle d'Italie est surtout cueillie en Corse, où croît, en relative abondance, un écotype particulier riche en acétate de néryl et recherché par les laboratoires d'aromathérapie. Depuis quelques années cependant, il semble que les laboratoires aient des difficultés d'approvisionnement. Les raisons peuvent être diverses et variées : augmentation de la demande, baisse de l'offre d'autres fournisseurs, comme l'Albanie, par exemple, épuisement des ressources naturelles...

Toujours est-il qu'un certain nombre de velléités de mise en culture se sont manifestées dans le Sud-Est (Rhône-Alpes et PACA). Des demandes d'informations assez nombreuses sur le matériel végétal à utiliser, sur les possibilités de le trouver en pépinières (demandes assez conséquentes de plants) ou dans la nature ont amené le CNPMAI à travaillé sur cette espèce depuis plusieurs années (cf résultats antérieurs), protégée en région PACA mais très commune en Italie, en Croatie et en Corse.

En région parisienne, avec le matériel végétal sélectionné par le CNPMAI, notamment par rapport à la résistance au froid, la culture présente des potentialités intéressantes qui restent à valider.

OBJECTIFS DE L'ESSAI

- Etudier la faisabilité de la culture d'immortelle dans nos régions (notamment par rapport à la résistance au froid)
- Acquérir des données techniques pour optimiser la production d'huile essentielle bio.

RESULTATS ANTERIEURS

2003 :

- Prospection d'une vingtaine de populations corses.

2004-2006 :

- Evaluation quantitative des populations prospectées.
- Evaluation quantitative d'une vingtaine d'individus parmi les plus productifs.

2007-2012 :

- Conservation des meilleurs clones et des meilleures populations.
- Production de semences.
- Evaluation quantitative de nouveaux clones.

MATERIELS ET METHODES

Matériel végétal utilisé

- Populations issues des prospections du CNPMAI (origine Corse) sélectionnées pour leur résistance au froid

Dispositif expérimental

Multiplication sur tablette en serre froide :

- semis en pot de 1L en serre froide : 8 juin 2012
- repiquage en mottes maraîchères au stade 2 à 3 feuilles : 22 juin 2012 (environ 800 plants)
- maintien en tunnel jusqu'à la plantation

Implantation en plein champ :

- 22 août 2012
- sur bâche tissée
- 2 densités de plantation : 24 000 plants/ha et 48 000 plants/ha
- arrosage à la plantation

Antécédents culturaux / traitement de la parcelle :

- 2011 : retournement de prairie (printemps)
- 2012 : pas de culture, traitement de la parcelle en AB

Protocole d'études – Essai 2011 et Essai 2012

Modalités expérimentées :

- 2 hauteurs de coupe : 10 cm et 15 cm
- 3 dates de récolte : 11/08/2013 ; 05/09/2013 et 21/10/2013
- 2 densités de plantation :

Détails de la densité de plantation

- Culture en bande (90 cm de large) de 2 et 3 rangs.
- Espacement entre rangs sur la bande, si 3 rangs : 30 cm ; si 2 rangs : 45 cm.
- Espacement entre 2 pieds sur le rang, si 3 rangs : 30 cm ; si 2 rangs : 40 cm.

2 densités réelles de plantations ont été mises en place au conservatoire :

- 24 000 plt/ha (2 plantes par largeur de bandes, chaque bande espacée d'une allée de 1,20 m)
- 48 000 plt/ha (3 plantes par largeur de bandes, chaque bande espacée d'une allée de 1,20 m)

2 densités théoriques ont été calculées en fonction des densités mises en place :

- 33 000 plts/ha (même paramètre que pour une densité de 24 000plt/ha mais les allées sont réduites à 0.6 m pour les calculs).
- 62 000 plts/ha (même paramètre que pour une densité de 48 000plt/ha mais les allées sont réduites à 0.6 m pour les calculs).

On a donc les 8 modalités suivantes :

- 1 - 24 000 plts/ha récolte à 15 cm (modalité réelle)
- 2 - 24 000 plts/ha récolte à 10 cm (modalité réelle)
- 3 - 33 000 plts/ha récolte à 15 cm (modalité théorique)
- 4 - 33 000 plts/ha récolte à 10 cm (modalité théorique)
- 5 - 48 000 plts/ha récolte à 15 cm (modalité réelle)
- 6 - 48 000 plts/ha récolte à 10 cm (modalité réelle)
- 7 - 62 000 plts/ha récolte à 15 cm (modalité théorique)
- 8 - 62 000 plts/ha récolte à 10 cm (modalité théorique)

Descriptions des populations :

- Observation de l'aspect sanitaire et notation du taux de mortalité les : 07/05 ; 31/07 ; 07/11/2013

Récolte et évaluations :

- Technique de récolte :
 - au sécateur en laissant 10 cm de tige à la base pour certaines et 15 cm pour d'autres.
- Nombre de pieds récolté par coupe :
 - 10 à 20 pieds par modalité
- Distillations :
 - réalisées le jour même ou 3 jours plus tard ;
 - hydrodistillations en micro-alambics (2 litres) de laboratoire ;
 - 2 hydrodistillations par lot (modalité).

RESULTATS ET DISCUSSION

Figure 1 : tableau récapitulatif des résultats obtenus sur l'évaluation quantitative de 2013.

Modalités		SANS CORRECTION MORTALITE/MALADIE																			
Densité de plantation (plts/ha)	Hauteur de coupe (en cm à partir du sol)	Nb de pieds morts	Nb de pieds malades	Coef de correct (1 mort=1, 1 malade=0,5)	Rdmt en MS (g/pied)			Teneur en HE (ml/100g de MS)			Rdmt en HE (ml/pied)										
					1/8/2013	05/09/13	21/10/13	MOY	1/8/2013	05/09/13	21/10/13	MOY	1/8/2013	05/09/13	21/10/13	MOY					
44000	15				34,8	28,2	59,2	41	0,60	0,73	0,49	0,60	0,21	0,20	0,29	0,23	9,1	9,0	12,8	10,3	
44000	10				37,7	40,0	79,6	52	0,51	0,83	0,49	0,61	0,19	0,33	0,39	0,30	8,4	14,6	17,1	13,4	
22000	15				57,6	44,3	76,7	60	0,52	0,76	0,65	0,64	0,30	0,34	0,50	0,38	6,6	7,4	11,0	8,3	
22000	10				39,3	60,9	128,6	76	0,55	1,04	0,51	0,70	0,22	0,64	0,66	0,50	4,8	14,0	14,5	11,1	
				MOY	42	43	86	57	0,54	0,84	0,54	0,64	0,23	0,38	0,46	0,35	7,2	11,2	13,8	10,8	
66000	15												13,7				13,5	19,2		15,5	
66000	10												12,7				21,9	25,7		20,1	
33000	15												9,9				11,1	16,5		12,5	
33000	10												7,2				21,0	21,7		16,6	
													MOY				10,9	16,8		20,8	16,2

Modalités		AVEC CORRECTION MORTALITE/MALADIE																			
Densité de plantation (plts/ha)	Hauteur de coupe (en cm à partir du sol)	Nb de pieds morts	Nb de pieds malades	Coef de correct (1 mort=1, 1 malade=0,5)	Rdmt en MS (g/pied)			Teneur en HE (ml/100g de MS)			Rdmt en HE (ml/pied)										
					1/8/2013	05/09/13	21/10/13	MOY	1/8/2013	05/09/13	21/10/13	MOY	1/8/2013	05/09/13	21/10/13	MOY					
44000	15	39	15	13,40%	30,1	24,4	51,3	35,3	0,52	0,63	0,43	0,52	0,18	0,18	0,25	0,20	7,9	7,8	11,1	8,9	
44000	10	39	15	13,40%	32,6	34,7	69,0	45,4	0,44	0,72	0,42	0,53	0,17	0,29	0,34	0,26	7,3	12,6	14,8	11,6	
22000	15	1	1	2,50%	56,2	43,2	74,8	58,1	0,51	0,74	0,63	0,63	0,29	0,33	0,49	0,37	6,4	7,2	10,7	8,1	
22000	10	1	1	2,50%	38,4	59,4	125,4	74,4	0,54	1,02	0,50	0,68	0,21	0,62	0,64	0,49	4,7	13,6	14,1	10,8	
				MOY	39,3	40,4	80,1	53,3	0,50	0,78	0,50	0,59	0,21	0,35	0,43	0,33	6,6	10,3	12,7	9,9	
66000	15	39	15	13,40%									11,8				11,7	16,6		13,4	
66000	10	39	15	13,40%									11,0				19,0	22,2		17,4	
33000	15	1	1	2,50%									9,7				10,8	16,1		12,2	
33000	10	1	1	2,50%									7,0				20,4	21,2		16,2	
													MOY				9,9	15,5		19,0	14,8

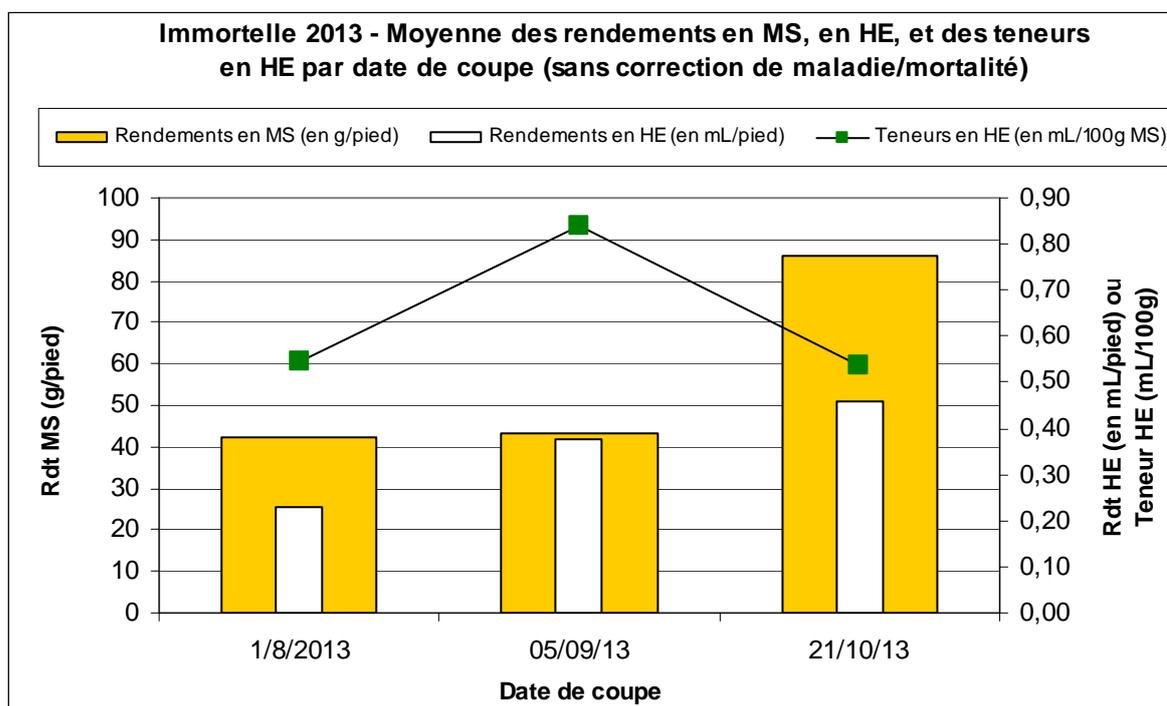
Vigueur/ Résistance des clones

Trois principales zones de mortalité des plants sont facilement observables dans l'essai 3 rangs : les pieds meurent puis, aux dates d'observations suivantes, les pieds alentours sont en mauvais état (les feuilles sèchent, changent de couleur, ne se développent pas...) puis meurent à leur tour.

