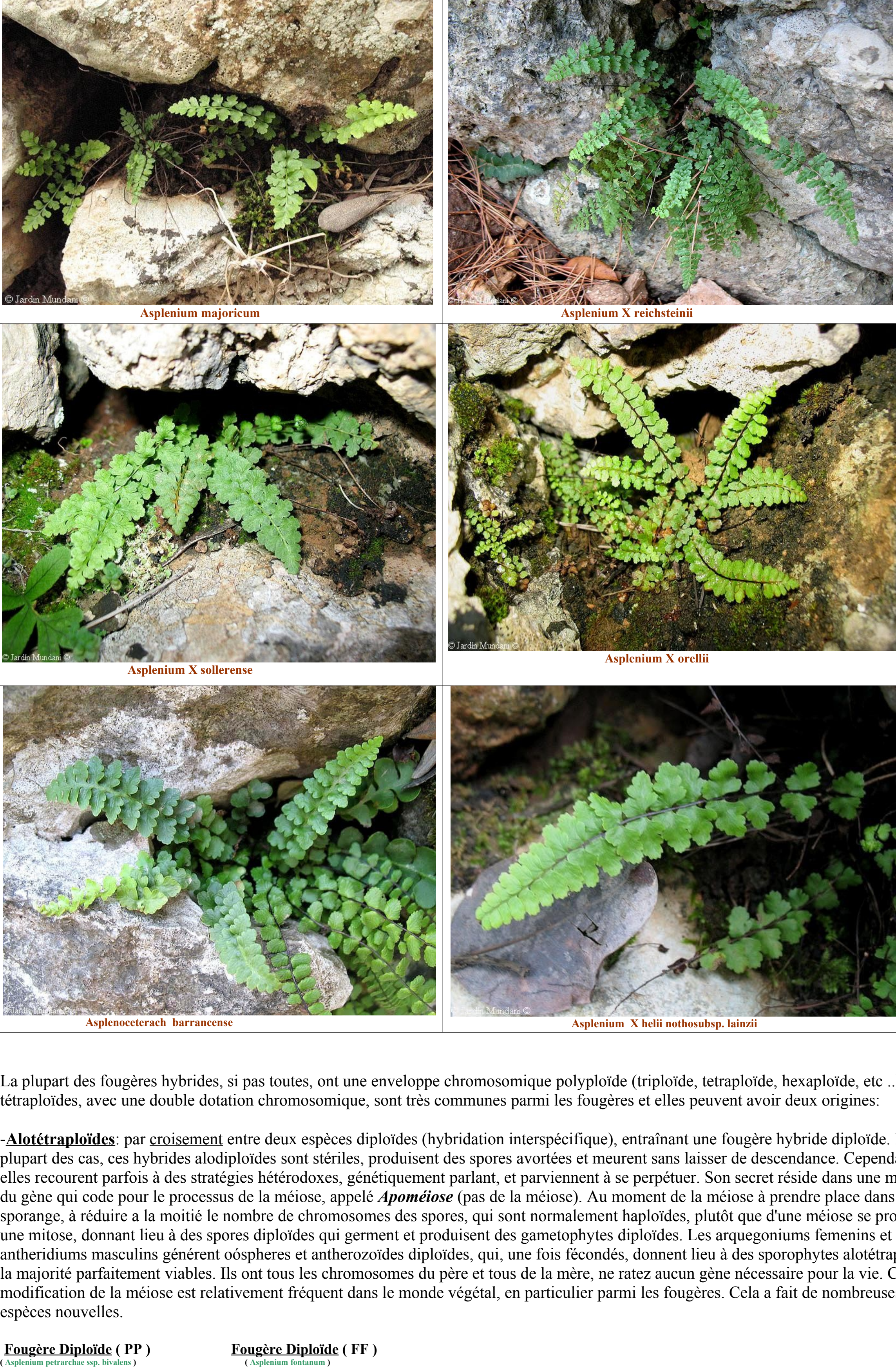


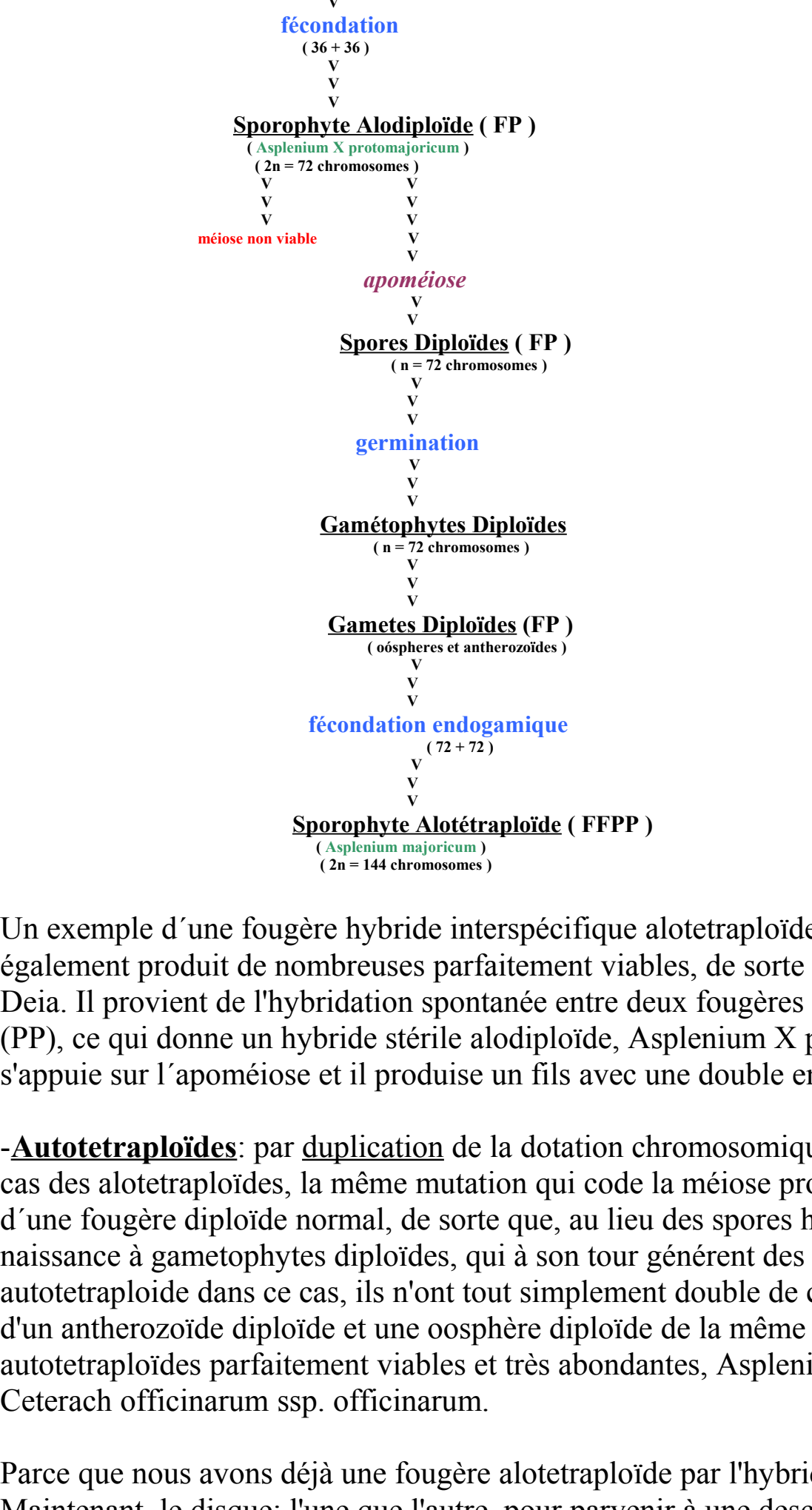
## Les Fougères hybrides de Soller

La Vallée de Soller, située sur la côte nord-ouest de l'île de Majorque, près de la mer et entourée de montagnes de protection, est célèbre par sa beauté géographique exceptionnelle, par l'excellence de ses oranges, par la qualité de son huile d'olive, par son Port en eaux calmes, par ses habitants accueillants, bien que beaucoup moins connu par la richesse de sa flore de ptéridophytes, en particulier les petites fougères de la famille des Aspleniaceae, caractérisés par leur forte tendance à l'hybridation entre eux.



