

Avancées des connaissances sur le complexe spécifique *Daucus carota* L. en Corse et description de nouveaux taxons

Jean-Pierre REDURON

VIA APIA
10, rue de l'Arsenal
F-68100 MULHOUSE
jp.reduron@hrnet.fr

Sébastien HUET

sebastien.huet@agrocampus-ouest.fr

Mohamed MAGHRAOUI

med.maghraoui86@yahoo.fr

Emmanuel GEOFFRIAU

emmanuel.geoffriau@agrocampus-ouest.fr
IRHS, Agrocampus Ouest
INRA, Université d'Angers
SFR QuaSaV,
F-49071 BEAUCOUZÉ

Résumé : des études pluridisciplinaires sur le complexe spécifique *Daucus carota* en Corse ont été réalisées, principalement sur les morphologies aux stades adulte comme plantule et sur la diversité génétique. Les résultats permettent la description de cinq nouveaux taxons infraspécifiques : subsp. *caporientalis*, subsp. *corsoccidentalis*, subsp. *fontanesii* var. *meriensis*, subsp. *otaportensis* et subsp. *valeriae*.

Mots-clé : *Daucus carota*, taxonomie infraspécifique, Corse, flore.

Abstract : Diverse pluridisciplinary studies were made on the specific complex *Daucus carota* in Corsica, mainly about the adult plant and seedling morphologies, and about the genetic diversity. The results make it possible to describe 5 new infraspecific taxa : subsp. *caporientalis*, subsp. *corsoccidentalis*, subsp. *fontanesii* var. *meriensis*, subsp. *otaportensis* and subsp. *valeriae*.

Keywords : *Daucus carota*, infraspecific taxonomy, Corsica flora.

Depuis plusieurs années, le complexe spécifique de *Daucus carota* L. fait l'objet de diverses investigations pour en faire progresser la connaissance sur le territoire français : morphologies aux stades plantule et adulte, biologie florale, structuration génétique, constitution chimique, conservation et implications taxonomiques et nomenclaturales. Il faut rappeler qu'un tel ensemble protéiforme résulte de plusieurs phénomènes : - forte plasticité environnementale, - vaste variabilité naturelle, - allogamie dominante avec possibilités d'autogamie, - contacts fréquents entre les différentes unités (sympatrie, parapatricie) avec hybridations et introgressions consécutives fréquentes, - plante cultivée depuis très longtemps, originaire de la région de l'Afghanistan et ayant été en contact dans son parcours agronomique avec des éléments sauvages. Ceci a donné naissance à une taxonomie et une nomenclature très embrouillée, un écheveau difficile à délier.

Les travaux entrepris s'intéressent au territoire français et comprennent pour l'essentiel : - des prospections de terrain au niveau des populations accompagnées d'observations en site, - des cultures en conditions agronomiques contrôlées, - des analyses morphologiques avec biométrie, - des analyses génétiques (microsatellites neutres), - la consultation d'herbiers de référence, - la conservation à long terme des semences récoltées.

En France, on rencontre les deux unités classiques de *Daucus carota* : - le sous-groupe *carota* (défini comme un ensemble de sous-espèces et de variétés) réunissant des plantes dressées, ne produisant pas de gomme et à feuillage mince, se développant dans des milieux secondaires, ± ouverts (friches, bords de voies de communication, prairies...) principalement présentes à l'intérieur des terres (pouvant aussi atteindre les côtes) ; - le sous-groupe *gummifer* fait de plantes souvent trapues, productrices de gomme-résine et à feuillage charnu et vernissé, se rencontrant exclusivement sur les littoraux (rochers, pelouses, sables...) sous influence marine. Les prospections corses ont montré qu'il existait également des plantes intermédiaires (*a priori* non issues d'hybridations) qui pourraient former un troisième sous-groupe.

L'ensemble des côtes françaises, Corse incluse, a été prospecté dès 2002, puis surtout à partir de 2009. Divers points de l'intérieur des terres ont également été visités. Au total, plus de 100 populations ont été observées et récoltées. Toutes ont été mises en culture soit dans les champs expérimentaux d'Agrocampus Ouest à Angers et/ou au Jardin botanique de Strasbourg pour vérifier la conformité par rapport au terrain naturel, mener des observations morphologiques, aider à la détermination.

La première étude génétique à l'aide de microsatellites neutres (Chaput-Bardy, 2011) n'a pas reproduit la différenciation classique entre sous-groupes *carota* et *gummifer*. La façade atlantique se scinde en deux *clusters* (de la Bretagne au Nord/Sud-Ouest et Pays basque) tandis que littoral méditerranéen continental (d'Antibes à Port-Vendres) se structure en un système fragmenté de huit *clusters*. Les trois populations corses représentées dans cette étude à l'échelle nationale se révèlent différentes de toutes les continentales, atlantiques comme méditerranéennes.

Ce résultat préliminaire a incité à étudier plus finement les populations corses. Les prospections de terrain ont montré une fragmentation de même type que sur les littoraux de la Provence au Roussillon, avec des différences morphologiques évidentes. S'en sont suivies des analyses biométriques sur vingt-neuf populations sélectionnées (Tableau 1 en annexe) et une étude de la diversité génétique.

Morphologie au stade adulte

Méthodologie

L'analyse morphologique s'est fondée sur 24 traits morphologiques discriminants, retenus après l'ensemble des prospections et à la lumière de la connaissance préalable du groupe, en éliminant ceux qui se sont avérés trop homogènes au travers de l'ensemble des populations (donc non discriminants) ou encore difficilement mesurables. Par exemple, la ou les fleurs centrales pourpres (en réalité une

ombellule réduite) se retrouvent sur des plantes appartenant à n'importe laquelle des populations étudiées qui possèdent aussi (en moins grand nombre) des ombelles qui en sont dépourvues ; aucune valeur discriminante pour ce caractère, pourtant souvent cité car bien visible.

- Trois caractères s'adressent au port de la plante : - hauteur ; - % de la partie plagiotrope des rameaux inférieurs (longueur de la partie du rameau couchée sur le sol / longueur totale) ; - angle d'insertion des rameaux dans le 1/3 inférieur de la tige.

- Dix caractères décrivent les feuilles : - aspect mat ou luisant ; - épaisseur des segments (minces à épais-charnus) ; feuilles inférieures, segment médian : - longueur, - rapport longueur/largeur, - rapport longueur/largeur du lobe médian (situé sur la marge du segment) ; segment foliaire terminal : - longueur, - rapport longueur/largeur, - rapport longueur/largeur du lobe terminal ; feuilles caulinaires supérieures, segment terminal : - rapport longueur/largeur, - rapport longueur/largeur du lobe terminal.

Il est important de bien repérer à la fois la hauteur d'insertion des feuilles étudiées et la position du segment décrit : chez les Apiacées, notamment les *Daucus*, il existe un gradient foliaire important et, pour cela, il est essentiel de comparer des organes bien homologues.

- Quatre caractères concernent la morphologie florale ; ils sont mesurés exclusivement sur la première ombelle fleurie (FL1), celle qui termine l'axe principal. Cela permet des comparaisons homologues mais exige une présence échelonnée sur le terrain en raison de la phénologie successive dans le temps des différentes populations. - diamètre de l'ombelle ; - bractée : - rapport longueur/largeur du segment terminal ; pétales : - longueur des pétales de la périphérie de l'ombelle ; - rapport longueur du pétale périphérique / longueur du pétale du centre de l'ombelle (mesure de l'hétéropétalie, un élément de l'attractivité visuelle des insectes visiteurs).

- Deux caractères à propos de la morphologie de l'ombelle FL1 au stade fruit : - rapport diamètre/hauteur ; - position du plus grand diamètre en partant de la base de l'ombelle (permet de différencier les ombelles en plateau, en dôme, recourbées en nid...).

- Cinq caractères décrivant la morphologie du fruit (sec = à maturité) : - longueur (= hauteur) ; morphologie des aiguillons médians : - angle de leur arcure (droits à ± fortement arqués) ; - longueur de la partie libre (distale) ; - hauteur de la soudure basale des aiguillons fusionnée à la côte secondaire ; - caractère radiant ou redressé vers le sommet.