Quant à l'essai 2 rangs, on relève seulement un pied mort (l'effectif de cet essai était cependant moindre).

L'espace plus important (densité faible) peut donc être un facteur bénéfique pour la culture d'immortelle : cela permettrait de réduire la propagation des maladies ; ou bien au système racinaire de mieux se développer et donc mieux résister.

Evaluation quantitative



Rendements en matière sèche (MS) :

- pas véritablement d'augmentation de la MS entre août et septembre
- par contre forte augmentation (100%) de rendement entre début septembre et mi-octobre

Teneur en huile essentielle (HE) :

La teneur en HE augmente d'août à septembre (+ 55%) puis redescend en octobre à sa valeur d'août.

Rendement en HE :

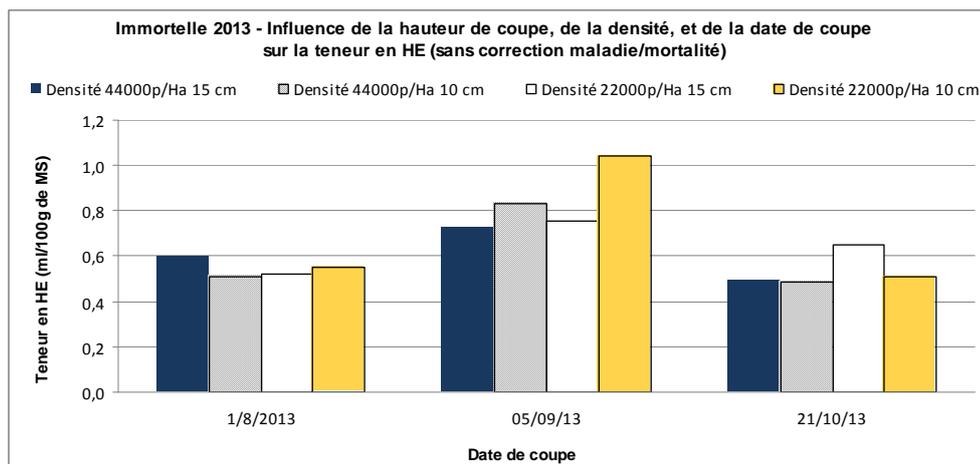
Au final le rendement en HE ne cesse d'augmenter au cours de la saison (+ 69 % d'août à septembre et + 28 % de septembre à octobre)

Influence de la hauteur de coupe

Rendements en matière sèche (MS) :

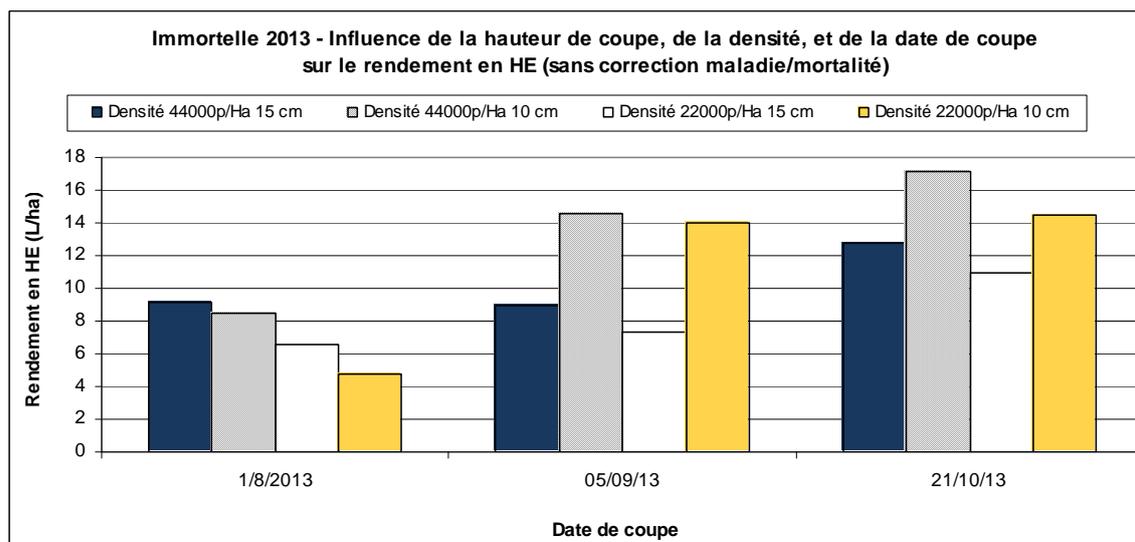
- Compte tenu de la taille des plants lors de la première coupe, il n'y a pas de différence significative entre les deux hauteurs de coupe.
- Par contre en août et en septembre il y a 25 à 40 % de rendement en plus sur une coupe à 10 cm du sol que sur une coupe à 15 cm quelle que soit la densité de plantation.

Teneur en huile essentielle (HE) :



- Pour une même date de coupe, il est difficile d'exploiter les faibles variations entre les différentes densités et les différentes hauteurs de coupe.
- Peut-être cela signifie-t-il que l'HE est répartie de façon assez homogène dans la partie aérienne de la plante ?

Rendement en HE :



- Au final et à l'exception de la première coupe, les rendements en HE sont nettement supérieurs lorsque l'on baisse la hauteur de coupe de 15 à 10 cm (+ 40 % environ en septembre et + 25 % en octobre) quelle que soit la densité de plantation

Influence de la densité de plantation

Etat sanitaire :

- Passer de 2 à 3 rangs entraîne à priori une dégradation plus importante de la culture (mortalité et maladie) notamment par des contacts plus rapides et plus fréquents entre les plantes.

Rendements en matière sèche (MS) :

- Le rendement par pied est nettement supérieur (+ 40 % environ) quand la densité de plantation est plus faible (ce qui paraît logique) quelles que soient les dates ou les hauteurs de coupe.

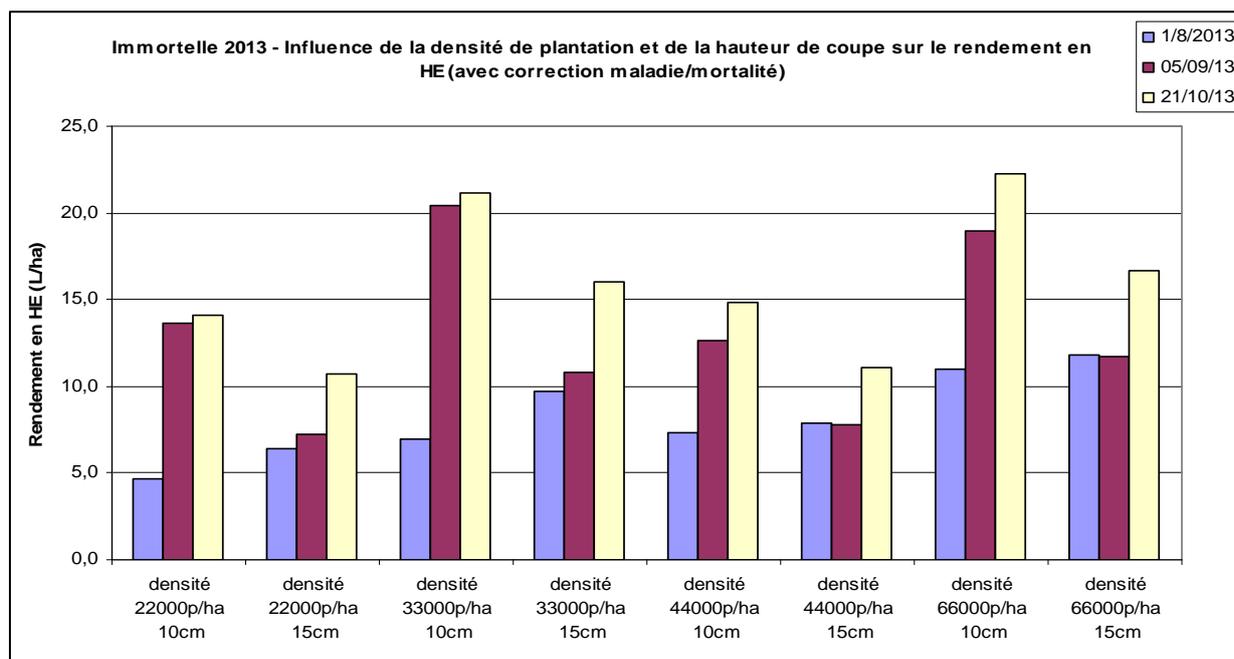
Teneur en huile essentielle (HE) :

- Bien que les données soient assez variables, on constate des teneurs supérieures (dans presque tous les cas de hauteurs et dates de coupe) de 15 à 30 % pour les densités les plus faibles. Pourquoi ? Cet intéressant résultat, difficilement explicable, est cependant à confirmer.

Rendement en HE par pied :

- Compte tenu des 2 paramètres précédents (rendement MS et teneur) dont la conjugaison donne le rendement en HE par pied, ce dernier ne peut être que très supérieur lorsque la densité de plantation est plus faible.

Rendement en HE par hectare (corrigé par le taux de mortalité) :



- Ramené à l'hectare, le rendement en HE augmente de 23 à 57 % (selon les hauteurs de coupe) en août lorsque l'on passe d'une densité de plantation du simple au double (de 22000 à 44000 plants/ha).
- Par contre pour les deux autres dates de coupe, l'augmentation de rendement est négative à faible (-7 à +8 %) quelle que soit la hauteur de coupe.
- La réduction des inter-bandes, donc l'augmentation théorique de la densité de plantation (de 50%) accroît le rendement théorique d'autant, bien sûr.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Date de coupe

Par le passé (essai 2007) nous avons montré l'évolution de la teneur en HE de juillet à début octobre. Il semblerait, au vu des résultats de cet essai, que la teneur peut baisser en fin de saison (au cours d'octobre).

Il semblerait également que le rendement en matière sèche progresse quant à lui, au moins jusque dans la deuxième moitié d'octobre (conditions climatiques de 2013).

En combinant les deux facteurs précédents, on constate que les rendements en HE progressent encore en octobre.