La plupart des fougères hybrides, si pas toutes, ont une enveloppe chromosomique polypléide (triploïde, tétraploïde, hexaploïde, etc. ...). Les allotétraploïdes, avec une double dotation chromosomique, sont très communes parmi les fougères et elles peuvent avoir deux origines :

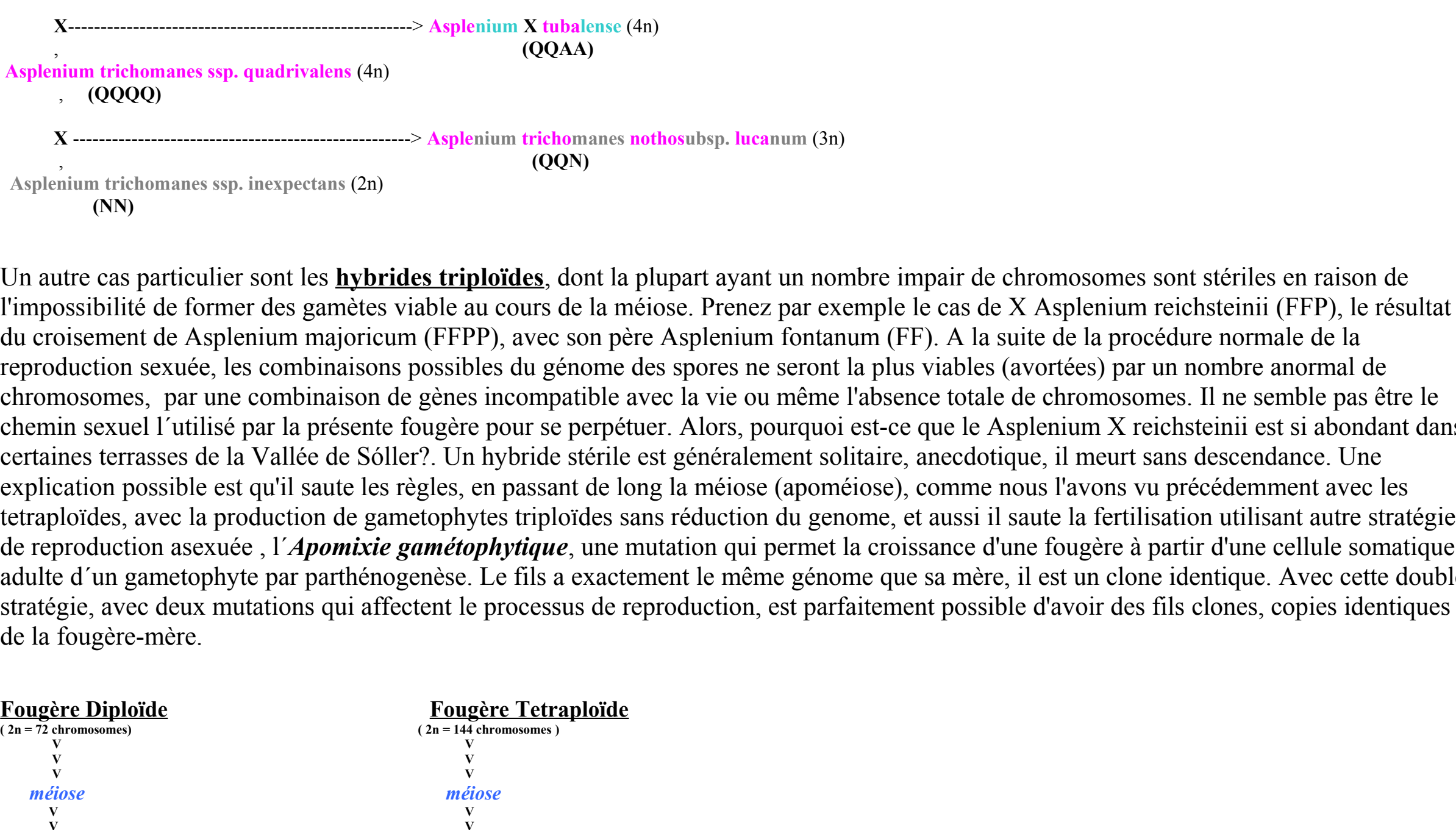
- **Allotétraploïdes** : par croisement entre deux espèces diploïdes (hybridation interspécifique), entraînant une fougère hybride diploïde. Dans la plupart des cas, ces hybrides allotétraploïdes sont stériles, produisent des spores avortées et meurent sans laisser de descendance. Cependant, elles recourent parfois à des stratégies hétérodoxes, génétiquement parlant, et parviennent à se perpétuer. Son secret réside dans une mutation du gène qui code pour le processus de la méiose, appelé **Apoméiose** (pas de la méiose). Au moment de la méiose à prendre place dans le sporangie, à réduire à la moitié le nombre de chromosomes des spores, qui sont normalement haploïdes, plutôt que d'une méiose se produit une mitose, donnant lieu à des spores diploïdes qui germent et produisent des gamétophytes diploïdes. Les arquegoniums féminins et les antheridiums masculins génèrent oosphères et anthérozoïdes diploïdes, qui, une fois fécondés, donnent lieu à des sporophytes allotétraploïdes, la majorité parfaitement viables. Ils ont tous les chromosomes du père et tous de la mère, ne ratez aucun gène nécessaire pour la vie. Cette modification de la méiose est relativement fréquent dans le monde végétal, en particulier parmi les fougères. Cela a fait de nombreuses espèces nouvelles.