Ces caractères ont fait l'objet de 10-30 mesures en général, le plus souvent sur 15-40 plantes en milieu sauvage, mais également - en moins grand nombre - sur les plantes en conditions cultivées lorsque nécessaire.

La liste des populations étudiées est donnée par le Tableau 1 en annexe. Vingt populations ont été sélectionnées pour



Figure 1. Population étudiée à Pietracorbara, Marine d'Ampuglia = subsp. *caporientalis*

la Corse, réparties au travers de l'île, surtout sur les côtes, dont : - cinq appartiennent au sous-groupe *carota*, - douze au sous-groupe *gummifer*, - trois au sous-groupe intermédiaire. De manière à pouvoir évaluer leur proximité ou éloignement avec les plantes des populations continentales, un lot de neuf de celles-ci a été ajouté comme exogroupe, réunissant tous les principaux types rencontrés sur cette aire.

Sur les données semi-quantitatives recueillies, ont été pratiquées différentes analyses de classification hiérarchique sur composantes principales (logiciel R) :

- en premier, sur l'ensemble des populations corses, de manière à pouvoir les comparer au travers de ce territoire, quel que soit leur statut taxonomique et leur exigence écologique.

- en second, en se limitant aux populations côtières, visiblement extrêmement diversifiées tout en se trouvant sous des conditions climatiques en partie communes, liées à une proximité maritime directe.

- enfin, l'ensemble des populations, exogroupes inclus, ceux-ci ayant été ajoutés pour repérer les rapprochements morphologiques entre les taxons corses et ceux extérieurs à l'île ; cela peut permettre des rattachements taxonomiques et nomenclaturaux.

Résultats sur l'ensemble des populations corses

Trois enseignements principaux ressortent de cette analyse (Figure 2) :

- Au stade adulte, le sous-groupe *carota* est nettement séparé des autres populations corses par le 1^{er} embranchement (branche gauche). Il se subdivise ensuite en 2 rameaux isolant respectivement les subsp. *maximus* (890, 782) et subsp. *carota* (800, 794, 795).

- Le 1^{er} embranchement (branche droite) réunit des populations du sous-groupe *gummifer* et intermédiaires. La population de Pietracorbara-Ampuglia (891 : est du cap Corse) se distingue nettement du reste par une ramification précoce. Deux autres populations s'isolent par des ramifications postérieures : Porto (901) et Meria (CRB1).

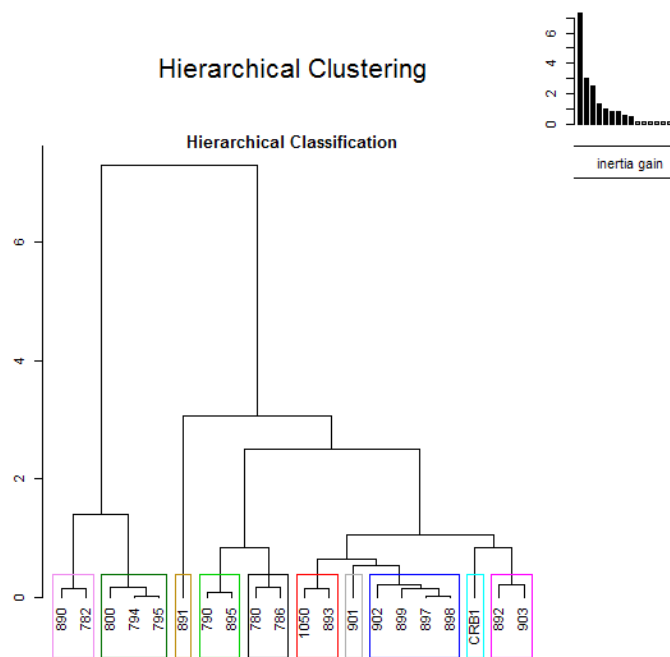


Figure 2. Classification hiérarchique sur données morphologiques au stade adulte de l'ensemble des populations corses. Le 1^{er} embranchement sépare le sous-groupe *carota* qui se subdivise ensuite en subsp. *maximus* (rectangle rose) et subsp. *carota* (rectangle vert). 3 populations littorales se détachent sur des rameaux séparés : Pietracorbara (891), Porto (901), Meria (CRB1).

Résultats sur les populations côtières uniquement

Il est précieux de comparer les populations littorales entre elles, sans l'influence du sous-groupe *carota*, de morphologie et d'écologie différentes.

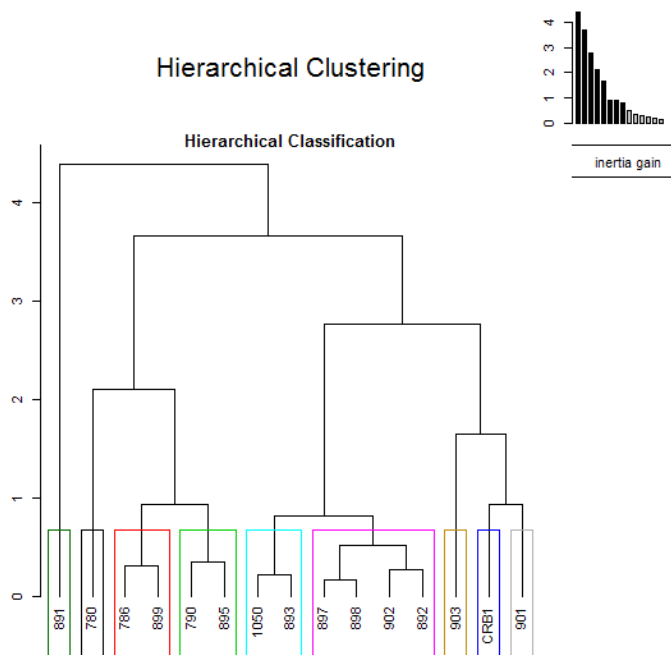


Figure 3. Classification hiérarchique sur données morphologiques au stade adulte des populations littorales corse uniquement : 5 unités se détachent comme exclusives : Pietracorbara (891) ; golfe de Ventilegne (780) ; Albo (903) ; Meria (CRB1) ; Porto (901).

Cette analyse (Figure 3) procure de nombreux éléments, avec 5 unités exclusives séparées :

- population de Pietracorbara (891 : est du cap Corse) ;
- population du golfe de Ventilegne (780 : extrême sud à l'ouest de Bonifacio) appartenant à la subsp. *drepanensis* (Figure 4) ;
- population d'Albo (903 : ouest du cap Corse) ;
- population de Porto (901 : dans les falaises rouges de ce golfe) ;
- population de Meria (CRB1 : nord-est du cap Corse, morphologiquement bien distincte des autres plantes du secteur (892, 893 : Macinaggio).



Figure 4. *Daucus carota* subsp. *drepanensis*, Bonifacio, au golfe de Ventilegne

La population de la Grande île Lavezzi (786) ne ressort pas séparée en dépit d'une morphologie appartenant à la subsp. *commutatus* (Figure 5) : cela s'explique par la non sélection de

ses caractères très particuliers qui auraient « écrasé » le reste des résultats avec des schémas peu lisibles, sauf pour elle. Par ailleurs, un rapprochement morphologique se fait entre les populations d'Ajaccio La Parata (790) et de L'Île-Rousse (895), éloignées sur la côte ouest. Les populations de Patrimonio (897) et de Canari-Canelle (898) sont regroupées ; elles proviennent de la côte ouest du cap Corse, mais sont séparées par celle d'Albo (903) qui est distincte. Les populations de Piana-Arone (902) et de Macinaggio (892) se rapprochent de ce couple.



Figure 5. *Daucus carota* subsp. *commutatus*, Bonifacio, Grande île Lavezzi

Résultats sur l'ensemble des populations étudiées, exogroupes inclus

Cette analyse est pratiquée pour voir si des rapprochements s'opèrent sur les résultats entre les plantes corse et celles du continent dites de l'exogroupe (Figure 6) ; cela est précieux en termes de positionnement taxonomique et nomenclatural.