Avant de prendre la décision d'effectuer une récolte tardive, on devra faire attention :

- à la dégradation possible des conditions climatiques en arrière saison ;
 - à la qualité de l'huile essentielle en fonction des saisons (varie t'elle significativement ?) ;
- étude encore à mener ;
- à la reprise des plantes le printemps suivant ; observations à venir (2014).

En étant prudent, on conseillera de ne pas dépasser la fin septembre pour effectuer la récolte.

Hauteur de coupe

L'abaissement de la hauteur de coupe (surtout hors période de floraison) accroît d'autant les rendements en HE.

La recommandation finale pour cette hauteur dépendra donc presque uniquement de la reprise des plants au printemps (observations 2014).

Densité de plantation

Plus la densité est forte et plus la propagation des maladies fongiques semble importante dans cette culture fragile.

Ceci réduit d'autant les rendements en HE au final.

D'autres facteurs doivent être pris en considération dans le choix de la densité :

- prix du plant
- recouvrement du sol et économie de désherbage

Au vu des résultats de cet essai, une densité de l'ordre de 33 000 plants/hectare nous paraît correcte.

- bande de 2 rangs espacés de 40 cm
- 40 cm également entre 2 pieds sur le rang
- bande espacées de 1,10 m de la bande suivante

Ces préconisations culturales peuvent laisser envisager la production d'une dizaine de litres à l'hectare en deuxième année de culture.

THYM COMMUN ch.THUYANOL

Evaluation

Rattachement à la fiche d'opération et année de réalisation : Gestion des Ressources Génétiques - 2013
Organisme réalisateur : CNPMAI

CONTEXTE, ENJEUX :

Le thym, qui est une espèce majeure de la filière PPAM, possède de nombreux types chimiques dont les propriétés peuvent être assez différentes. L'huile essentielle de thym à thuyanol est utilisée en aromathérapie, avec des emplois assez proches de celle du tea tree, qui connaît un grand succès depuis 1985.

Cependant la production de thym à thuyanol est extrêmement réduite faute de matériel végétal disponible. Il a donc été demandé au Conservatoire d'étudier de façon plus approfondie les clones de ce thym chémotypé issus des sélections 2000-2006 du CNPMAI (8 clones) et conservés en plein champ.

OBJECTIF DE L'ESSAI

- Sélection de deux à trois clones répondant à la fois à des critères agronomiques (résistance au froid, productivité en huile essentielle, bonne capacité de multiplication) et chimiques (teneur correcte en thuyanol).

ETAT DE L'ART

Les populations sauvages de thym commun (*Thymus vulgaris* L.) sont caractérisées par une large variabilité chimique [8]. Sept chémotypes ont été décrits parmi les populations sauvages du sud de la France [13] [9] et de l'est de l'Espagne [2] : thymol, carvacrol, linalol, géraniol, α -terpinéol, thuyanol 4 - terpinéol 4 et 1,8 cinéole.

Largement utilisé en aromathérapie pour ses propriétés anti-infectieuses, viricides puissantes, mais également réchauffantes, neurotoniques et antidiabétiques, l'huile essentielle du thym à thuyanol est préconisée dans des cas de gripes, bronchites, asthénie, dermites... [5]. A l'heure actuelle, l'attention des scientifiques se porte beaucoup sur les activités anti-bactériennes [12], anti-oxydantes [4], larvicides [10], anti-virales [7], anti-fongiques [7] très intéressantes de ce chémotype de thym particulier.

Une étude de 2005 sur des populations sauvages du sud de la France montre que le type thuyanol est plutôt mineur [9] [11] et que les proportions des différents composants de l'huile essentielle pouvaient varier suivant les saisons et les stades de développement de la plante [9].

L'analyse des variables étudiées au CNPMAI sur les populations issues de prospection, croisées avec les informations sur leurs origines géographiques, a confirmé la distribution des chémotypes de thym. En effet, il a été constaté que les chémotypes phénolés étaient fortement présents à basse altitude, remplacés en montant en altitude, par les types à linalol, géraniol, α -terpinéol dans les Alpes et par le type à thuyanol dans le Pyrénées [1].

Les travaux de la chambre d'agriculture de la Drôme ont permis de constituer une collection de clones de thym à thuyanol au début des années 90 [3]. Mais les cultures se sont montrées difficilement rentables du fait de plusieurs problèmes agronomiques majeurs : taux de reprise au bouturage et de reprise au champ assez faibles, forte mortalité au champ (déperissement asymptotique) entraînant un fort enherbement et donc de faibles rendements [comm. pers. CA26]. Aucun autre article ne fait état de création variétale sur ces clones à thuyanol. Il ne semble plus exister aujourd'hui de matériel végétal disponible sur le marché.

(Liste des références bibliographiques à la fin de la fiche – figure 1)

TRAVAUX ANTERIEURS

- 2000 à 2002 : Prospections de 170 populations sur l'aire totale de répartition du thym commun.
- 2001 à 2006 : Evaluations du matériel prospecté (description morphologique, comportement agronomique, rendement en matière sèche de fleurs, teneur en huile essentielle, rendement en huile essentielle), tri de clones, évaluation qualitative des huiles essentielles.
- 2005 à 2012 : Conservation des clones triés, des populations prospectées, des semences issues de fécondation libre sur des collections de clones sélectionnés.

MATERIELS ET METHODES

Matériel végétal utilisé

- Détails des clones étudiés : 8 clones issus des prospections/sélections du CNPMAI.

Clone	Chémotype identifié antérieurement	nb plants au champ
milly 1	THUYANOL	48
milly 2	thuyanol + myrcène	44
milly 3	thuyanol + linalol	110
milly 4	THUYANOL + linalol	48
milly 5	THUYANOL	27
milly 6	THUYANOL	48
milly 7	THUYANOL + thymol	49
milly 8	THUYANOL + a-terpinéol	27

Dispositif expérimental

Multiplication par bouturage :

- 31 janvier 2012 sur tablette en serre froide.

Implantation en plein champ : 4 avril 2012

- 27 à 110 plants/clones ;
- sur bâche tissée ;
- conduite de la parcelle en agriculture biologique.

Antécédents culturaux / traitement de la parcelle :

- 2009 : retournement de prairie.
- 2010-2011 : traitement de la parcelle en AB (désherbage mécanique et manuel, pas d'apport d'engrais).
- Arrosage à la plantation (4/04/12).

Protocole d'études

Détails de la densité de plantation

- Culture en bande (90 cm de large) de 3 rangs.
- Espacement entre rangs sur la bande : 30 cm.
- Espacement entre 2 pieds sur le rang : 30 cm.

D'où :

- si allée de 1.2 m entre 2 bandes, une densité de 48 000 plants/hectare
- si allée de 0.6 m entre 2 bandes, une densité de 67 000 plants/hectare

Descriptions des clones :

- notation de l'état sanitaire et du taux de mortalité
- évaluation de la sensibilité aux pathogènes (pas d'inoculation volontaire)

Modalités expérimentées :

- 8 clones
- 2 années de récolte
- 1 à 3 dates de coupe par an :
 - 2012 : 8/11
 - 2013 : 22/05, 06/06 et 05/09
- pour la 2^{ème} année (2013) :
 - les deux récoltes de printemps sont effectuées sur des pieds différents, par contre, peuvent ou non être effectuées sur des pieds déjà récoltés en octobre 2012
 - pour la coupe d'été, 5 pieds sont récoltés sur des pieds déjà récoltés au printemps et 5 autres sur des pieds non récoltés (récoltés ou non en octobre 2012).

Récolte et évaluations :

- Technique de récolte :
 - au sécateur en laissant 5 à 10 cm de tige feuillée.
- Nombre de pieds récoltés par coupe et par modalité pour chaque population :
10 pieds
- Distillations :
 - réalisées le jour même
 - hydrodistillations en micro-alambics (2 litres) de laboratoire ;
 - 2 hydrodistillations par lot récolté.
- Analyses qualitatives des huiles essentielles des meilleurs clones pressentis :
 - CPG par le laboratoire de phytochimie de l'iteipmai.

RESULTATS ET DISCUSSION

Données agronomiques

Les résultats portent sur deux années d'observation (2012 et 2013). Ils sont présentés dans les tableaux ci-après.

Figure 2 : Données quantitatives 2012/2013 des clones étudiés.

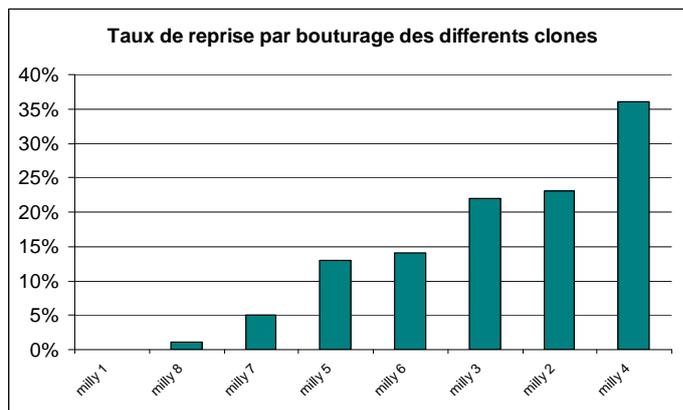
CLONE	SANS CORRECTION MORTALITE/MALADIE												AVEC CORRECTION MORTALITE/MALADIE												
	Rendement en MS (en g/pied)						Teneur en HE (ml/100g de MS de partie aérienne)						Rendement en HE (ml/pied)						Rendement en HE (ml/pied)						
	08/11/12	22/05/13	06/06/13	05/09/13	MOY	08/11/12	22/05/13	06/06/13	05/09/13	MOY	08/11/12	22/05/13	06/06/13	05/09/13	MOY	08/11/12	22/05/13	06/06/13	05/09/13	MOY	08/11/12	22/05/13	06/06/13	05/09/13	MOY
milly 3	26,4	70,6	54	57,2	52,0	1,1	0,60	0,84	1,05	0,91	0,30	0,43	0,45	0,57	0,44	0,27	0,38	0,40	0,50	0,39	17,9	25,3	26,8	33,7	25,94
milly 1	6,7			29,7	18,2	3,3			3,59	3,42	0,22			1,07	0,64	0,19			0,81	0,50	12,9			54,4	33,66
milly 7	15,0			43,0	29,0	2,9			2,76	2,82	0,43			1,19	0,81	0,28			0,77	0,53	18,8			51,9	35,37
milly 2	11,1	39,8	55	43,8	37,4	2,5	2,01	1,98	2,39	2,22	0,28	0,80	1,09	0,99	0,79	0,26	0,76	1,04	0,95	0,75	17,7	51,2	69,6	63,5	50,48
milly 8	10,8	79,4	35,8	31,9	39,5	2,8	2,84	3,88	2,17	2,92	0,30	2,25	1,39	0,69	1,16	0,30	2,25	1,39	0,69	1,16	20,4	150,8	93,0	46,2	77,61
milly 6	14,8	28,2	26,4	44,2	28,4	4,9	4,40	4,83	4,47	4,65	0,72	1,24	1,28	2,03	1,32	0,66	1,14	1,17	1,86	1,21	44,5	76,3	78,3	124,4	80,90
milly 4	18,0	92,75	77,1	48,3	59,0	2,2	2,40	2,98	1,96	2,39	0,40	2,23	2,30	0,90	1,46	0,34	1,88	1,94	0,76	1,23	22,8	125,8	130,0	51,0	82,41
milly 5	13,7	73,2	51,2	37,9	44,0	2,8	3,50	3,40	2,16	2,97	0,38	2,56	1,74	0,80	1,37	0,38	2,56	1,74	0,80	1,37	25,8	171,8	116,6	53,6	91,95
MOY	14,9	64,4	48,0	41,5	38,6	2,9	3,20	3,27	2,92	3,06	0,41	1,99	1,44	1,16	1,14	0,36	1,81	1,31	0,99	1,00	24,1	121,0	88,0	66,6	67,1

Figure 3 : Données qualitatives des meilleurs clones étudiés (agronomiques).