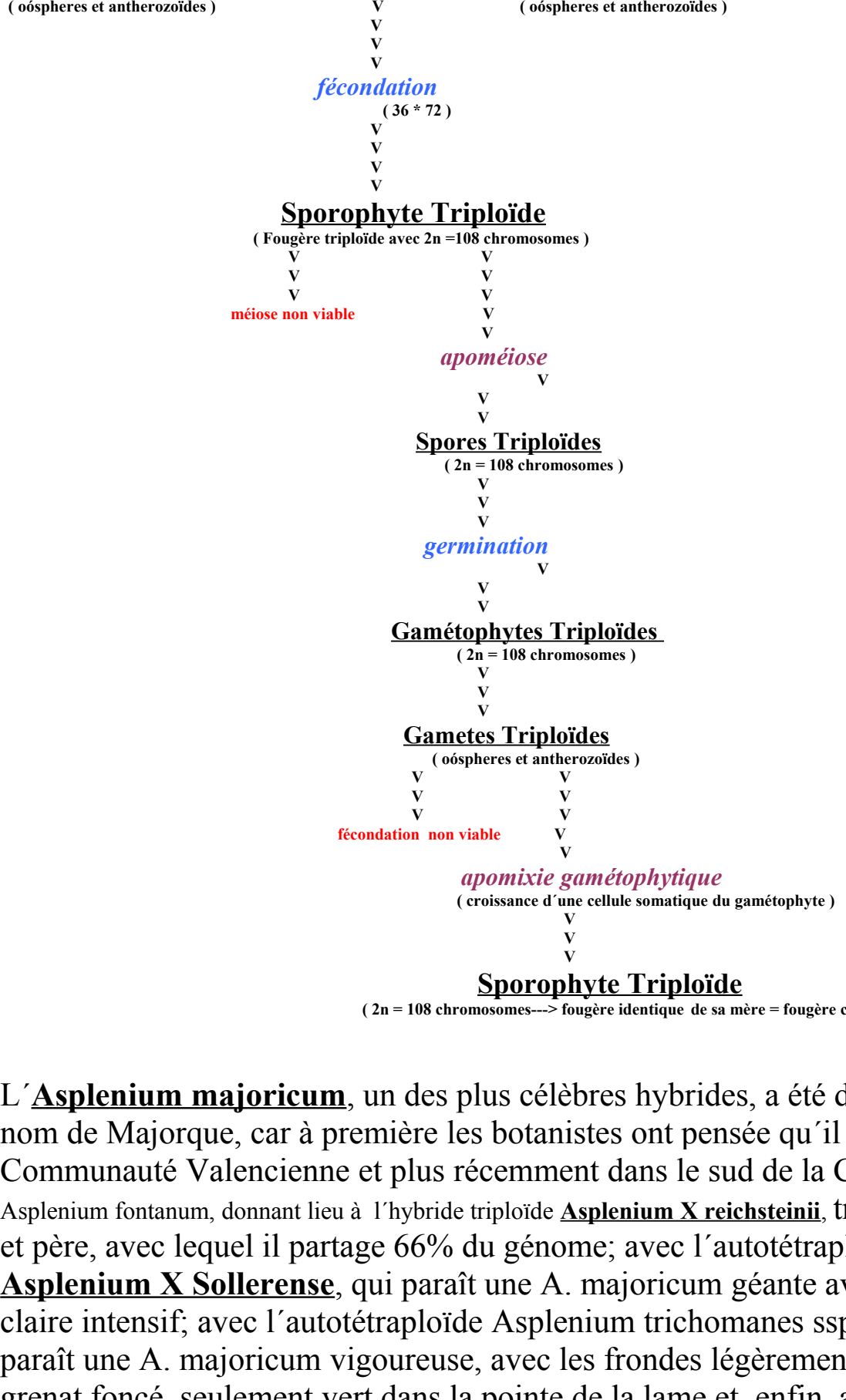
Un exemple d'une fougère hybride interspécifique allotétraploïde est l'*Asplenium majoricum* qui, bien que de nombreuses spores avortées, a également produit de nombreuses hybrides parfaitement viables, de sorte qu'il est très prolifique et a colonisé les montagnes de Soller, Fornalutx et Deià. Il provient de l'hybridation spontanée entre deux fougères diploïdes : *Asplenium fontanum* (FF) et *Asplenium petraeae* ssp. bivaletens (PP), ce qui donne un hybride stérile allotétraploïde, *Asplenium X protomajoricum* (FP), incapable de se reproduire, mais pour se perpétuer il s'appuie sur l'apoméiose et il produit une fois avec une double enveloppe chromosomique, le précédent *Asplenium majoricum* (FFPP).