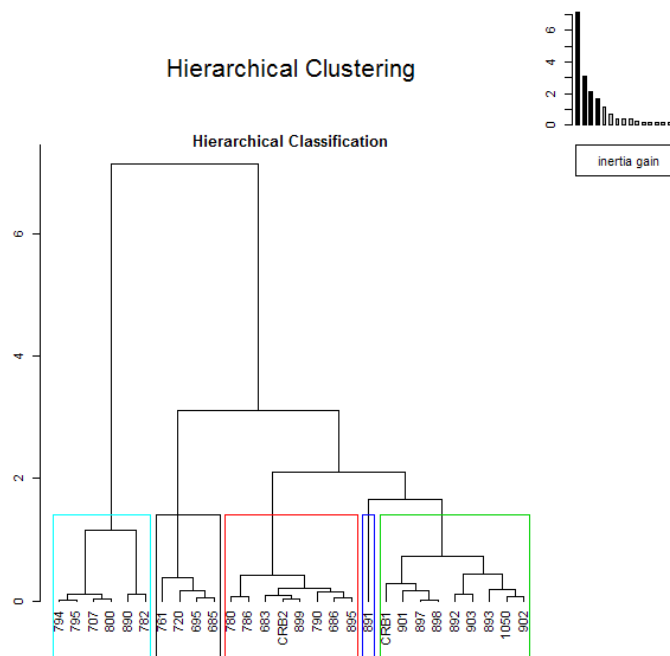


Figure 6. Classification hiérarchique sur données morphologiques au stade adulte des populations corse plus celles de l'exogroupe : cela permet de détecter des rapprochements éventuels avec des populations continentales.

Plusieurs remarques peuvent être formulées.

- La population de Pietracorbara (891) ressort toujours autant (rectangle bleu) ; elle est la seule à s'isoler.
- Les populations du sous-groupe *carota* sont réunies à gauche (rectangle turquoise) ; les corse et la continentale (707) ne sont pas séparées morphologiquement.

- 4 populations d'exogroupes sont rassemblées (rectangle noir) ; elles appartiennent aux sous-groupes *gummifer* et *intermédiaire*, atlantique et méditerranéen continental.

Deux larges regroupements sont révélés par l'analyse ; on peut en extraire les enseignements suivants :

- un rapprochement entre les populations de Centuri (899) et de Giens (CRB2) qui appartient à la subsp. *fontanesii* (rectangle central rouge).

- Le même rapprochement morphologique entre les populations de L'Île-Rousse (895) et de Marseille (686) (rectangle central rouge) ; mais une analyse 2 à 2 révèle des différences (pilosité, luisance et découpure foliaire, pétale, longueur du fruit) qui ne permettent pas d'attribuer les plantes de L'Île-Rousse à la subsp. *fontanesii*.

- Le rectangle vert (à droite) ne rassemble que les populations corses côtières avec une majorité (7/9) provenant du cap Corse.

Par ailleurs, on ne constate aucun rapprochement morphologique entre n'importe laquelle des populations corses étudiées et la subsp. *hispanicus* type [Pyrénées-Orientales (695)] ainsi qu'avec celle de Marseille (685) ; selon la présente étude, la subsp. *hispanicus* n'aurait pas d'existence en Corse, à la différence de l'indication de *Flora corsica* (Jeanmonod et Gamisans, 2013 p. 726).

Morphologie au stade plantule

L'analyse a été pratiquée sur 21 populations cultivées au Jardin botanique de Strasbourg. Deux populations [Capo Grosso (1050), Meria (CRB1)] ont manqué par rapport à l'ACP au stade adulte, car elles n'avaient pas été repérées avant le semis des plantules. 26 caractères ont été pris en compte en relation avec l'aspect général, les cotylédons et la 1^{ère} feuille vraie (Reduron, 2014).

Les résultats montrent (Figure 7) :

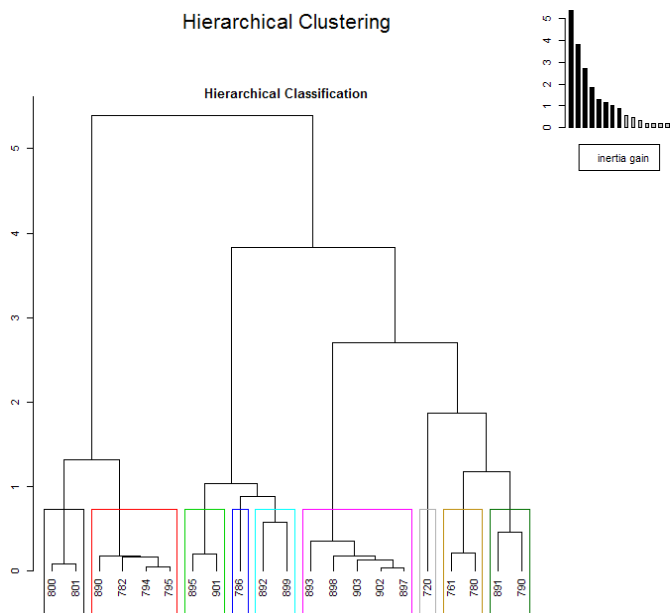


Figure 7. Classification hiérarchique sur données morphologiques au stade plantule des populations corses plus celles de l'exogroupe : le sous-groupe *carota* se détache (1^{er} embranchement, gauche - 2 clusters) comme pour le stade adulte. Deux populations s'isolent : Grande île Lavezzi (786) et Crozon (720 : var. *gummifer*).

- une séparation nette du sous-groupe *carota* (1^{ère} branche de gauche : populations 800 à 795).

- L'isolement de la population 786 correspondant à la subsp. *commutatus*.

- L'isolement de la population 720 correspondant à la subsp. *gummifer* var. *gummifer*.

Analyses génétiques par microsatellites neutres

Maghraoui (2012) a étudié la diversité génétique des populations sauvages de *Daucus carota* en Corse, au travers de 36 populations (20 individus par population) réparties sur l'île et appartenant aux principales unités taxonomiques connues. Les 16 marqueurs microsatellites neutres ont révélé un polymorphisme important, le nombre d'allèles par locus variant entre 5 et 39. La structure génétique s'organise en cinq groupes et trois isolats (Figure 8).

Le groupe 1 correspond à la côte est et nord du cap Corse. Le groupe 2 se situe à l'extrême sud de l'île, dans la région de Bonifacio. Le groupe 3 est localisé entre Ajaccio et Propriano ; il résulte d'une prospection plus fine dans ce secteur sur les plantes du sous-groupe *carota*. Le groupe 4 est très éclaté, il va en oblique depuis la côte nord-ouest jusqu'à la côte orientale ; il correspond à des plantes de friches du sous-groupe *carota*, mais demeure séparé du groupe 3. Le groupe 5 forme un arc nord-ouest allant de la moitié sud de la côte ouest du cap Corse jusqu'au secteur de Piana.

Les trois isolats génétiques correspondent aux populations suivantes :

- Centuri, au nord de la côte nord-ouest du cap Corse (sous-groupe *gummifer*),

- Ajaccio, à la pointe de la Parata (sous-groupe *gummifer*),

- secteur de Pinarellu, en partie sud de la côte orientale (sous-groupe *carota*).

Il faut rappeler que les résultats des microsatellites neutres ne sont pas directement taxonomiques ; ils mettent en évidence :

- les échanges de gènes au sein des groupes et leur restriction à l'extérieur, - ainsi que les origines communes des membres du groupe en rapport avec leur passé biogéographique.

Implications taxonomiques

Les analyses ACP au stade adulte procurent plusieurs résultats significatifs en termes morphologiques :

- séparation nette des populations du sous-groupe *carota* en Corse,

- nouveaux taxons révélés par l'étude,

- commentaires sur d'autres taxons et d'autres populations non attribuées.

Les relations éventuelles avec la morphologie au stade plantule et la structuration génétique seront précisées.