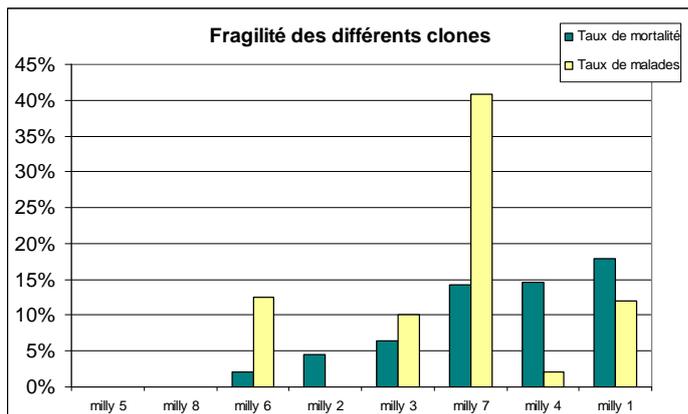
CLONE	état	α-thuyène	α-pinène	camphène	sabinène	β-pinène	myrcène	α-terpinène	p-cymène	limonène	cinéole	g-terpinène	cis sabinène	hydrate =thuyanol	cis sabinène	acétate de thuyanol	terpinolène	linalol	4-terpinéol	α-terpinéol	linalyl acétate	thymol	carvacrol	α-terpinyl acétate	β-caryophyllène	
milly 8	végétatif	1,34	1,56		1,56	3,72	2,05	2,81		3,66	27,16	7,02	0,80	6,90	9,27	2,45	2,106	1,43								
	pleine floraison	1,08	2,30	2,64	2,64	5,72	3,73	3,75		6,12	26,71	4,84	1,34	7,56	13,32	2,62	6,93									
milly 6	végétatif	1,53	1,72		1,72	5,85	2,40	2,67		4,20	28,16	10,02	0,92	5,18	8,32	2,45	1,30	2,10								
	pleine floraison	1,56	2,94	1,34	3,04	11,47	3,13	4,27		5,10	29,58	4,73	1,08	6,97	7,63	1,95	4,59									
milly 4	végétatif	1,39	1,45		1,45	5,52	2,78	2,70		4,93	21,43	5,80	1,08	17,41	10,87	2,63	3,67	9,90								
	pleine floraison	0,73	1,71	1,99	1,99	5,88	1,71	2,58		2,90	34,46	5,08	0,72	16,97	7,30	2,76	1,67	4,29								
milly 5	végétatif	1,54	1,83		1,83	5,18	2,03	3,06		3,66	31,20	8,55	0,83	5,92	8,07	2,62	15,66	1,93								
	pleine floraison	1,03	1,91	2,46	2,46	5,28	1,94	3,25		3,45	34,84	8,99	0,83	9,15	8,70	2,88	5,54	1,04								

Capacité de multiplication (fig 4):

L'appréciation de la capacité de multiplication des différents clones a été réalisée à partir d'une multiplication effectuée en novembre 2012. Ce taux varie de 0 à 35% et la moyenne est de 13%.



Taux de mortalité (fig 5):



Les clones de thym à thuyanol sont assez difficiles à réussir en culture.

Le pourcentage de pieds morts (après un hiver en pleine terre) varie de 0 à 18% et est en moyenne de 8%.

Le pourcentage de pieds malades varie de 0 à 40% avec une moyenne de 10%.

Les clones milly 5 et milly 8 sont relativement intéressants par rapport à ces critères.

Rendement en matière sèche (MS) :

Les rendements en MS varient au moins du simple au double (voire de 1 à 3) d'un clone à l'autre pour une même date de coupe.

Ils sont faibles (inférieurs à 30g/pied) pour une coupe de fin de saison en première année de culture.

Ils sont maximaux (30 à 90 g/pied) en pleine floraison au printemps de la deuxième année de culture.

Selon les clones, ils sont rarement un peu plus élevés mais le plus souvent plus faibles, début septembre de la deuxième année de culture ; ils ne dépassent alors jamais les 60 g/pied (30 à 50 g/pied).

Teneur en huile essentielle (HE) :

Les teneurs varient très fortement d'un clone à l'autre (d'un facteur 1 à 5) ; la hiérarchie des clones par rapport à ce critère est assez bien respectée d'une date de coupe à l'autre.

Finalement les teneurs varient assez peu pour un même clone au cours de la saison (conditions climatiques 2012-2013).

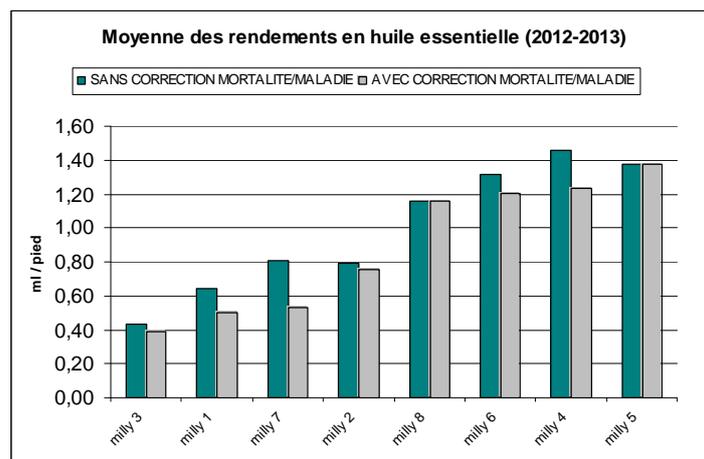
Il y a probablement un pic au cours d'une brève période pendant la pleine floraison mais les 2 dates de coupe du printemps, pourtant choisies dans ce but, ne la mettent pas trop en évidence.

Rendements en huile essentielle (HE) (fig 6) :

Le coefficient mortalité/malade appliqué dans les corrections de rendement en huile essentielle est basé sur une des notes attribuées à chaque individu :

- mort = 1
- malade = 0,5
- sain = 0

Les rendements en HE varient entre clone d'un facteur 1 à un facteur 4 (voire 6) quelles que soient les dates de coupe.



Pour les meilleurs clones, la récolte de fin de première année est 5 à 6 fois moins élevée que les récoltes du printemps suivant et 2 à 3 fois moins que la récolte de septembre de deuxième année.

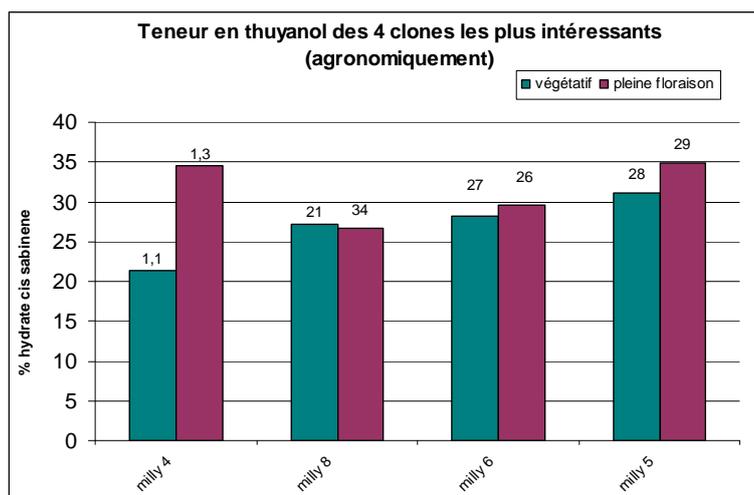
Les résultats élevés obtenus notamment pour les meilleurs clones à thuyanol (jusqu'à 172 litres/hectare) reflètent-ils la réalité d'une culture ? Probablement pas compte-tenu des éléments suivants :

- la récolte au sécateur est optimum (sans perte) ;
- la distillation est optimum (alambic de laboratoire) ;
- traitement optimum du matériel végétal après récolte avec notamment une distillation dans les 24 heures.

Qualité de l'huile essentielle (HE) (fig 7):

Pour les 4 clones retenus pour analyse, le taux de thuyanol quelque soit la saison, ne descend pas au dessous de 20% et ne dépasse jamais 35%. Il est en moyenne de 25 à 30%, il n'y a pas de différence significative entre les clones à ce niveau.

Il n'y a pas de variation importante du taux de thuyanol entre le stade végétatif et le stade pleine floraison.



CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

L'objectif de l'essai était principalement de trier les meilleurs clones, 3 ont été retenus à la fois pour leur faculté de multiplication végétative, leur état sanitaire (meilleure résistance au froid, à l'humidité, aux attaques fongiques...), leur productivité en HE et la qualité de cette dernière :

- milly 5
- milly 6
- milly 8

Autres enseignement à tirer de cet essai :

- la récolte en première année de culture est peu importante et ne peut qu'affaiblir le plant sur lequel elle est pratiquée, donc plutôt à proscrire ;
- la récolte au printemps en deuxième année de culture, stade pleine floraison, est la plus riche ; elle va de plus épargner à la plante une phase épuisante de maturation des graines et lui permettre, de ce fait, un développement végétatif post-floral plus rapide ;
- une deuxième récolte en fin d'été est également possible et intéressante ; l'effet de cette double récolte annuelle est cependant à étudier sur l'état sanitaire de la plante le printemps suivant.