- **Autotétraploïdes** : par duplication de la dotation chromosomique d'une fougère diploïde (sans hybridation interspécifique). Comme dans le cas des allotétraploïdes, la même mutation qui code la méiose provoque la mitose ou il devrait y avoir une méiose (Apomeiosis) en sporanges d'une fougère diploïde normal, de sorte que, au lieu des spores haploïdes sont produites des spores diploïdes, qui germent pour donner naissance à gamétophytes diploïdes, qui à son tour génèrent des gamètes diploïdes et, après la fécondation, un sporophyte tetraploïde, autotétraploïde dans ce cas, ils n'ont tout simplement double de chromosomes que ses parents, ou de deux génomes identiques, par l'union d'un anthérozoïde diploïde et une oosphère diploïde de la même espèce de fougère. Dans la nature il existe trois exemples de fougères autotétraploïdes parfaitement viables et très abondantes, *Asplenium Trichomanes* ssp. quadrivalens, *Asplenium petraeae* ssp. petraeae et *Ceterach officinarum* ssp. officinarum.

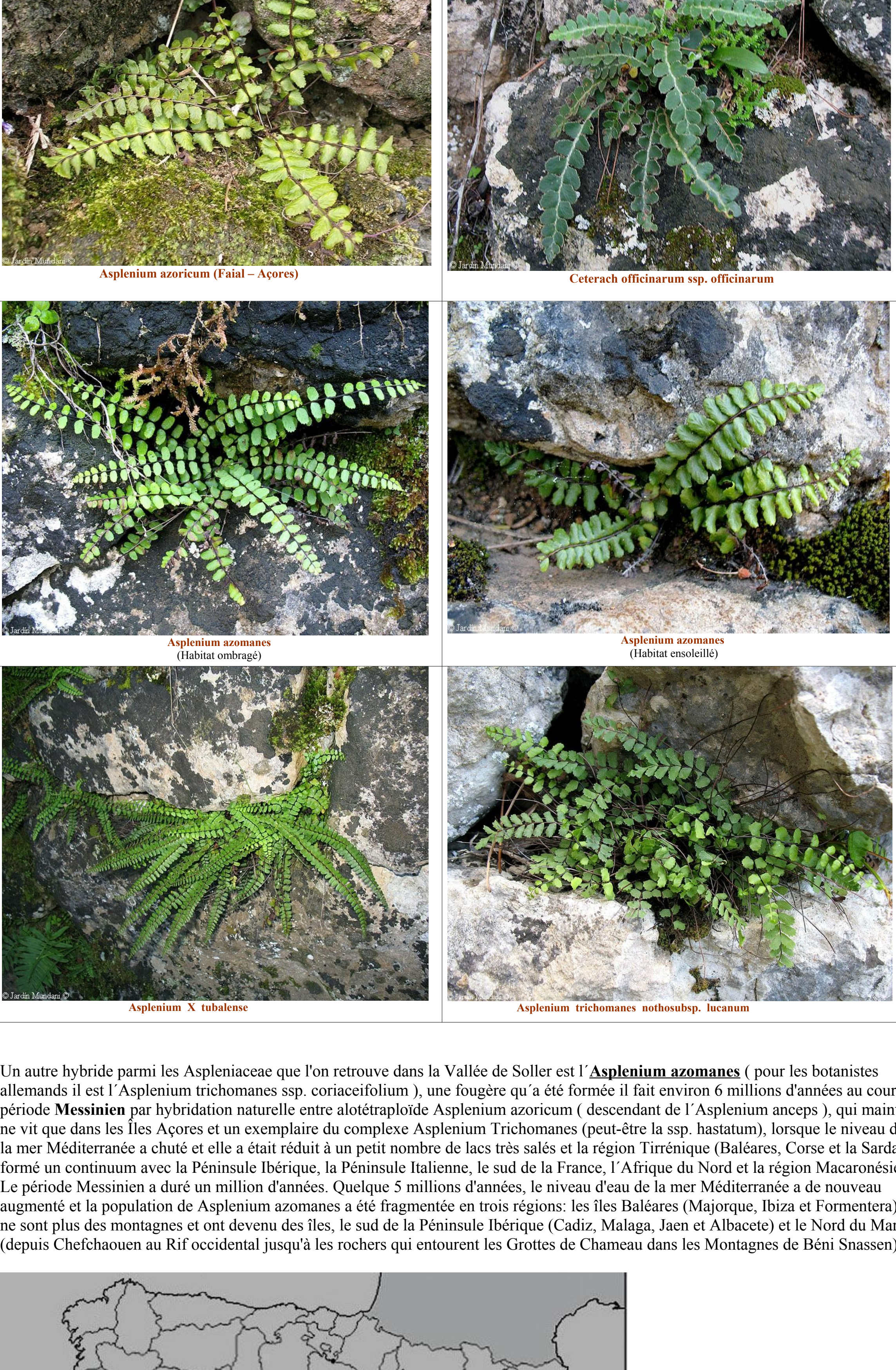
Parce que nous avons déjà une fougère allotétraploïde par l'hybridation et une fougère autotétraploïde par la duplication du génome. Maintenant, le disque: l'une que l'autre, pour parvenir à une descendance viable, devrait être joué à deux génomes entiers dans le noyau des cellules. Pour atteindre cet objectif pourrait suivre deux voies: la reproduction sexuelle normale elle-même de toute plante, de sorte qu'ils ont à produire des spores viables diploïdes avec un nombre de chromosomes, qui respecte la parité, de sorte que le fils n'a pas besoin de tout gène nécessaire pour la vie quelque chose de parfaitement possible dans autotétraploïdes mais plus difficile dans les hybrides allotétraploïdes interspécifiques, qui génèrent de nombreuses spores avortées non viables et aussi quelques viables, les suffisantes pour se perpétuer.