Le sous-groupe *carota* en Corse

Au stade adulte, le sous-groupe *carota* est nettement séparé des autres populations corses (Figure 2). Comme précité, il se subdivise ensuite en deux rameaux isolant respectivement les subsp. *maximus* (890, 782) et subsp. *carota* (800, 794, 795).

La morphologie au stade plantule (Figure 7) détache également ce sous-groupe, en y incluant une var. *carota* du continent (801).

En ce qui concerne la structuration génétique, on note une bipartition vis-à-vis de la cordillère montagneuse qui traverse obliquement la Corse. Ces ensembles n'ont pas été en contact génétique et ont chacun des origines propres ; le caractère dispersé du groupe 4 (Figure 8) s'explique par l'écologie de friches et de milieux secondaires (axes de circulations) qui favorisent l'extension de ces plantes.

Par ailleurs, l'observation des populations montrent qu'elles sont en réalité souvent composites, comprenant à la fois la subsp. *maximus* et la subsp. *carota* var. *carota*, ce qui forme deux sous-ensembles au sein de la population ; la var. *mauritanicus* de la subsp. *maximus* s'y trouve aussi et pourrait être considérée comme une plante intermédiaire issue d'hybridation.

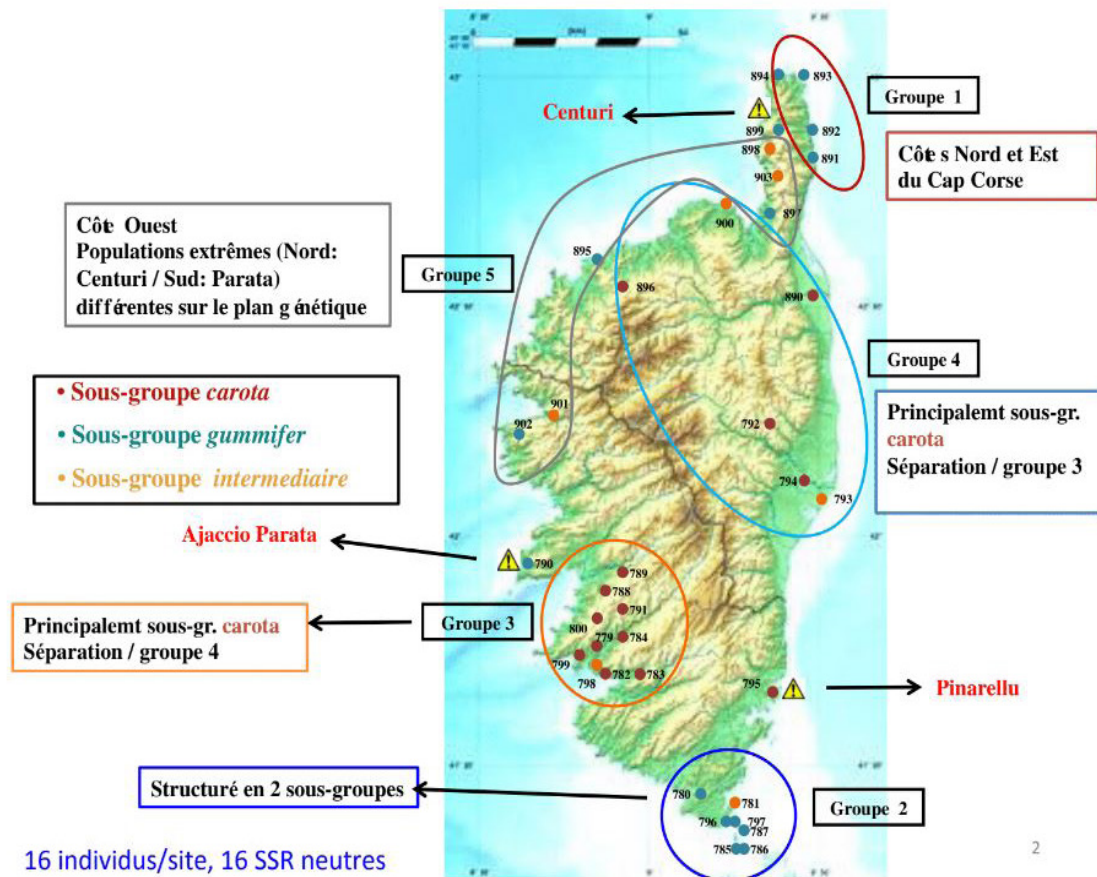


Figure 8. Carte de la structuration génétique du complexe *Daucus carota* en Corse (Maghraoui, 2012) sur la base de marqueurs microsatellites.

Il faut aussi indiquer que les deux plantes de ces sous-ensembles présentent – au-delà des critères morphologiques – des distinctions de nature biologique (phénologique) : la subsp. *maximus* est précoce et commence sa floraison en mars alors que la var. *carota* la débute en mai, souvent même plus tardivement. Cette différence temporelle suffit pour qu’au moins la première ombelle fleurie (FL1) des subsp. *maximus*, sinon les ombelles d’ordre 2 (FL2), soient d’ores et déjà fécondées et aient engagé la maturation du fruit. L’ombelle FL1 se compose presque exclusivement de fleurs bien fertiles ; dans les populations corses, elle est formée d’environ 70 rayons et les ombellules portent approximativement 50 fleurs ; une ombelle FL1 complètement fécondée – ce qui est en général le cas – produit donc 3500 fleurs qui disséminent 7000 semences épizochores ; une petite population de 20 individus disperse ainsi dans l’environnement de l’ordre de 140 000 semences, ce qui est nettement suffisant pour maintenir ce taxon, en dépit des attaques d’insectes et autres faits destructeurs, des phénomènes d’hybridation et d’introgession dus à la proximité de la var. *carota* qui perdure pour des raisons équivalentes plus tard en saison.

Description de nouveaux taxons

Les analyses pratiquées uniquement sur les populations côtières ont isolé morphologiquement cinq d’entre elles (Figure 3). La population du golfe de Ventilegne (780) correspond à la subsp. *drepanensis*. Il est ici proposé de désigner les quatre restantes comme nouveaux taxons : - population de Pietracorbara (891), avec rattachement partiel de Macinaggio (892, 893), - population de Meria (CRB1), - population d’Ota-Porto (901), - et population d’Albo (903).

S’y ajoute le regroupement de populations du littoral ouest : Patrimonio (897), Canari-Canelle (898) et Piana-Arone (902), en excluant Macinaggio-Coscia (892) qui, à l’analyse des spécimens d’herbier s’est révélée hétérogène, intégrant des plantes à segments foliaires plus courts et plus larges que l’on retrouve en plus grande proportion un peu plus au nord sur Tamarone (893). La distinction de nouveaux taxons s’appuie

principalement sur la morphologie adulte, le stade plantule et les aspects génétiques sont simplement complémentaires.

Daucus carota L. subsp. *caporientalis* Reduron subsp. nov.

Slender plant usually of medium height, (0,2) 0,5 (0,8) m, glabrous to hairy, with leafy branches, the basal generally creeping. Basal leaves shiny, blade 6-11 (15) cm, triangular-oblong in outline, divided into moderately thick and fleshy segments, linear, entire, rarely broadly linear and narrowly lobed, those of the middle part of the leaf (8) 10-11 (17) - average: 11 mm long, length/width ratio 2-11 (average: 4) ; upper leaves divided into linear segments, the terminal one entire, 7-26 (average: 17) times longer than broad. Terminal umbel of 1st order small to medium-sized, (4) 6-9 (12) - average: 8 cm in diameter ; bracts with terminal segment very narrow, 9-43 (average : 20) times longer than broad. Outer petals (1,6) 2-3,4 (4) - average: 2,6 mm long, quite well radiating. Fruiting terminal umbel of 1st order flat-topped or concave to \pm nest-like. Fruit 2,3-4,2 (average : 3,2) mm long, with radiant, straight spines, ca. 0,6 mm long.