Figure 1 : liste des sources bibliographiques

N° ref	Auteurs, année de publication	Titre de l'article, sources
1	Bouverat-Bernier J.P. (2008).	Rapport final de l'étude amélioration variétale du thym de Provence. Iteipmai, Chemillé.
2	Chizzola R., Bein-Lobmaier B., Franz C. (2005).	Variability in the essential oil of French and Spanish wild populations of Thyme (<i>Thymus vulgaris</i> L.) and their derived field grown plants. Agrimedia GmbH, Bergen/Dumme, Germany, Zeitschrift für Arznei- & Gewürzpflanzen, 10, 2, p. 82-90.
3	Delpit B. Lamy, J., Rolland F., Chalchat J. C., Garry R. P. (2000).	Clonal selection of sabinene hydrate-rich thyme (<i>Thymus vulgaris</i>). Yield and chemical composition of essential oils. Journal of Essential Oil Research, 12, 3, p. 387-391.
4	El-Nekeety A. A., Mohamed S. R., Hathout A. S., Hassan N. S., Aly S. E., Abdel-Wahhab M. A. (2011).	Antioxidant properties of <i>Thymus vulgaris</i> oil against aflatoxin-Induce oxidative stress in male rats. Elsevier Ltd, Oxford, UK, Toxicon, 57, 7/8, p. 984-991.
5	Franchomme P. (1990).	Aromathérapie exactement. Roger Jollois Editeur, p 403.
6	Giraud-Robert A. M. (2005).	The role of aromatherapy in the treatment of viral hepatitis. Elsevier, Amsterdam, Netherlands, International Journal of Aromatherapy, 15, 4, p. 183-192.
7	Iraj Rasooli, Abyaneh M. R. (2004).	Inhibitory effects of thyme oils on growth and aflatoxin production by <i>Aspergillus parasiticus</i>. Elsevier Science Ltd, Oxford, UK, Food Control, 15, 6, p. 479-483.
8	Jordán M. J., Martínez R. M., Goodner K. L., Baldwin E. A., Sotomayor J. A., Schloman W. W. Jr., Pascual-Villalobos M. J. (2006).	Seasonal variation of <i>Thymus hyemalis</i> Lange and Spanish <i>Thymus vulgaris</i> L. essential oils composition. Elsevier, Amsterdam, Netherlands, Industrial Crops and Products, 24, 3, p. 253-263.
9	Kaloustian J., Abou L., Mikail C., Amiot M. J., Portugal H. (2005).	Southern French thyme oils: chromatographic study of chemotypes. John Wiley & Sons, Chichester, UK, Journal of the Science of Food and Agriculture, 85, 14, p. 2437-2444.
10	Knio K. M., Usta J., Dagher S., Zournajian H., Kreydiyyeh S. (2008).	Larvicidal activity of essential oils extracted from commonly used herbs in Lebanon against the seaside mosquito, <i>Ochlerotatus caspius</i>. Elsevier, Oxford, UK, Bioresource Technology, 99, 4, p. 763-768.
11	Pasquier B. (2002, 2003).	Evaluation du thym commun. CNPMAI, Milly-la-forêt, Comptes-rendus techniques 2002, 2003.
12	Schmidt E., Wanner J., Höferl M., Jirovetz L., Buchbauer G., Gochev V., Girova T., Stoyanova A., Geissler M. (2012).	Chemical composition, olfactory analysis and antibacterial activity of <i>Thymus vulgaris</i> chemotypes geraniol, 4-thujanol/terpinen-4-ol, thymol and linalool cultivated in Southern France. Natural Product, Inc, Westerville, USA, Natural Product Communications, 7, 8, p. 1095-1098.
13	Vouillamoz J. F., Schaller M., Carron C. A., Bozzi-Nising A. (2009).	Discrimination of thyme chemotypes using the electronic nose SMart Nose®. Station Fédérale de Recherches Agronomiques de Changins, Nyon, Switzerland, Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture, 41, 6, p. 345-348.

MENTHE POIVREE

Evaluation – production huile essentielle

Organisme réalisateur : CNPMAI

CONTEXTE, ENJEUX

La menthe poivrée est une espèce aromatique de première importance mondiale. Plante bien adaptée au climat tempéré, c'est un hybride résultant du croisement d'une menthe douce et d'une menthe aquatique. Elle présente une grande diversité (variétés, clones).

Production phare de la région de Milly, trois variétés y ont été produites au cours des siècles passés et en font la renommée.

OBJECTIFS DE L'ESSAI

- Déterminer les facteurs clés pour la production d'huile essentielle (date et nombre de récoltes, qualité de l'HE...).
- Etudier la faisabilité de la production en agriculture biologique de menthe poivrée pour l'huile essentielle.
- Sélectionner un ou plusieurs clones adaptés à la production d'huile essentielle en AB.

RESULTATS ANTERIEURS

- **1988 à 1991**

Travail important d'acquisition de matériel végétal (plusieurs dizaines de clones), d'identification, d'évaluation et de classification.

- **1988 à 2008**

Entretien des collections en conteneurs sous tunnel.

- **2008/2010**

Vérification de la collection. Evaluation quantitative et qualitative de 18 clones de menthe poivrée dont la conclusion est le bon maintien des collections au Conservatoire.

MATERIELS ET METHODES

Matériel végétal utilisé

- Détails des clones étudiés :

cl. 'Digne-38'	Mentha x piperita	var. vulgaris
cl. 'Ribécourt'	Mentha x piperita	var. vulgaris
cl. 'Mitcham-Milly'	Mentha x piperita	var. vulgaris
cl. 'Ancienne Milly'	Mentha x piperita	var. officinalis
cl. 'Maine-et-Loire'	Mentha x piperita	var. officinalis
cl. 'Digne 38 All. Prov'	Mentha x piperita	var. vulgaris
cl. 'Perpeta 377'	Mentha x piperita	var. sylvestris
cl. 'Digne-39'	Mentha x piperita	var. sylvestris
cl. 'Digne-39-209 Dar'	Mentha x piperita	var. sylvestris
cl. 'Hongrie JBP'	Mentha x piperita	var. sylvestris

Dispositif expérimental

Multiplication sur tablette en serre froide :

- Boutures de parties aériennes en plaques alvéolées 96 trous (mottes maraîchères) sur tablette.
- Fin mars 2012

Implantation en plein champ: 16 mai 2012

- Bandes de 90 cm de large, espacées par un passage de 2m.
- 4 rangs espacés de 20 cm par bande de culture, et plants espacés de 15 cm sur le rang.
- Micro parcelles (une par clone) espacées les unes des autres de 1 m.

Antécédents culturaux / traitement de la parcelle :

- 2009 : retournement de prairie (printemps) puis culture de moutarde (automne)
- 2010 : pas de culture
- 2011 : traitement de la parcelle en AB (désherbage manuel sur les rangs et mécanique dans les passages, pas d'apport d'engrais autre que celui fourni par la moutarde et la prairie des précédents culturaux)
- Préparation du sol le 15/05/2012 (roto + engrais guanorg (0,5Kg/m²))
- Arrosage les 16/05/2012 ; 28/05/2012 ; 10/08/2012 ; 23/08/2012.

Protocole d'études

Descriptions des critères observés :

Critère observé	Date d'observation (en 2013)
Temps de désherbage	28/03 ; 05/06
Hauteur des plants	22/05
Couleur du feuillage	22/05
Densité de feuillage	22/05
Maladie (rouille)	22/05
Port, vigueur	22/05

Densité de plantation

Selon le lieu de récolte dans la parcelle, la densité de plantation est de l'ordre de 100 000 plants/ha.

Modalités expérimentées :

- 10 clones de différentes variétés
- 2 années de récolte
- 2 itinéraires techniques (1 coupe ou 2 coupes par an)
- 4 dates de coupe par an :
 - **2012** : 29/06, 07/08 ; 22/08 ; 17/09 ; 4/10
 - **2013** : 19/06 ; 01/08 ; 20/08 ; 26/09

Récolte et évaluations :

- Technique de récolte :
 - au sécateur à ras du sol.
- Nombre de pieds récoltés par coupe et par modalité pour chaque clone :
 - 20 à 50 pieds
- 2 itinéraires techniques :
 - 1 coupe : en août (effectuée sur une parcelle non déjà récoltée)
 - 2 coupes : juin et sept-oct (coupe d'automne effectuée sur parcelle récoltée en juin)
- Distillations :
 - réalisées le jour même ou deux jours plus tard ;
 - hydrodistillations en micro-alambics (2 litres) de laboratoire ;
 - 2 hydrodistillations par lot récolté.

RESULTATS ET DISCUSSION

Temps de travaux (désherbage)

Compte-tenu de la petitesse des parcelles de culture et de l'absence de répétition, les données recueillies sur les temps de désherbage sont quasiment inexploitable, du fait, notamment de l'hétérogénéité :

- des microparcelles (dimensions),
- des opérateurs,
- du couvert dû à l'hétérogénéité des coupes (fréquence, surface),
- du potentiel d'adventices selon l'emplacement de la microparcelle.

On peut constater, cependant, qu'en moyenne, les clones des variétés vulgaris et officinalis demandent 2 à 3 fois plus de temps de désherbage que ceux de la variété sylvestris.

Caractéristiques agronomiques et morphologiques

Les observations correspondent tout à fait à celles recueillies lors d'essais antérieurs. Nous ne reprendrons donc pas les descriptions déjà publiées par le CNPMAI, sauf pour souligner les caractéristiques les plus importantes pour guider le choix final d'une variété ou d'un clone :

- les clones de la variété officinalis sont moyennement vigoureux, à feuillage moyennement dense, à port dressé, peu résistants à la rouille, à floraison assez précoce ;
- les clones de la variété vulgaris sont assez peu vigoureux, à feuillage assez peu dense, à port plutôt couché, peu résistants à la rouille, à floraison moyennement précoce ;
- les clones de la variété sylvestris sont vigoureux, à feuillage dense, à port dressé, résistants à la rouille, à floraison assez tardive.

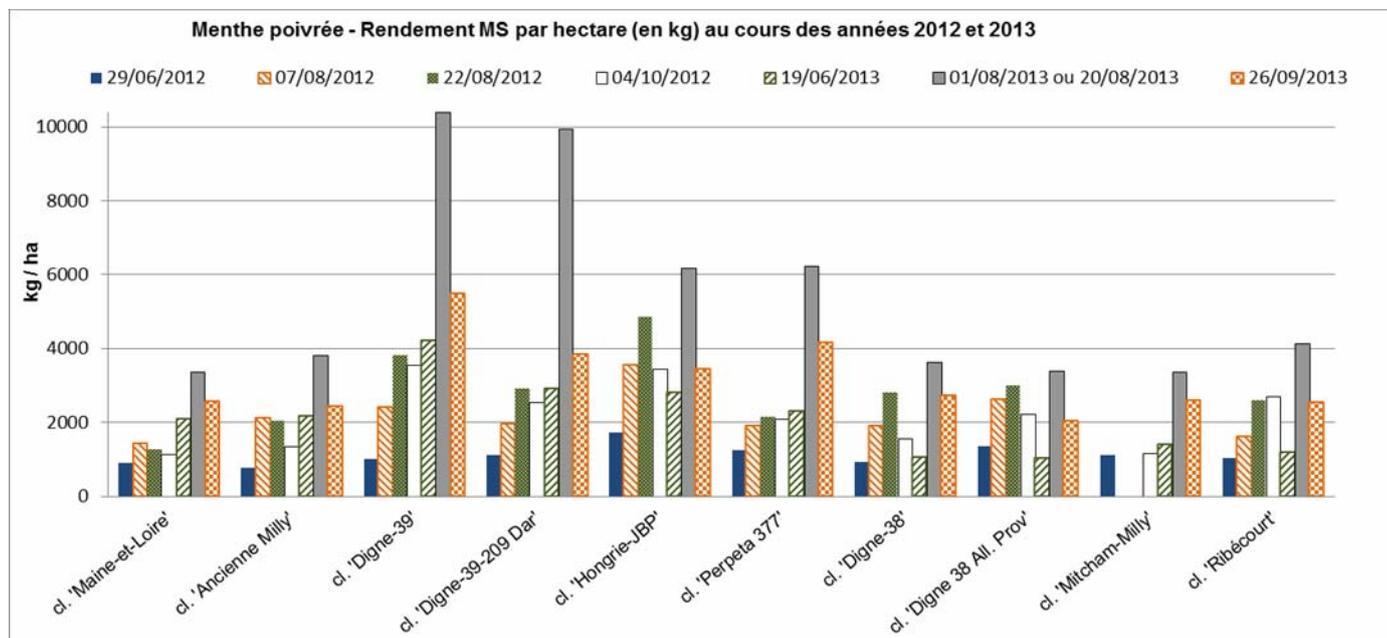
Figure 2 : Rendements
pondéraux 2012/2013 des
clones étudiés