Un autre cas particulier sont les **hybrides triploïdes**, dont la plupart ayant un nombre impair de chromosomes sont stériles en raison de l'impossibilité de former des gamètes viable au cours de la méiose. Prenez par exemple le cas de X *Asplenium reichsteinii* (FFP), le résultat du croisement de *Asplenium majoricum* (FFPP), avec son père *Asplenium fontanum* (FF). A la suite de la procédure normale de la reproduction sexuée, les combinaisons possibles du génome des spores ne seront la plus viables (avortées) par un nombre anormal de chromosomes, par une combinaison de gènes incompatible avec la vie ou même l'absence totale de chromosomes. Il ne semble pas être le chemin sexuel l'utilisé par la présente fougère pour se perpétuer. Alors, pourquoi est-ce que le *Asplenium X reichsteinii* est si abondant dans certaines terrasses de la Vallée de Soller?. Un hybride stérile est généralement solitaire, anecdotique, il meurt sans descendance. Une explication possible est qu'il saute les règles, en passant de long la méiose (apoméiose), comme nous l'avons vu précédemment avec les tetraploïdes, avec la production de gamétophytes triploïdes sans réduction du génome, et aussi il saute la fertilisation utilisant autre stratégie de reproduction asexuée. L'**Apoméiose gamétophytique**, une mutation qui permet la croissance d'une fougère à partir d'une cellule somatique adulte d'un gamétophyte par parthénogenèse. Le fils a exactement le même génome que sa mère, il est un clone identique. Avec cette double stratégie, avec deux mutations qui affectent le processus de reproduction, est parfaitement possible d'avoir des clones identiques, copies identiques de la fougère-mère.



