



HAL
open science

Ficus carica et sa pollinisation

Finn Kjellberg, Annick Lesne

► **To cite this version:**

| Finn Kjellberg, Annick Lesne. Ficus carica et sa pollinisation. Master. France. 2020. hal-02516842

HAL Id: hal-02516842

<https://hal.science/hal-02516842>

Submitted on 24 Mar 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



Ficus carica et sa pollinisation

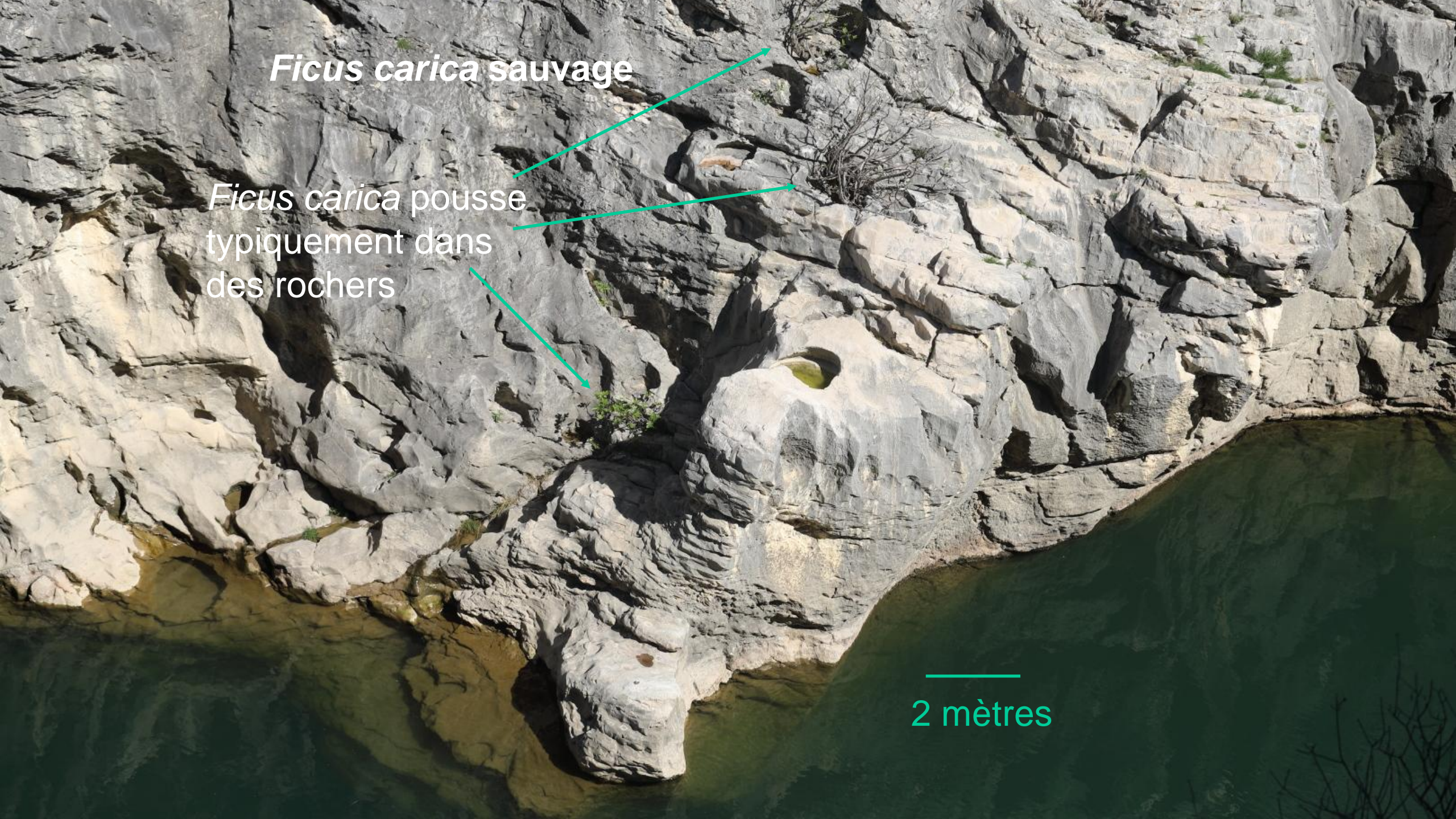
Finn Kjellberg et Annick Lesne



Ficus carica sauvage

Ficus carica pousse
typiquement dans
des rochers

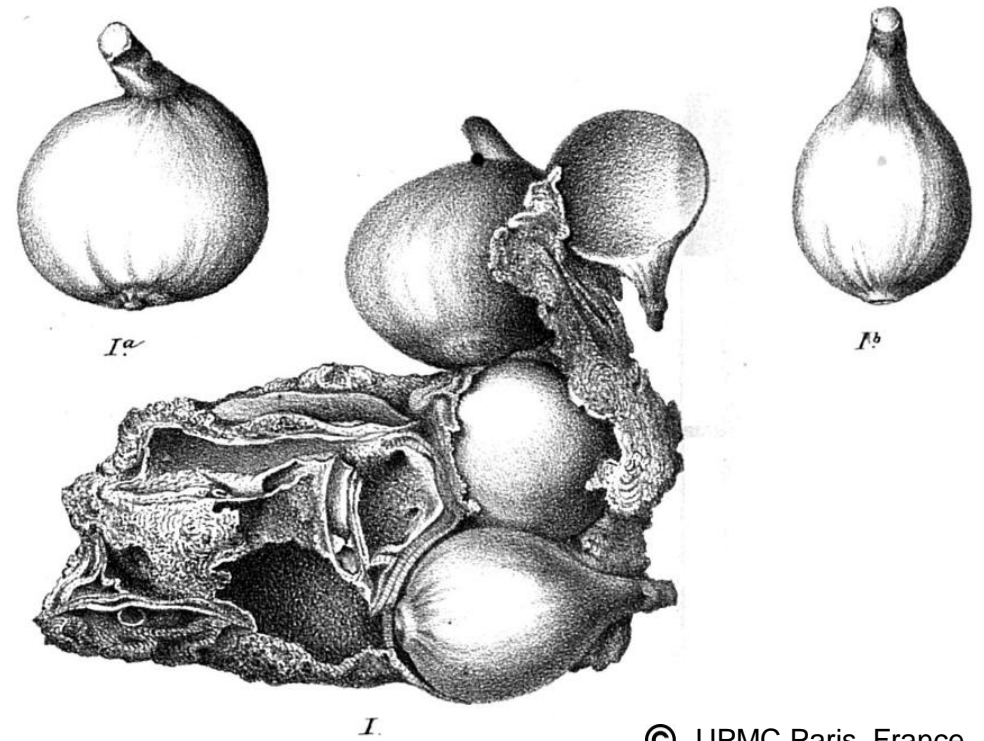
2 mètres



Ficus carica sauvage



figuier



© UPMC Paris, France

tufs calcaires en cours de formation
Hérault, France

I: concrétion calcaire (tufs), Hérault, France
Ia et Ib, figues fossiles de *Ficus carica* extraites de I, donc
F. carica était déjà présent il y a plus de 60.000 ans
G. Planchon 1864 Faculté des Sciences de Paris



Ficus carica sauvage

Ficus carica (forme *Ficus colchica* Grossh.)

Il s'agit de la forme de *Ficus carica* la plus divergente morphologiquement
Côte de la Mer Noire, Turquie



Ficus carica sauvage

Ficus carica (forme *Ficus colchica* Grossh.)