Plante élancée de taille moyenne en général (0,2) 0,5 (0,8) m, glabre ou faiblement velue, à rameaux feuillés, les basaux généralement plagiotropes. Feuilles basales luisantes, limbe 6-11 (15) cm, de contour triangulaire-allongé, à segments moyennement épais-charnus, linéaires-entiers, peu souvent largement linéaires étroitement lobés, les médians (8) 10-11 (17) - moyenne : 11 mm de long, rapport longueur/largeur 2-11 (moyenne : 4) ; feuilles supérieures divisées en segments linéaires, le terminal entier, 7-26 (moyenne : 17) fois plus long que large. Ombelle terminale d’ordre 1 petites à moyennes, de diamètre (4) 6-9 (12) - moyenne : 8 cm ; bractées à segment terminal très étroit, 9-43 (moyenne : 20) fois plus long que large. Pétales de la circonférence (1,6) 2-3,4 (4) - moyenne : 2,6 mm de long, assez nettement rayonnants. Ombelle terminale d’ordre 1 fructifiée plane ou concave au sommet, à \pm recourbée en nid. Fruit 2,3-4,2 (moyenne : 3,2) mm de long, muni d’aiguillons radiants, droits, à partie libre

de 0,6 mm en moyenne, aussi longue que la partie basale soudée à la côte secondaire.

Côte est du cap Corse, rochers et coteaux rocailleux maritimes (Figure 1). Plantes marquées par l'étroitesse des segments foliaires, basales et caulinaires. Déjà signalées par Briquet et de Litardière (1938 : 166 sous subsp. *maritimus*) qui citent une récolte de Malcuit en 1937).

Le rattachement de deux autres populations (892, 893) est partiel, car seule une partie de leurs plantes est typique de la subsp. *caporientalis*.

La morphologie n'est pas congruente avec les résultats génétiques (groupe 1) ; elle semble se scinder en deux unités, respectivement est et nord du cap Corse.

La plantule (Figure 7) de la population type de Pietracorbara (891) se rapproche de celle d'Ajaccio La Parata (790), ce qui ne recoupe pas les résultats génétiques.



Figure 9. *Daucus carota* subsp. *caporientalis*, plante entière en fin de saison



Figure 10. *Daucus carota* subsp. *caporientalis*, feuillage découpé en segments linéaires



Figure 11. *Daucus carota* subsp. *caporientalis*, ombelle au stade floral

HOLOTYPE : France, Haute-Corse, cap Corse, Marine de Pietracorbara à Ampuglia. Rochers (micaschistes) en bordure de mer. GPS 42° 50.121' N 009° 29.011'. Récolte J.-P. Reduron le 13 août 2011.

ISOTYPI : mêmes références (P, herb. privé J.-P. Reduron).

***Daucus carota* L. subsp. *corsoccidentalis* Reduron subsp. nov.**

Slender plant usually of medium height, (0,2) 0,4-0,7 (1) m, glabrous to hairy, with leafy upright branches at an angle of 30-60°, normally without creeping basal branches. Basal leaves mostly shiny (sometimes slightly), blade 6-12 (20) cm long, triangular-oblong to narrowly oblong in outline (rarely subdeltate), divided into thick, fleshy segments, rarely thinner, ovate, lobed, those of the middle part of the leaf 6-15 (average : 10) mm long, length/width ratio 1,4-3 (average : 2) ; upper leaves reduced, divided into linear-lanceolate segments. Terminal umbel of 1st order small to medium-sized (4) 5-8,5 (11) – average : 7 cm in diameter ; bracts with terminal segment ± broadly linear, 4-13 (average : 8) times longer than broad. Outer petals (1,2) 1,6-2,6 (4) - average : 2 mm long, moderately radiating. Fruiting terminal umbel of 1st order often flat-topped, sometimes concave or nest-like, diameter/height ratio average 1,5-2. Fruit (2,3) 2,8-5,2 (average : 3,7) mm long, with radiant, straight spines, ca. 1 mm long.

Plante élancée de taille moyenne en général, (0,2) 0,4-0,7 (1) m, glabre ou velue, à rameaux feuillés, dressés à 30-60° (normalement sans rameaux plagiotropes). Feuilles basales le plus souvent luisantes (parfois faiblement), limbe 6-12 (20) cm, de contour triangulaire-allongé à –très allongé, rarement plus largement triangulaire, à segments épais, charnus (rarement plus minces), ovales, lobés, les médians 6-15 (moyenne : 10 mm) de long, rapport longueur/largeur 1,4-

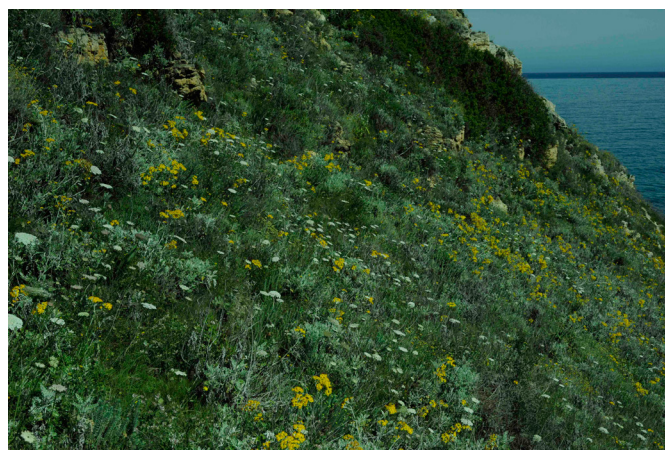


Figure 12. *Daucus carota* subsp. *corsoccidentalis*, locus classicus

3 (moyenne : 2) ; feuilles supérieures réduites, à segments plus étroits, linéaires-lancéolés. Ombelle terminale d'ordre 1 petites à moyennes, de diamètre (4) 5-8,5 (11) - moyenne : 7 cm ; bractées à segment terminal \pm largement linéaire, 4-13 (moyenne : 8) fois plus long que large. Pétales de la circonférence (1,2) 1,6-2,6 (4) - moyenne : 2 mm de long, moyennement rayonnants. Ombelle terminale d'ordre 1 fructifiée souvent plane au sommet, parfois concave ou en nid, son diamètre valant en moyenne 1,5-2 fois sa hauteur. Fruit (2,3) 2,8-5,2 (moyenne : 3,7) mm de long, muni d'aiguillons radiants, droits, à partie libre de 1 mm environ (rarement réduits à 0,4 mm environ), en moyenne 1,2-1,8 fois plus longue que la partie basale soudée à la côte secondaire.

Côte ouest de la Corse, correspondant dans cette étude aux



Figure 13. *Daucus carota* subsp. *corsoccidentalis*, ombelle au stade floral



Figure 14. *Daucus carota* subsp. *corsoccidentalis*, feuille basale



Figure 15. *Daucus carota* subsp. *corsoccidentalis*, ombelle plane au sommet au stade fruit (pouvant le rester ou devenir concave ou en nid par la suite)

populations de Patrimonio (897), de Canari-Canelle (898) et de Piana-Arone (902). Elles sont très proches par la morphologie adulte (Figure 3), délimitant un *cluster* particulier dont Macinaggio-Coscia été exclu (cf. plus haut). Elles sont également présentes dans un même *cluster* au stade plantule (Figure 7). Elles appartiennent au même groupe génétique 5 (Figure 8) sur la côte ouest. Elles ne se rapprochent pas d'un taxon méditerranéen continental (Figure 6), car figurant dans un *cluster* intégralement corse. La convergence des résultats milite pour la désignation d'un taxon spécial.

Les populations se situent sur les littoraux rocailloux (calcaire, amiante, granite rose) en milieux héliophiles, xérophiles.

HOLOTYPE : France, Haute-Corse, Patrimonio, à la Punta di Saeta. Éboulis calcaire sous falaise, exposition nord. GPS 42° 43.101' N 009° 19.710' E. Récolte J.-P. Reduron 06/06/2012 (G). Fruits récoltés le 16/08/2011.

ISOTYPI : mêmes références (P, herb. privé J.-P. Reduron).