L'**Asplenium majoricum**, un des plus célèbres hybrides, a été décrite pour la première fois dans la Vallée de Soller en 1911 et lui a donné le nom de Majorque, car à première les botanistes ont pensé qu'il est endémique à l'île, mais plus tard à également été constaté dans la Communauté Valencienne et plus récemment dans le sud de la Catalogne. Cette petite fougère a une grande promiscuité et elle a été rétro-hybride avec sa mère *Asplenium fontanum*, donnant lieu à l'hybride triploïde *Asplenium X reichsteinii*, très vigoureux, fronds légèrement pendants et plus semblable à son grand-père et père, avec lequel il partage 66% du génome; avec l'autotétraploïde naturel *Asplenium petraeae* ssp. petraeae, donnant lieu à l'hybride *Asplenium X Sollereuse*, qui paraît une A. majoricum géante avec les frondes élargies et pendantes, pennes grandes et pileuses, couleur vert émeraude intense; avec l'autotétraploïde *Asplenium trichomanes* ssp. quadrivalens, donnant lieu à *Asplenium X orellii*, qui à première vue paraît une A. majoricum vigoureuse, avec les fronds légèrement élargies, pennes sans trichomes et un frappant et brillant rachis noir ou grenat foncé, seulement vert dans la pointe de la lame et, enfin, avec l'autotétraploïde *Ceterach officinarum* ssp. officinarum, donnant lieu à le très petit hybride allotétraploïde *Asplenoceterach barrancense*, avec un phénotype précisément intermédiaire, qui l'indique sans aucun doute ceux qui sont ses parents.

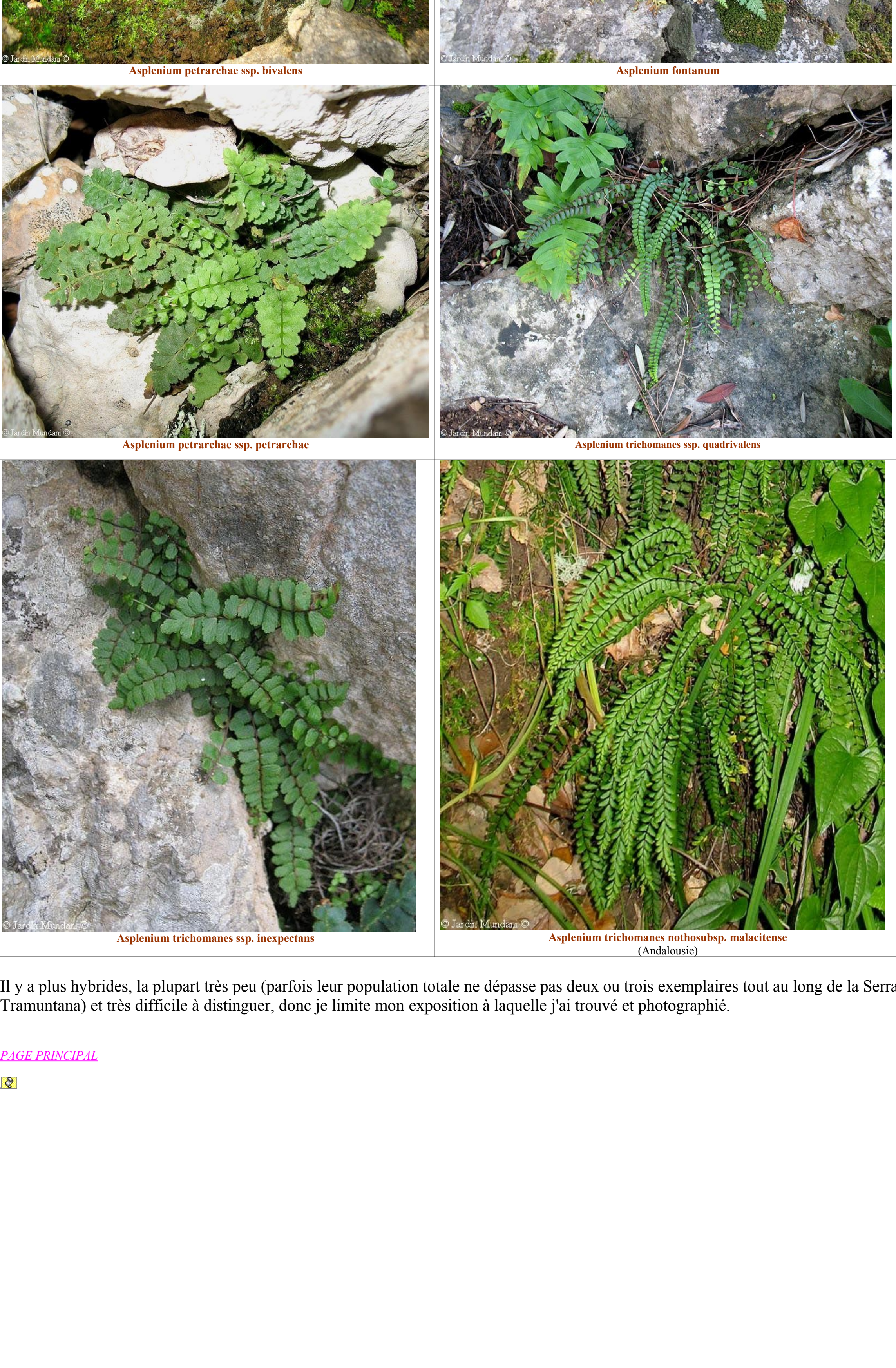


Un autre hybride parmi les Aspleniaceae que l'on retrouve dans la Vallée de Soller est l'**Asplenium azomanes** ( pour les botanistes allemands il est l'*Asplenium trichomanes* ssp. coriaceifolium ), une fougère qui a été formée il y a environ 6 millions d'années au cours du période **Messinien** par hybridation naturelle entre allotétraploïde *Asplenium azoricum* ( descendant de l'*Asplenium anceps* ), qui maintenant ne vit que dans les Îles Açores et un exemplaire du complexe *Asplenium Trichomanes* ( peut-être la ssp. hastatum ), lorsque le niveau d'eau de la mer Méditerranée a chuté et elle a été réduit à un petit nombre de lacs très salés et la région Tirrénique ( Baléares, Corse et la Sardaigne ) a formé un continuum avec la Péninsule Ibérique, la Péninsule italienne, le sud de la France, l'Afrique du Nord et la région Macaronésienne . La période Messinien a duré un million d'années. Quelque 5 millions d'années, le niveau d'eau de la mer Méditerranée a de nouveau augmenté et la population de *Asplenium azomanes* a été fragmentée en trois régions: les Îles Baléares (Majorque, Ibiza et Formentera), qui ne sont plus des montagnes et ont devenu des îles, le sud de la Péninsule Ibérique (Cadix, Malaga, Jaen et Albacete) et le Nord du Maroc (depuis Chefchaouen au Rif occidental jusqu'à les rochers qui entourent les Grottes de Chameau dans les Montagnes de Beni Snassen).