Population		Rendement MS (en kg/ha)							Teneur en HE (ml/100g de MS de partie aérienne)							Rendement en HE (en L/ha)										
Espèce	variété	CLONE	29/6/12	7/8/12	22/8/12	4/10/12	19/6/13	1/8/13 ou 20/8/13 21/8/13	26/9/13	MOY	29/6/12	7/8/12	22/8/12	4/10/12	19/6/13	1/8/13 ou 20/8/13 21/8/13	26/9/13	MOY	29/6/12	7/8/12	22/8/12	4/10/12	19/6/13	1/8/13 ou 20/8/13 21/8/13	26/9/13	MOY
Mentha x piperita	var. officinalis	cl. 'Maine-et-Loire'	904	1 426	1 288	1 118	2 107	3 368	2 579	1 827	0,9	1,13	1,01	0,84	0,80	1,09	1,15	0,99	8	16	13	9	17	37	30	19
Mentha x piperita	var. officinalis	cl. 'Ancienne Milly'	784	2 119	2 046	1 349	2 188	3 811	2 433	2 104	1,0	0,94	0,92	0,81	0,87	0,86	1,20	0,94	8	20	19	11	19	33	29	20
Mentha x piperita	var. sylvestris	cl. 'Digne-39'	998	2 426	3 817	3 544	4 220	10 383	5 499	4 412	1,6	2,27	2,32	1,88	0,90	2,06	1,85	1,84	16	55	89	66	38	214	102	83
Mentha x piperita	var. sylvestris	cl. 'Digne-39-209 Dar'	1 105	1 960	2 918	2 543	2 925	9 946	3 845	3 606	1,5	1,91	2,17	2,00	0,98	1,62	2,62	1,83	17	37	63	51	29	161	101	65
Mentha x piperita	var. sylvestris	cl. 'Hongrie-JBP'	1 720	3 549	4 854	3 443	2 817	6 183	3 457	3 718	1,1	1,79	2,13	1,56	0,59	1,52	1,95	1,52	19	64	103	54	17	94	67	60
Mentha x piperita	var. sylvestris	cl. 'Perpeta 377'	1 243	1 921	2 139	2 077	2 312	6 221	4 165	2 868	0,9	1,44	1,54	1,29	0,62	1,04	1,55	1,20	11	28	33	27	14	65	65	35
Mentha x piperita	var. vulgaris	cl. 'Digne-38'	937	1 918	2 812	1 561	1 067	3 636	2 747	2 097	1,4	1,98	2,14	1,87	1,45	1,90	2,03	1,83	13	38	60	29	15	69	56	40
Mentha x piperita	var. vulgaris	cl. 'Digne 38 AIL Prov'	1 347	2 625	3 011	2 216	1 033	3 386	2 051	2 238	1,3	1,52	0,95	0,92	1,10	2,10	2,42	1,47	17	40	29	20	11	71	50	34
Mentha x piperita	var. vulgaris	cl. 'Mitcham-Milly'	1 124			1 147	1 396	3 357	2 598	1 924	1,2			1,83	1,35	1,89	2,13	1,69	14			21	19	63	55	34
Mentha x piperita	var. vulgaris	cl. 'Ribécourt'	1 038	1 624	2 605	2 683	1 205	4 124	2 542	2 260	1,1	2,22	2,09	1,84	1,15	2,16	2,45	1,86	11	36	55	49	14	89	62	45
MOY			1 120	2 174	2 832	2 168	2 127	5 441	3 192	2 706	1,21	1,69	1,70	1,48	0,98	1,62	1,93	1,52	14	37	51	34	19	90	62	43

2012 : coupe du 4/10 sur parcelle coupée le 29/6
2013 : coupe du 26/9 sur parcelle coupée le 19/6

Evaluation quantitative

Rendement en matière sèche (MS)



Les rendements en MS peuvent varier au moins du simple au double (voire de 1 à 4) d'un clone à l'autre pour une même date de coupe. Comme attendu, le groupe des sylvestris devance celui des officinalis et des vulgaris.

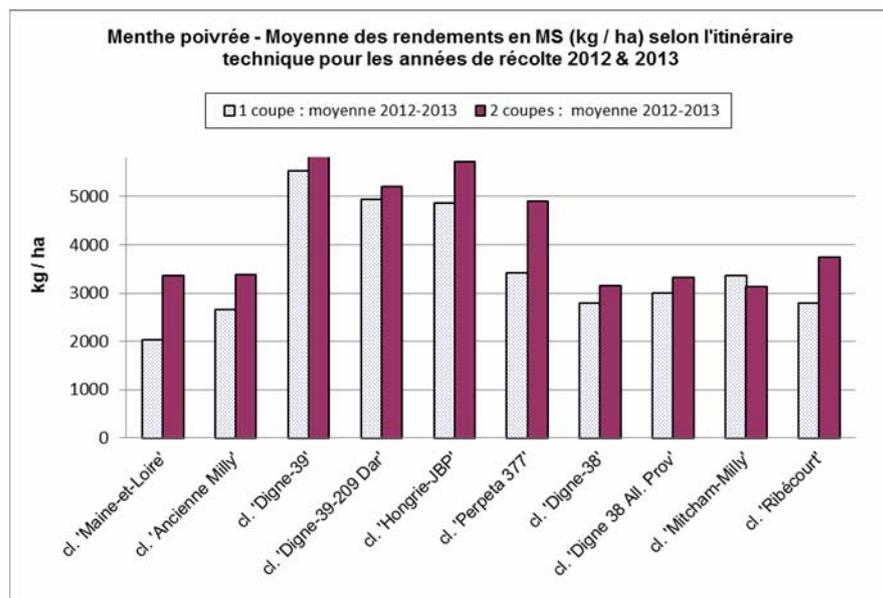
Ces rendements en MS sont plus importants en deuxième année de récolte qu'en première, sauf pour certains clones ('Hongrie-JBP', les deux clones 'Digne 38' et 'Ribécourt') pour lesquels la 1^{ère} coupe de 2013 est inférieure à au moins une coupe de 2012.

Les rendements en MS sont plus importants lors de la coupe d'août en pleine saison lors des deux années de récolte, et plus marqués encore en 2013 (jusqu'à 10t/ha pour 'Digne-39'). En fin de saison (octobre), les rendements baissent mais pas de manière significative par rapport à la pleine saison, donc il peut être intéressant d'effectuer une récolte à cette période (jusqu'à 3,5 t/ha en 2012 et 5,5 t/ha en 2013 pour 'Digne-39').

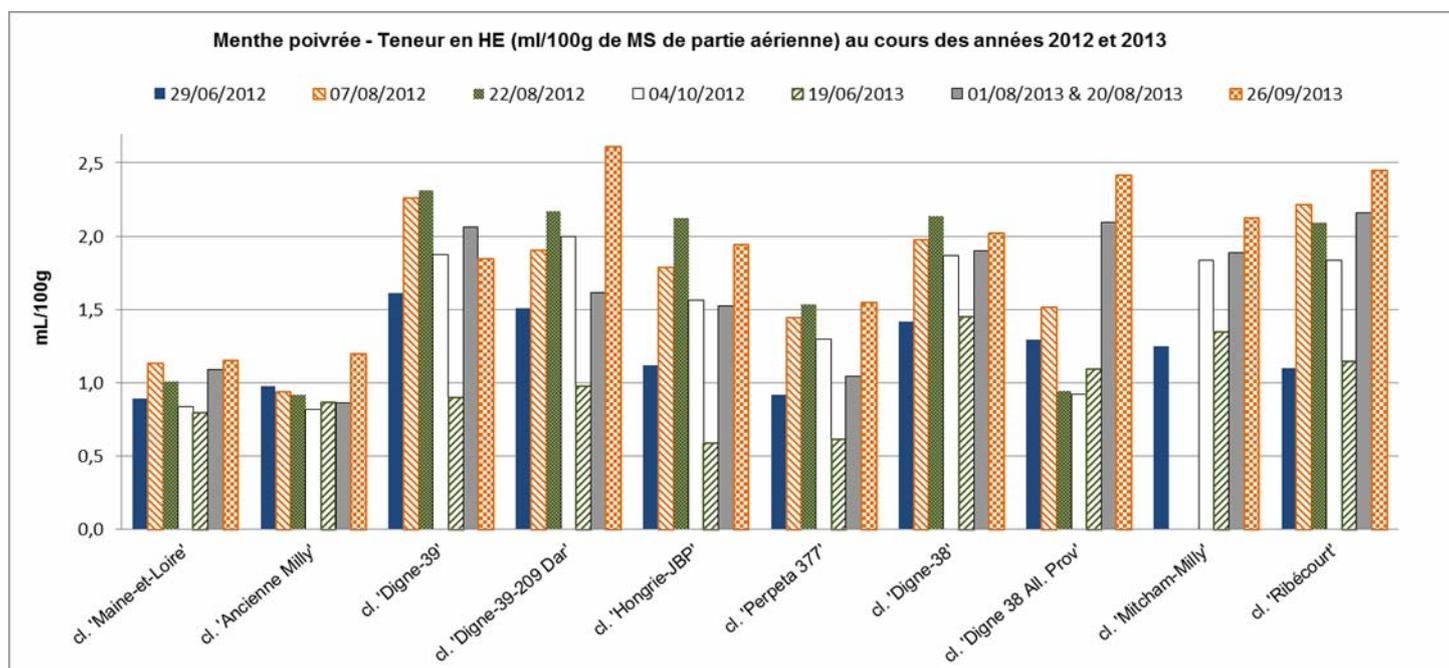
En comparant les moyennes des rendements en MS obtenues sur les deux années d'essais, on distingue bien les deux groupes formés par, d'un côté les sylvestris très productives en MS ('Digne-39', 'Hongrie JBP', 'Digne-39 Dar', 'Perpeta 377' → rendements compris entre 3.5 et 5.5 t/ha), et d'un autre, celui formé par les officinalis et les vulgaris (rendements assez homogènes compris entre 2 et 3.5 t/ha).