***Daucus carota* L. subsp. *fontanesii* Thell.
var. *meriensis* Reduron var. nov.**

Robust and tall plant, 1-1,4 m high, \pm densely hairy, with upright branches. Basal leaves shiny, blade 13-30 cm long, oblong-triangular in outline, divided into thick, fleshy, \pm broadly ovate, obtusely lobed segments, those of the middle part of the leaf 8-23 (average : 14) mm long, length/width ratio 1,5 ; upper leaves, similar, reduced. Terminal umbel of 1st order 6,5-12 (average : 9) cm in diameter ; bract with terminal segment (2) 4-8 (average : 5) times longer than broad. Outer petals 1,6-2,2 mm long, moderately radiate. Fruiting terminal umbel of 1st order flat at top, diameter/height ratio 1,8-6 (average : 3). Fruit 3,3-5,4 (average : 4,5) mm long, with radiant, straight spines, c. 1 mm long.

Plante vigoureuse, haute de 1-1,4 m, \pm densément velue, à rameaux généralement dressés. Feuilles basales luisantes, limbe 13-30 cm, de contour triangulaire allongé, à segments épais, \pm largement ovales, obtusément lobés, les médians 8-23 (moyenne : 14) mm de long, rapport longueur/largeur 1,5 ; feuilles supérieures semblables, réduites. Ombelle terminale d'ordre 1 de 6,5-12 (moyenne : 9) cm de diamètre ; bractées à segment terminal (2) 4-8 (moyenne : 5) fois plus long que large. Pétales de la circonférence 1,6-2,2 mm de long, moyennement rayonnants, 3 fois plus longs que les centraux. Ombelle terminale d'ordre 1 fructifiée en plateau ou cône inversé, plane (parfois concave) au sommet, son diamètre valant 1,8-6 (moyenne : 3) fois sa hauteur. Fruit 3,3-5,4 (moyenne : 4,5) mm de long, muni d'aiguillons radiants, droits, à partie libre d'environ 1 mm, 1,5 fois plus longue que la partie basale soudée à la côte secondaire.

Il arrive rarement que la plante produise des fruits à aiguillons réduits, très courts.

Nord-est du cap Corse, secteur de Meria. Falaises et talus éboulés le plus souvent en situation ombragée, orientés à l'Est. Population homogène, bien isolée d'autres taxons du complexe *D. carota*. En culture (Jard. bot. Strasbourg), la plante est conforme au site naturel.

Ces plantes présentent une morphologie d'ensemble de la subsp. *fontanesii* comme la consultation de la description originale et du type de Desfontaines (P) [*Daucus hispidus*] l'a montré ; ce type est de taille plus petite (0,3-0,6 / 1,2-1,4 m) que la var. *meriensis*. On dispose aussi de 3 autres populations appartenant à la subsp. *fontanesii* dans l'analyse comparée :

- celle de Marseille (686) qui se compose de plantes plus petites (0,25-0,7 / 1,2-1,4 m), à rameaux inférieurs longuement plagiotropes (/ dressés), étalés (à 60-120° / moyenne : 45°) ; les segments médians des feuilles inférieures sont plus petits (5-10 / 8-23 mm) ; le fruit est moins long (moyennes : 3,3 / 4,5 mm) et la partie libre des aiguillons plus courte (moyennes : 0,6 / 1,1 mm).

- celle de Giens (CRB2) formée de plantes plus petites (0,1-0,5 / 1,2-1,4 m), à rameaux inférieurs plus longuement

plagiotropes (sur 45 % / 10 % de la longueur) ; les segments médians des feuilles inférieures sont plus petits (moyennes : 9 / 14 mm) ; les pétales de la circonférence de l'ombelle sont plus grands (moyennes : 2,4 / 1,8 mm) ; le fruit est plus court (moyennes : 3,7 / 4,5 mm).

- celle de Centuri (899) au nord-ouest du cap Corse constituée de plantes la plupart plus petites (moyennes : 0,6 / 1,15 m), à rameaux inférieurs plus longuement plagiotropes (sur 70 % / 10 % de la longueur) et plus étalés (moyennes : à 80° / 45°) ; les segments médians des feuilles inférieures sont plus petits (moyennes : 9 / 14 mm) ; le segment terminal des feuilles supérieures est plus allongé (moyennes longueur/largeur : 4 / 2) ; le segment terminal des bractées est plus allongé (moyennes longueur/largeur : 8 / 5) ; les pétales de la circonférence de l'ombelle sont plus longs (moyennes : 2,6 / 1,8 mm).



Figure 18. *Daucus carota* subsp. *fontanesii*. var. *meriensis*, feuille basale luisante à segments larges



Figure 16. *Daucus carota* subsp. *fontanesii*. var. *meriensis*, port et écologie (falaise terreuse ombragée)



Figure 19. *Daucus carota* subsp. *fontanesii*. var. *meriensis*, ombelle plane au sommet au stade fruit

Globalement la var. *meriensis* se distingue des autres plantes étudiées appartenant à la subsp. *fontanesii* par sa haute taille, ses rameaux dressés, ses segments médians des feuilles inférieures plus grands, ses pétales de la circonférence de l'ombelle souvent moins grands, le fruit souvent plus court.

Elle peut être considérée comme un écotype sciaphile en sol riche de la subsp. *fontanesii*.

Cette population, découverte récemment, n'a pas pu faire l'objet d'analyse au stade plantule, ni sur le plan génétique (microsatellites).

HOLOTYPUS : France, Haute-Corse, cap Corse, Marine de Meria, au sud de Macinaggio. Talus abrupts, rebord de falaise, au bord de la route RD 80. Alt. 44 m. GPS 42° 55' 51" N 009° 27' 55" E. Récolte J.-P. Reduron 12/07/2014 (G).

ISOTYPI : mêmes références, stade floral : récolte J.-P. Reduron 06/06/2015. Fruits : récolte J.-P. Reduron 12/07/2014 (P, herb. privé J.-P. Reduron).

Daucus carota* subsp. *otaportensis* Reduron *subsp. nov.

Tall, slender plant, 1,1-1,5 m high, glabrous to moderately hairy, with upright branches. Basal leaves shiny, blade 15-30 cm long, triangular-oblong in outline, divided into moderately thick segments, ovate to ovate-lanceolate, often cuneate at the base, deeply lobed, those of the middle part of the leaf 7-15 mm (average : 10) mm long, length/width ratio 2; upper leaves reduced, divided into narrower segments, sometimes linear. Terminal umbel of 1st order 8-12 cm in diameter ; bract with terminal segment narrow and long, 7-22 (average : 13) times longer than broad. Outer petals 1,8-3,4 mm long, radiate, 3 times longer than the central ones. Fruiting terminal umbel of 1st order concave or sometimes almost flat at top, diameter/height ratio 1,6-4 (average : 2,6). Fruit 2,9-5,6 (average : 3,7) mm long, with radiant, straight spines, (0,2) 0,5-1,5 mm long.



Figure 17. *Daucus carota* subsp. *fontanesii*. var. *meriensis*, ombelle au stade floral

Grande plante élancée atteignant 1,1-1,5 m, glabre à moyennement velue, à rameaux dressés, parfois un peu étalés. Feuilles basales luisantes, limbe 15-30 cm, de contour triangulaire allongé, à segments d'épaisseur moyenne, ovales à ovales-lancéolés, souvent cunéiformes à la base, profondément lobés, les médians 7-15 mm (moyenne : 10) mm de long, rapport longueur/largeur 2 ; feuilles supérieures réduites, à divisions plus étroites, parfois linéaires. Ombelle terminale d'ordre 1 de 8-12 cm de diamètre ; bractées à segment terminal étroit et allongé, 7-22 (moyenne : 13) fois plus long que large. Pétales de la circonférence 1,8-3,4 mm de long, rayonnants, 3 fois plus longs que les centraux. Ombelle terminale d'ordre 1 fructifiée en cône inversé, concave ou parfois presque plane au sommet, son diamètre valant 1,6-4 (moyenne : 2,6) fois sa hauteur. Fruit 2,9-5,6 (moyenne : 3,7) mm de long, muni d'aiguillons radiants, droits, à partie libre de (0,2) 0,5-1,5 mm, (0,3) 1-3 (moyenne : 1,5) fois plus longue que la partie basale soudée à la côte secondaire.