Il est typique de l'*Asplenium azomanes* que les pennes moyennes et inférieures ont une petite auricule à la base de chaque penna dirigée vers le sommet de la fronde, avec un ou deux sores dans l'auricule. Le phénotype de l'*Asplenium azomanes* change beaucoup comme l'habitat où elle vive. Si elle vit dans un endroit ensoleillé elle a les pennes grandes, brillantes, convexes, et très très coriaces, établis à différents niveaux comme un toit. Au contraire, si elle se développe dans un habitat plus sombre, a les pennes plus petites et arrondis, doux toucher, très séparés les unes des autres et disposés dans le même plan. Ce qui reste inchangé est le rachis qui est toujours très épaisse, grenat foncé et brillant. De cet hybride ancestrale ont formé deux hybrides allotétraploïdes: un dans les Îles Baléares, le vigoureux hybride **Asplenium X tubalense** ( pour les botanistes allemands il est l'*Asplenium trichomanes nothosubsp. barrarense* ), le produit traverse entre *Asplenium azomanes* et *Asplenium trichomanes* ssp. quadrivalens et un hybride hexaploïde en Andalousie, *Asplenium trichomanes nothosubsp. malacitense*, par croisement avec *Asplenium trichomanes* ssp. inexpectans. ( j'ai trouvé ce hexaploïde andalouse dans un torrent très ombragé du champ de Cortes de la Frontera, province de Malaga, dans le Parc Naturel de Los Alcornocales ).

L'autotétraploïde *Asplenium trichomanes* ssp. quadrivalens, outre les hybrides mentionnés ci-dessus, a produit autres deux fougères hybrides: l'**Asplenium trichomanes luacum**, hybride triploïde par hybridation naturelle avec l'*Asplenium trichomanes* ssp. inexpectans (diploïde) et l'**Asplenium X helii nothosubsp. lainzii**, allotétraploïde, par croisement avec l'*Asplenium petraeae* ssp. petraeae (autotétraploïde), qui est un peu comme son cousin l'*Asplenium X orellii*, mais contrairement à celui-ci qui est glabre, l'*Asplenium X helii nothosubsp. lainzii* a trichomes multicellulaires ou poils glandulaires sur le pétiole et la partie proximale du rachis, dont beaucoup sont ramifiées.



Il y a plus hybrides, la plupart très peu (parfois leur population totale ne dépasse pas deux ou trois exemplaires tout au long de la Serra de Tramuntana) et très difficile à distinguer, donc je limite mon exposition à laquelle j'ai trouvé et photographié.