Itinéraires techniques

On constate que les rendements annuels sont sensiblement identiques (très légèrement supérieurs pour l'itinéraire 2 coupes). Si l'objectif est la production de feuilles pour l'herboristerie, on privilégiera le système «2 coupes» (qui pourrait même s'étendre à trois) car le produit est de meilleure qualité (moins de tiges et pas de fleur).



Teneur en huile essentielle (HE)



En première année de culture, les teneurs sont maximales en pleine saison (août) (jusqu'à 2,3 ml/100g pour 'Digne-39'). On remarque même certaines différences :

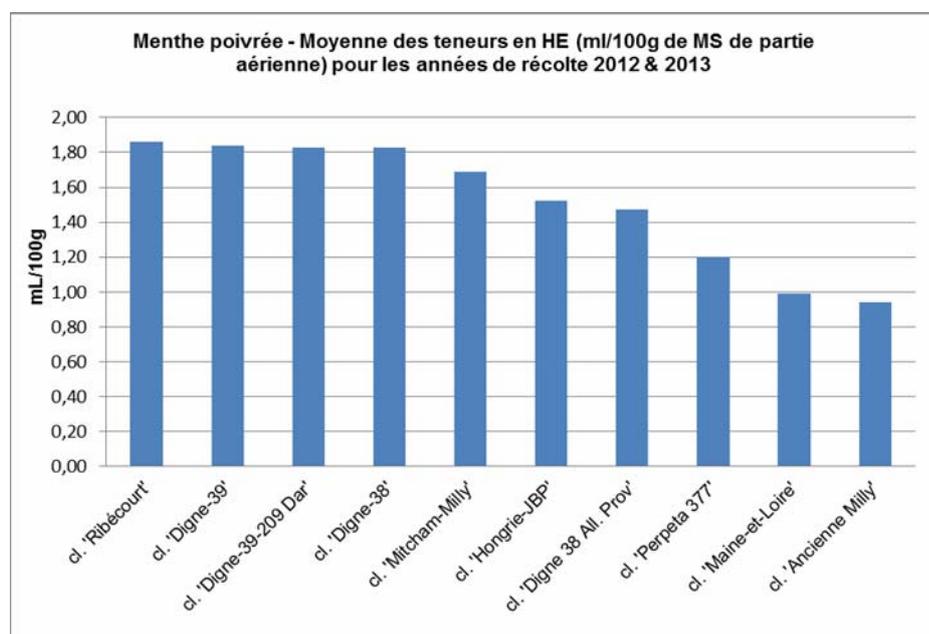
- les teneurs sont meilleures le 22/8 pour les clones de la variété *sylvestris* et 'Digne-38' (var. *vulgaris*),
- alors qu'elles sont plus élevées le 7/8 pour les autres.

De manière générale, les teneurs de début de saison (juin) sont faibles, elles passent par un maximum au moment de la pleine floraison (1^{ère} quinzaine ou 2^{ème} quinzaine d'août) puis redescendent en fin de saison (octobre).

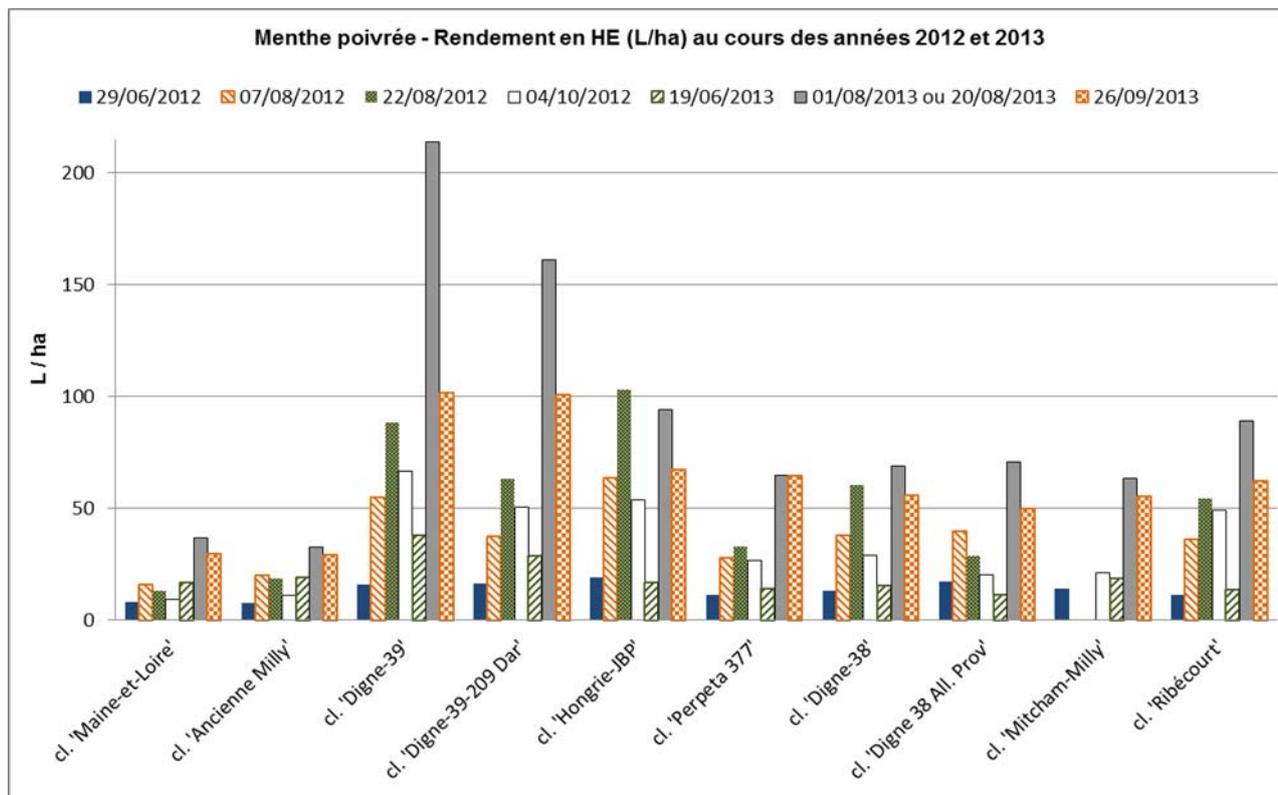
A contrario, **en deuxième année de culture**, il apparaît que la teneur en huile essentielle évolue de façon positive tout au long de la saison, (sauf pour le clone 'Digne-39', pour qui la teneur est maximale en août). Ce phénomène observé en 2013, un peu particulier, quant à la très bonne teneur de fin de saison, peut être tout simplement lié aux conditions climatiques de l'année en question.

En comparant les moyennes des teneurs obtenues sur les deux années de récolte, les clones ayant les teneurs en HE les plus élevées sont : 'Ribécourt', 'Digne-39', 'Digne-38' et 'Digne-39-209 Dar' (autour de 1,8 ml/100g).

Conformément aux résultats des essais antérieurs, les teneurs en HE des clones des variétés *sylvestris* et *vulgaris* sont sensiblement identiques, alors que celles des clones de la variété *officinalis* sont significativement plus faibles.



Rendements en huile essentielle (HE)



Rendement au cours de la saison

Les rendements en HE, calculés d'après les deux critères précédemment étudiés (rendement en MS et teneur en HE), sont les plus élevés en pleine saison (août), que ce soit pour la première ou la seconde année de culture.

Rendement selon l'année de culture

Pour tous les clones, ces rendements en HE sont plus importants en 2^{ème} qu'en 1^{ère} année de culture (pouvant varier du simple au double pour une même période de coupe). Comme pour les teneurs en HE, on remarque que les rendements en HE sont maximaux :

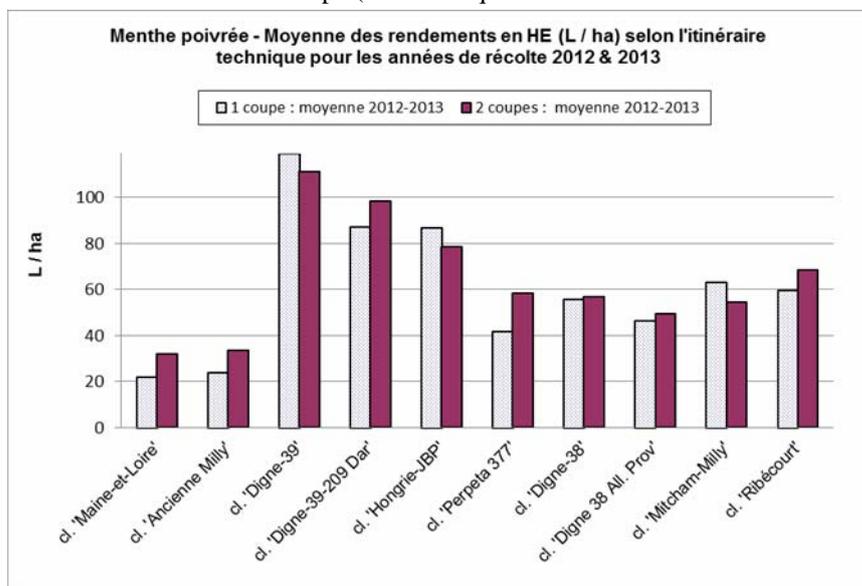
- dans la 2^{ème} quinzaine d'août pour les clones de la variété sylvestris et le clone 'Digne-38' (variété vulgaris),
- 1^{ère} quinzaine d'août pour les autres.

Itinéraires techniques

Les rendements en HE sont sensiblement équivalents entre les deux itinéraires techniques testés (1 ou 2 coupes par an), avec selon les clones, un léger avantage pour l'un ou l'autre. Tout se joue cependant sur la qualité de l'huile essentielle qui n'est pas la même selon la date de coupe (meilleur équilibre menthone/menthol en pleine floraison en août).

Comme pour les rendements en MS, les clones de la variété sylvestris ont les meilleurs résultats, les moins bons sont ceux de la variété officinalis.

Les moyennes des rendements en HE obtenus en 2012/2013 permettent de connaître les clones les plus productifs en HE : 'Digne-39', 'Digne-39-209 Dar' et 'Hongrie JBP' avec des rendements maximaux respectifs de 119 et 87 L/ha.