Côte ouest dans le golfe de Porto. Couloirs ombragés dans les falaises de roches rouges, milieux humides au printemps. Population homogène, bien isolée d'autres taxons du complexe *D. carota*. En culture (Agrocampus Ouest Angers, Conserv. Bot. Mulhouse), la plante est conforme au site naturel.

Cette sous-espèce possède le port élancé du sous-groupe *carota* mais possède plusieurs caractères du sous-groupe *gummifer* (notamment les feuilles luisantes) ; d'ailleurs (Figure 2), elle ressort éloignée du sous-groupe *carota*. Il ne s'agit pas d'un hybride entre populations proches de ces sous-groupes, elle résulte plutôt du phénomène d'écosubspéciation décrit plus haut.

Au stade plantule (Figure 7), les plantes de cette population de Ota-Porto (901) se rapprochent de celle de L'Île-Rousse (895) ; cela ne se vérifie pas au stade adulte (Figure 3). Sur le plan génétique (Figure 8), la population de Porto se situe dans la partie sud de l'arc ouest (groupe 5) où figure également celle de L'Île-Rousse (895) ; on peut imaginer une origine ancienne commune.



Figure 20. *Daucus carota* subsp. *otaportensis*, site naturel, couloirs semi-ombragés des falaises



Figure 21. *Daucus carota* subsp. *otaportensis*, pétales rayonnants à la périphérie de l'ombelle



Figure 22. *Daucus carota* subsp. *otaportensis*, feuilles basales luisantes



Figure 23. *Daucus carota* subsp. *otaportensis*, ombelle en fruits à aiguillons fins et radiants



Figure 24. *Daucus carota* subsp. *otaportensis*, ombelle au stade floral, individu avec une curieuse disposition des bractées

HOLOTYPE : France, Corse-du-Sud, Ota, Marine de Porto. Corniche de la route RD 81, anfractuosités et encorbellements naturels des falaises de roches rouges. Alt. 146 m. GPS 42° 16.612' N 008° 41.571' E. Récolte J.-P. Reduron le 29/05/2012, individu B (G).

ISOTYPI : mêmes références, individu A (P), individu B (herb. privé J.-P. Reduron).

PARATYPI : même localité, feuilles basales, récolte J.-P. Reduron le 18/08/2011 (G, P, herb. privé J.-P. Reduron).

***Daucus carota* subsp. *valeriae* Reduron subsp. nov.**

Slender plant of medium height, (0,3) 0,5 (0,8) m, glabrous to hairy, with upright branches (sometimes unbranched), without leaves in upper part. Basal leaves slightly shiny, blade (3,5) 6-15 (20) cm long, triangular-oblong in outline, divided into moderately thick segments, ovate or lanceolate, lobed to linear, entire, those of the middle part of the leaf 6-16 (average : 11) mm long, length/width ratio variable, 2-14; upper leaves divided into entire, narrow, linear-lanceolate to often linear segments. Terminal umbel of 1st order small to medium-sized, 4-9 cm in diameter ; bracts with terminal segment linear, 10-20 times longer than broad. Outer petals 1,6-2,8 mm long, moderately radiating. Fruiting terminal umbel of 1st order nest-like or flat-topped, diameter/height ratio average 1,4. Fruit 2,8-5,4 (average : 4) mm long, with radiant, straight spines, ca. 1 mm long.

Plante élancée de taille moyenne, (0,3) 0,5 (0,8) m, glabre ou velue, à rameaux dressés (parfois non ramifiée), peu feuillés. Feuilles basales faiblement luisantes, limbe (3,5) 6-15 (20) cm, de contour triangulaire-allongé, à segments d'épaisseur moyenne (un peu charnus), ovales à lancéolés, lobés à linéaires, entiers, les médians 6-16 (moyenne : 11) mm de long, rapport longueur/largeur variable 2-14 ; feuilles supérieures à segments entiers, étroits, linéaires-lancéolés à souvent linéaires. Ombelle terminale d'ordre 1 petites à moyennes, de diamètre 4-9 cm ; bractées à segment terminal linéaire, 10-20 fois plus long que large. Pétales de la circonférence 1,6-2,8 mm de long, moyennement rayonnants. Ombelle terminale d'ordre 1 fructifiée recourbée en nid ou plane au sommet, son diamètre valant en moyenne 1,4 fois sa hauteur. Fruit 2,8-5,4 (moyenne : 4) mm de long, muni d'aiguillons radiants, droits, à partie libre de 1 mm environ, en moyenne 2,2 fois plus longue que la partie basale soudée à la côte secondaire.

Côte ouest du cap Corse, à Albo (population 903). Côte rocheuse au nord de la plage; interstices de maquis sur rochers blancs et verts (amiantifères). Population homogène (sauf la morphologie des feuilles basales), sans contact direct avec d'autres taxons, cependant peu éloignée (300 m) de la côte sud de la plage où plantes sont différentes, variables. En culture (Agrocampus Ouest Angers), la plante est globalement conforme au site naturel, mais avec une conformité moyenne des feuilles supérieures.

Cette sous-espèce ressemble en apparence à la subsp. *maritimus* (691) mais la classification au stade adulte (Figure 25) l'en sépare nettement. Une comparaison 2 à 2 montre que la morphologie foliaire à divisions en moyenne nettement plus fines et allongées ainsi que le pétale moins long discrimine la subsp. *maritimus*.

Au stade plantule (Figure 7), cette population (903) se regroupe avec d'autres du cap Corse et de la côte ouest, sans distinction particulière. Sur le plan génétique, elle fait partie de l'arc ouest (groupe 5).

HOLOTYPE : France, Haute-Corse, cap Corse, Albo. Côte rocheuse au nord de la plage. Interstices de maquis sur rochers blancs et verts. GPS 42° 48.630' N 009° 20.157' E. Récolte J.-P. Reduron le 12/07/2014. Fruits récoltés le 19/08/2011.

ISOTYPI : mêmes références (P, herb. privé J.-P. Reduron).

Cette sous-espèce est dédiée à Valérie Le Clerc, enseignant chercheur en génétique et amélioration des plantes à Agrocampus Ouest Angers, experte sur *Daucus carota* et par ailleurs bonne connaisseuse du *locus classicus*.

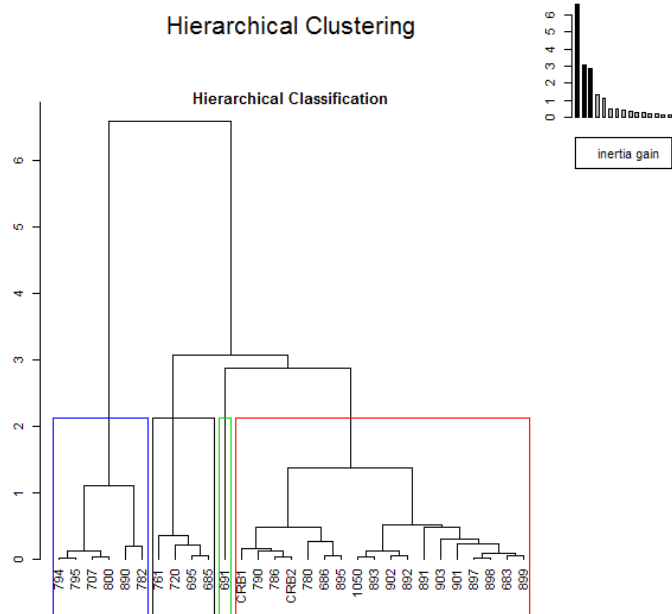


Figure 25. Classification hiérarchique sur données morphologiques au stade adulte des populations corse plus les exogroupes, en ajoutant la subsp. *maritimus* (691) : la population d'Albo (903) en est très éloignée.



Figure 26. *Daucus carota* subsp. *valeriae*, station naturelle (*locus classicus*)



Figure 27. *Daucus carota* subsp. *valeriae*, ombelle au stade floral

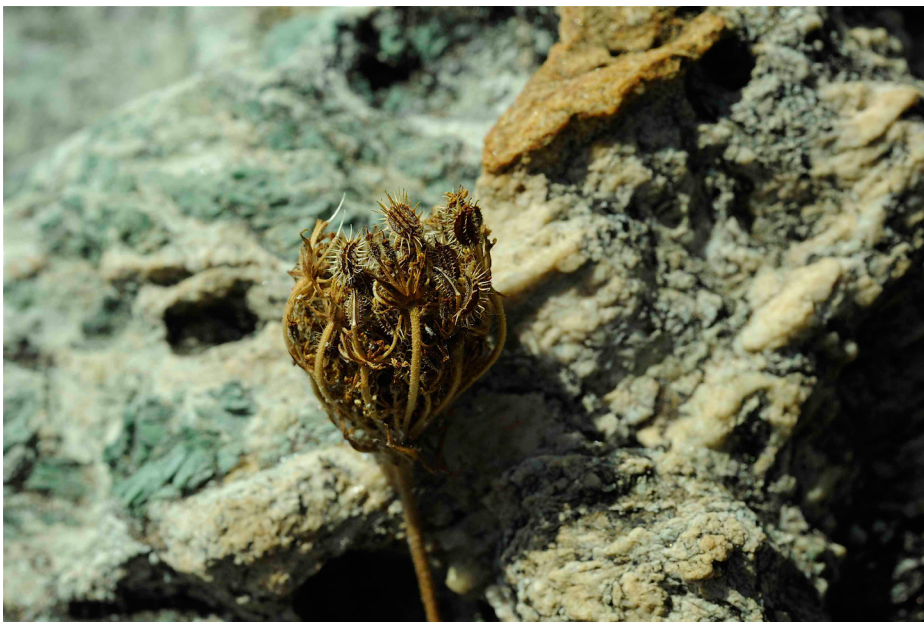


Figure 28. *Daucus carota* subsp. *valeriae*, ombelle au stade fruit

Conclusion et prospective

La présente étude réalise une amélioration significative par rapport au traitement de Reduron & Muckensturm (2007) ; cela prouve l'intérêt des prospections fines sur le terrain, notamment au long des linéaires côtiers ce qui permet de se rendre compte de la variabilité morphologique et de sa distribution. Il est important de décrire et de dénommer les unités distinguées par la combinaison de plusieurs caractères à l'aide d'outils biométriques, même si elles se situent dans un contexte allogame fortement dominant. En raison de l'écosubspéciation intervenue formant un ruban côtier à mailles serrées, un certain nombre de populations restent à caractériser et à repérer. Il serait bien d'élargir ce type d'études à l'Italie proche de l'est du cap Corse (îles de Capraia, île d'Elbe) et du sud de la Corse sur le littoral sarde. Il est essentiel de ne pas oublier l'intérêt agronomique et génétique des populations sauvages de *Daucus carota* pour l'amélioration de la carotte cultivée en plus de leur richesse en composés chimiques.

En Corse, elles font preuve d'une grande insularité et d'une étonnante diversité ; plantes renouvelant sans cesse leurs populations (monocarpiques), favorisant les échanges génétiques (allogames) et aptes aux déplacements (épizoochores), elles se sont adaptées à la variété des milieux naturels côtiers de l'île et méritent l'intérêt des structures et des personnes en charge ou bien tout simplement soucieuses ou admiratives du monde végétal.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier le Conservatoire botanique national de Corse et le Jardin botanique de Strasbourg pour leurs soutiens réguliers au cours de ces études.

Bibliographie

- Briquet J. & Litardière R. de, 1938 - Prodrôme de la flore corse par J. Briquet continué par R. de Litardière. Tome 3 (1). Paris (Lechevalier), xii + 205 p.
- Chaput-Bardy A., 2011 - Rapport d'activités sur les analyses génétiques chez *Daucus carota* ssp. Angers (Agrocampus Ouest) Rapport d'activités, 9 p.
- Jeanmonod D. & Gamsans J., 2013 - Flora corsica. 2^e éd. Jarnac (Soc. Bot. Centre-Ouest), n° sp. 39, 1074 p.
- Maghraoui M., 2012 - Étude de la diversité génétique au sein de populations sauvages de carotte de Corse. Angers (Agrocampus Ouest) Mémoire de Master 3A, 36 p.
- Reduron J.-P., 2014 - Étude des populations sauvages de *Daucus* en Corse. Analyse morphologique des plantules. Rapport final. Mulhouse (Via Apia), 55 p.
- Reduron J.-P. & Muckensturm B., 2007 - Umbellifères de France. Jarnac (Soc. Bot. Centre-Ouest), n° sp. 27, 565-1142.

Commentaires sur populations non attribuées

Plusieurs populations corses n'ont pas encore bénéficié d'une position nette dans la classification et la nomenclature du complexe *D. carota*. Ceci prouve – si besoin était – l'extrême diversité de cette espèce, prometteuse aux plans agronomique et scientifique.

Populations de La Parata (790) / L'Île-Rousse (895)

Elles sont regroupées par l'analyse morphologique adulte des populations littorales (Figure 3) ; on note cependant de légères différences sur la morphologie foliaire, la forme de l'ombelle en fruit, les aiguillons du fruit. La morphologie de la plantule les éloigne nettement (Figure 7). Quant aux résultats moléculaires (Figure 8), ils désignent la population de La Parata comme un isolat génétique. Au vu de ce qui précède, il n'est pas souhaitable de désigner un taxon regroupant ces deux unités.

Annexe

Tableau 1. Liste des populations prises en compte dans l'étude

	Localités	n° accession CRB	identité	sous-groupe	commentaires	
corse	Aléria (Caterragio)	794	carota	carota		
	Pinarellu (Cirendinu)	795	carota		isolat génétique	
	Acqua Doria (Marmuntagnja)	800	var. carota			
	Borgo (Marana)	890	maximus mauritanicus			
	Abbartello (Nivalella)	782	maximus subsp. mauritanicus			
	Bonifacio (Ventilegne)	780	drepanensis	gummifer	plante naine	
	Bonifacio (Grande Lavezzi)	786	commutatus			
	Ajaccio (La Parata)	790	subsp. ?		isolat génétique	
	Pietracorbara (Ampuglia)	891	subsp. ?		feuillage étroit	
	Macinaggio (Punta a Coscia)	892	subsp. ?			
	Macinaggio (Tamarone)	893	subsp. ?			
	L'Île-Rousse	895	subsp. ?			
	Patrimonio	897	subsp. ?			
	Canari (Canelle)	898	subsp. ?			
	Centuri	899	fontanesii ?		isolat génétique	
	Ota (Porto)	901	subsp. ?		intermédiaire	
	Piana (Arone)	902	subsp. ?		gummifer	
	Albo	903	subsp. ?		intermédiaire	gr. maritimus?
	Ersa (Capo Grosso)	1050	subsp. ?		?	
Meria (Marine)	CRB1	subsp. ?	gummifer	gr. fontanesii?		
exogroupes	Crozon	720	gummifer	gummifer		
	Bussac-Forêt	707	carota	carota		
	Bidart	761	gadecaei	intermédiaire		
	Giens (Chevaliers)	CRB2	fontanesii	gummifer	feuillage large	
	Marseille (Mont Rose)	685	hispanicus ?	gummifer	feuillage étroit	
	Marseille (Mont Rose)	686	fontanesii	gummifer	feuillage large	
	La Ciotat	683	subsp. ?	gummifer	isolat	
	Vic-la-Gardiolo	691	maritimus	carota		
	Argelès/Mer (plage Racou)	695	brachycaulos	gummifer		

MYCOLOGIE

PHYCOLOGIE
LICHÉNLOGIE

BRYOLOGIE

PTÉRIDOLOGIE

PHANÉROGAMIE

SORTIES
SESSIONS

PHYTOSOCIOLOGIE

HOMMAGES