Qualité de l'huile essentielle

Analyse chromatographique – résultats bruts

Composés	var. vulgaris				var. sylvestris				var. officinalis	
	cl. Mitcham-Milly	cl. Ribécourt	cl. Digne 38	cl. Allemagne en Provence	cl. Digne 39	cl. Hongrie	cl. Perpeta 377	cl. Maine et Loire	cl. Milly Blanche ou Ardenne Milly	
Sabinene	assez riche 0,4 à 0,6 %	assez pauvre < à 0,5 %	assez pauvre < à 0,5 %	assez pauvre < à 0,5 %	riche 0,6 à 0,8 %	riche 0,8 à 1 %				
Myrcene	pauvre < à 0,5 %	pauvre < à 0,5 %	pauvre < à 0,5 %	pauvre < à 0,5 %	riche 2 à 4 %	très riche 3 à 5 %				
Limonène	assez pauvre 1 à 2,5 %	assez riche 0,5 à 1,5 %	assez riche 0,5 à 1,5 %	assez riche 0,5 à 1,5 %	riche 3 à 5,5 %	très riche 7 à 10 %				
1 ⁸ -Cineole/leucalyptol	assez riche 4 à 7 %	pauvre 2,5 à 4 %	pauvre 2,5 à 4 %	assez pauvre 3,5 à 5 %	assez riche 4 à 7 %	riche 6 à 8 %				
Cis-beta-ocimene	pauvre < à 0,5 %	assez pauvre 0,5 à 1 %	assez pauvre 0,5 à 1 %	assez pauvre 0,5 à 1 %	riche 2 à 3 %	assez pauvre 0,5 à 1 %				
Gamma-terpinene	assez pauvre < à 0,5 %	pauvre < à 0,2 %	pauvre < à 0,2 %	pauvre 0,2 à 0,4 %	pauvre < à 0,2 %	riche 0,5 à 1 %				
Trans-beta-ocimene	traces	pauvre < à 0,1 %	pauvre < à 0,1 %	pauvre < à 0,1 %	assez pauvre < à 0,2 %	assez pauvre < à 0,2 %	assez pauvre < à 0,2 %	riche 0,5 à 1 %	assez riche 0,2 à 0,5 %	
Acetate_de_terpineol	riche 1,5 à 2,5 %	riche 1,5 à 2,5 %	assez riche 1 à 2 %	assez riche 1 à 2 %	pauvre < à 0,1 %	assez pauvre < à 0,5 %	assez riche en fin de	assez pauvre 0,5 à 1 %	très riche 2,5 à 4 %	
Menthone		assez pauvre 35 à 15 %	assez pauvre 35 à 15 %	assez pauvre 35 à 5 %	riche 55 à 30 %	riche 55 à 30 %	riche 50 à 20 %	pauvre 13 à 17 %	pauvre 20 à 5 %	
Menthofurane		très riche en fin de saison	très riche en fin de saison	très riche en fin de saison	assez riche 1 à 8,5 %	assez riche 1 à 8,5 %	assez pauvre 0,5 à 5 %	très pauvre 0,1 à 1,5 %	très pauvre 0,1 à 1,5 %	
Isomenthone	assez pauvre 1,5 à 3,5 %	très riche 5 à 8 %	riche 3 à 4 %	riche 3,5 à 6 %	pauvre 1,5 à 2 %	pauvre 1,5 à 2 %				
Beta-bourbonene		assez pauvre < à 0,5 %	assez pauvre < à 0,5 %	assez pauvre < à 0,5 %	assez pauvre < à 0,5 %	assez pauvre < à 0,5 %	assez pauvre < à 0,5 %	assez pauvre < à 0,5 %	assez riche 0,5 à 1,5 %	
Acetate_de_Menthyle		pauvre 0,5 à 3 %	assez pauvre 0,5 à 5 %	assez pauvre 0,5 à 5 %	riche 3 à 12 %	pauvre 0,5 à 2 %	riche 3 à 12 %	assez riche 2 à 6 %	assez riche 2 à 6 %	
Isopulegone	assez pauvre < à 0,2 %	assez riche < à 0,5 %	assez riche < à 0,5 %	assez riche < à 0,5 %	assez riche 0,1 à 1 %	assez riche < à 0,5 %				
Neomenthol	assez riche 2 à 3,5 %	assez pauvre 1 à 2,5 %	assez riche 2 à 3,5 %	riche 2 à 5 %	assez riche 2 à 3,5 %	assez riche 2 à 3,5 %				
Beta-Caryophyllene	assez pauvre 1 à 2,5 %	assez pauvre 1 à 2,5 %	assez pauvre 1 à 2,5 %	assez pauvre 1 à 2,5 %	assez riche 2,5 à 3,5 %	riche 4 à 5 %				
Isomenthol	assez riche 0,5 à 1 %	assez pauvre < à 0,5 %	assez pauvre < à 0,5 %	assez riche 0,1 à 1 %	assez pauvre < à 0,5 %	assez pauvre < à 0,5 %				
Menthol	riche > à 35 %	pauvre < à 25 %	pauvre < à 25 %	assez pauvre < à 30 %	assez riche > à 30 %	pauvre < à 25 %				
Pulegone	traces	assez riche en fin de	assez riche en fin de	assez riche en fin de	riche en fin de saison	riche en fin de saison	assez riche en fin de	très pauvre 0 à 1,5 %	très pauvre 0 à 1 %	
Alpha-terpineol	assez riche < à 0,5 %	pauvre < à 0,1 %	pauvre < à 0,1 %	pauvre < à 0,1 %	assez riche < à 0,5 %	riche 0,5 à 1 %				
Germacrène D	assez riche 1 à 3 %	assez riche 1 à 3 %	assez riche 1 à 3 %	assez riche 1 à 3 %	riche 2 à 4 %	assez riche 1 à 3 %				
Piperitone	assez pauvre 0,1 à 1 %	assez pauvre 0,1 à 1 %	assez riche 1 à 3 %	riche 2 à 5 %	très riche 4,5 à 7 %	pauvre < à 0,5 %				
Carvone	absence	absence	absence	absence	absence	absence	absence	absence	très riche 13 à 17 %	
Eudesmadène	traces	traces	traces	traces	pauvre < à 0,1 %	pauvre < à 0,1 %	traces	traces	riche 1 à 2 %	
p-menthadienol_CAS_2271-444	absence	absence	absence	absence	absence	absence	absence	présence 0 à 1,5 %	présence 0 à 1,5 %	
5-caranol	absence	absence	absence	absence	absence	absence	absence	présence 0,2 à 0,5 %	absence	
Isogermanol	absence	absence	absence	absence	absence	absence	absence	présence 0,5 à 1 %	absence	
Pinoacetaldehyde	pauvre < à 0,1 %	pauvre < à 0,1 %	absence	pauvre < à 0,1 %	assez pauvre 0,1 à 0,5 %	pauvre < à 0,1 %				
11 = oxyde de caryophyllène	pauvre < à 0,1 %	pauvre < à 0,1 %	pauvre < à 0,1 %	pauvre < à 0,1 %	assez pauvre 0,1 à 0,5 %	assez pauvre 0,1 à 0,5 %				
Alloaromadendrene	assez riche 0,5 à 1 %	assez pauvre < à 0,5 %	assez pauvre < à 0,5 %	assez pauvre < à 0,5 %	assez pauvre 0,1 à 0,5 %	assez riche 0,5 à 1 %				

Caractérisation qualitative des variétés

<u>variété officinalis</u>	<u>variété vulgaris</u>	<u>variété sylvestris</u>
riche à très riche en : myrcène limonène	très riche en : menthofurane	très riche à riche en : isomenthone
riche en : sabinène	riche en : menthol	riche en : menthone
assez riche à riche en : B-caryophyllène 1-8 cinéole trans B-ocimène a-terpinéol D-germacrène	assez riche à riche en : acétate de terpinéol	riche à assez riche (fin de saison) en : pulégone
assez riche en : acétate de menthyl isopulégone néomenthol	assez riche en : sabinène 1-8 cinéole méomenthol isomenthol pulégone a-terpinéol D-germacrène	assez riche en : limonène isopulégone D-germacrène menthofurane
assez riche à assez pauvre en : B-bourbonène alloaromadendrene	assez pauvre en : pipéritone B-caryophyllène isopulégone acétate de menthyl B-bourbonène	assez pauvre en : sabinène cis-B-ocimène trans-B-ocimène B-bourbonène B-caryophyllène isomenthol
assez pauvre en : isomenthol oxyde de caryophyllène	assez pauvre en : menthone isomenthone g-terpinène limonène	pauvre en : myrcène 1-8 cinéole g-terpinène menthol
pauvre en : isomenthone menthone	pauvre en : myrcène cis-B-ocimène trans-B-ocimène	pauvre en : a-terpinéol
très pauvre en : menthofurane pulégone		
avec des traces de : p-menthadiénol		

Différenciation des clones d'un point de vue qualitatif

Dans la variété officinalis

Les clones 'Maine-et-Loire' et 'Milly Blanche' se distinguent très bien par leurs teneurs très différentes en :

cis-B-ocimène
g-terpinène
acétate de terpinéol
menthol
pipéritone
carvone
eudesmadiène
5-caranol
isogeraniol

Dans la variété vulgaris

Les clones de la variété vulgaris se démarquent très mal les uns des autres par la composition chimique de leur HE.

Dans la variété sylvestris

Les trois clones de la variété sylvestris sont également très proches par la composition de leur HE. 'Digne 39' semble intermédiaire entre les deux autres tout en s'en distinguant clairement par sa teneur pauvre en *acétate de menthyl*.

Les clones 'Hongrie' et 'Perpeta 377' se différencient par leur teneur en :

acétate de terpinéol
néomenthol
pipéritone

Commentaires sur l'analyse qualitative des huiles

Au final, ces analyses sont très intéressantes. Elles viennent confirmer les résultats antérieurs obtenus par le Conservatoire à Milly sur ces clones et sur bien d'autres, à savoir essentiellement :

- la trop grande richesse en menthone et en pulégone des clones de la variété *sylvestris* ;
- le bon équilibre menthol/menthone des HE de la variété *vulgaris*
- l'intérêt des HE de la variété *officinalis* pauvres en menthofurane et pulégone, et très typées d'un clone à l'autre.

Aux professionnels des HE de trancher car le critère "qualité" sera primordial dans le choix d'une variété à mettre en culture.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le mode de production en agriculture biologique nécessite de bien choisir la variété et le clone de menthe poivrée afin de maintenir raisonnable un coût de production du litre d'huile essentielle. On préférera donc pour ce type de culture des clones de la variété *sylvestris*, qui sont à la fois résistants à la rouille, productifs et étouffants (pour les adventices).

Cependant les problèmes de qualité de l'huile essentielle restent posés :

- pour la variété *sylvestris*, l'équilibre menthol/menthone est plutôt défavorable avec un trop fort taux de menthone ;
- pour les variétés *officinalis* et *vulgaris*, à l'inverse, elles produisent une HE de meilleure qualité, mais sont à la fois moins productives et répondent moins bien aux problèmes rencontrés en production biologique, du fait de leur faible résistance à la rouille et de leur faible compétitivité par rapport aux adventices (temps de désherbage conséquent augmentant d'autant le prix de l'huile essentielle).

Perspectives 2014

Dans le cadre d'une étude de faisabilité de production d'huile essentielle bio dans le secteur milliaçois menée par l'AdéPAM, 3 essais de culture vont être réalisés chez des producteurs locaux.

La variété retenue est la *sylvestris* et les clones à tester sont 'Hongrie JBP' et 'Digne-39'.