Noter les branches graciles et la flexibilité des feuilles

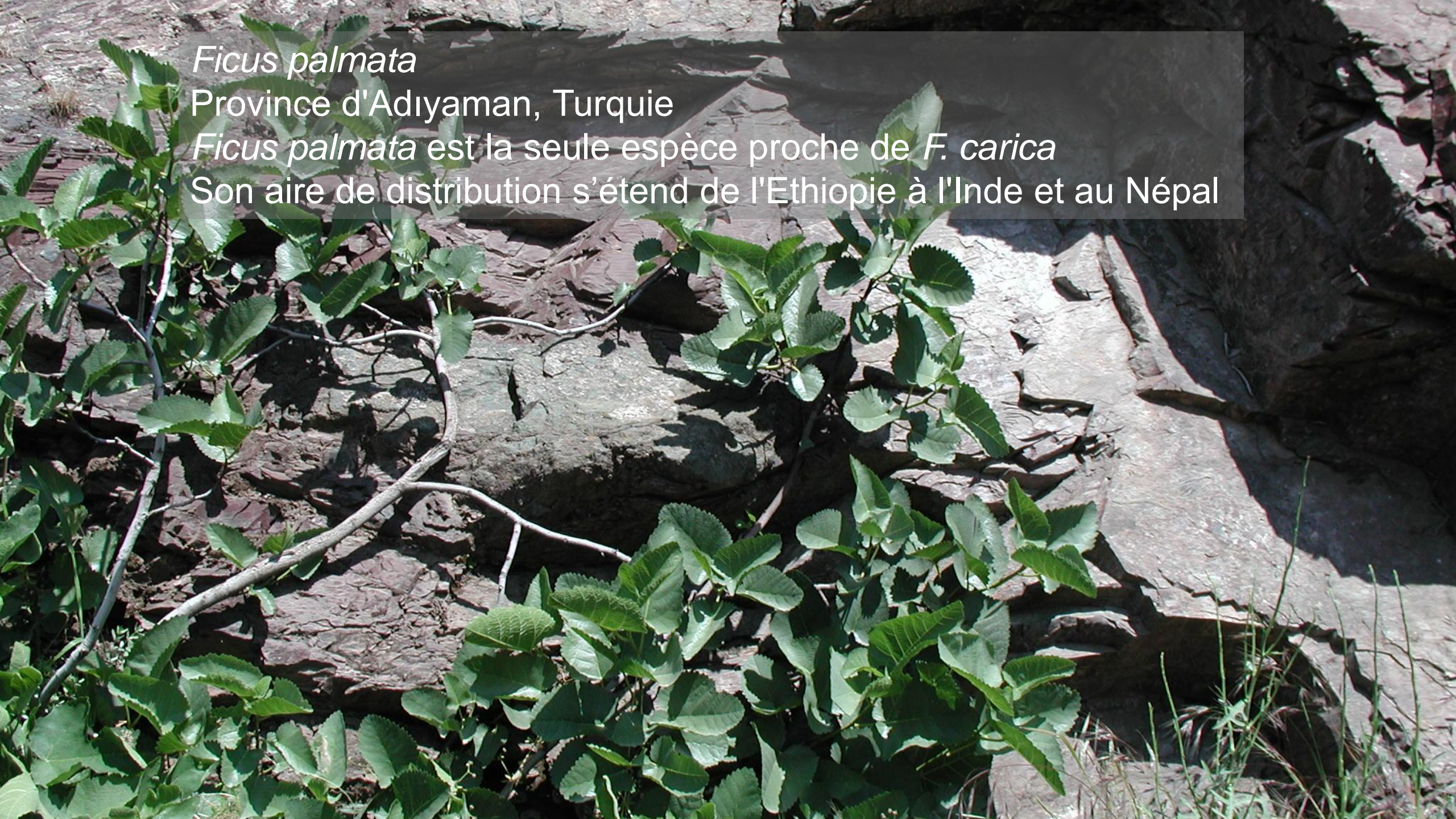
Côte de la Mer Noire, Turquie

Ficus palmata

Province d'Adiyaman, Turquie

Ficus palmata est la seule espèce proche de *F. carica*

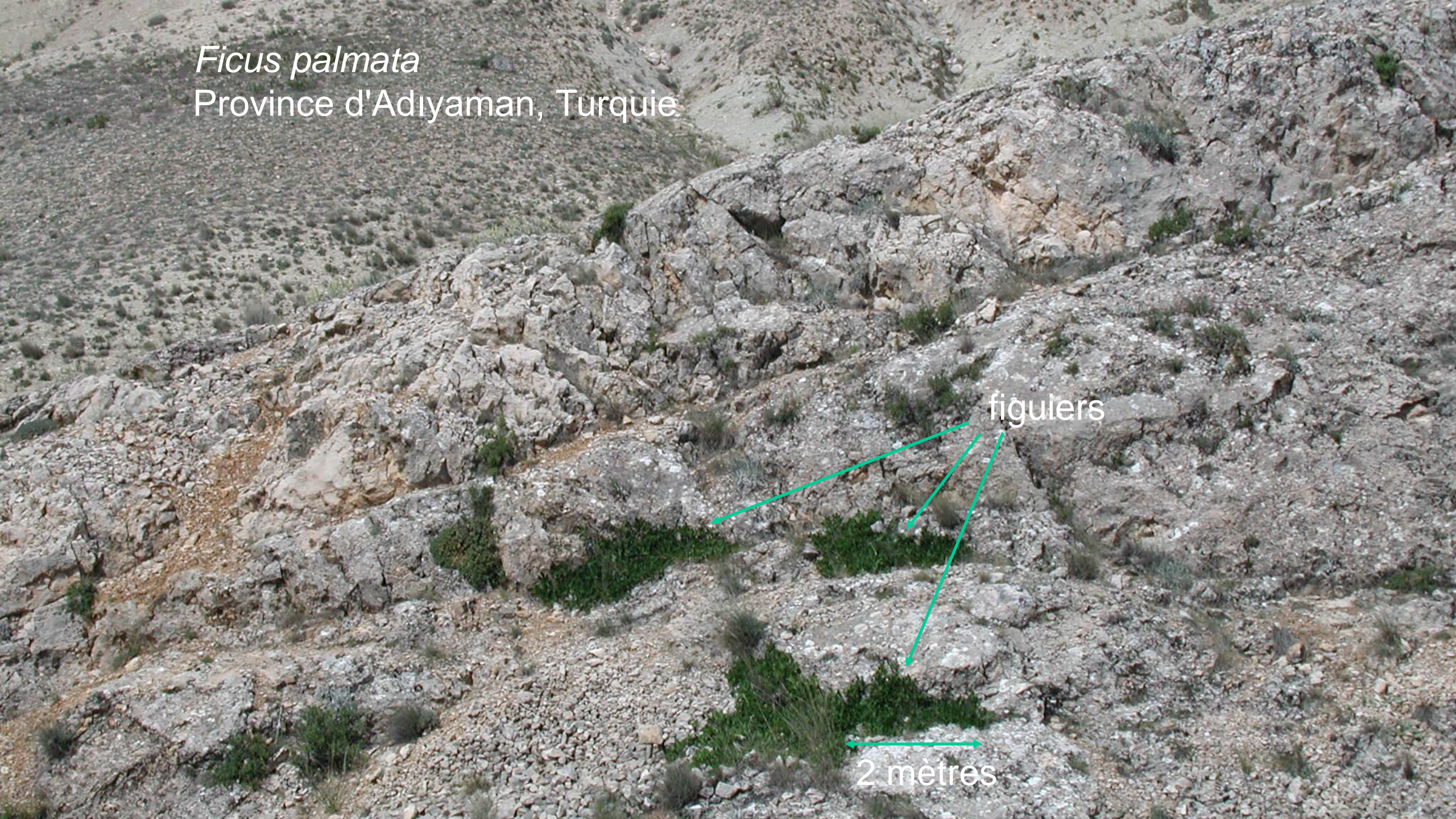
Son aire de distribution s'étend de l'Ethiopie à l'Inde et au Népal



Ficus palmata
Province d'Adiyaman, Turquie

figuiers

2 mètres



Ficus carica sauvage

ostiole



fleurs mâles
immatures

fleurs femelles

La figue est une inflorescence en forme d'urne, fermée par un ostiole, et dont l'intérieur est tapissé de fleurs femelles à un seul ovule et de fleurs mâles

***Ficus carica* sauvage**

femelle *Blastophaga psenes* couverte de pollen

ostiole

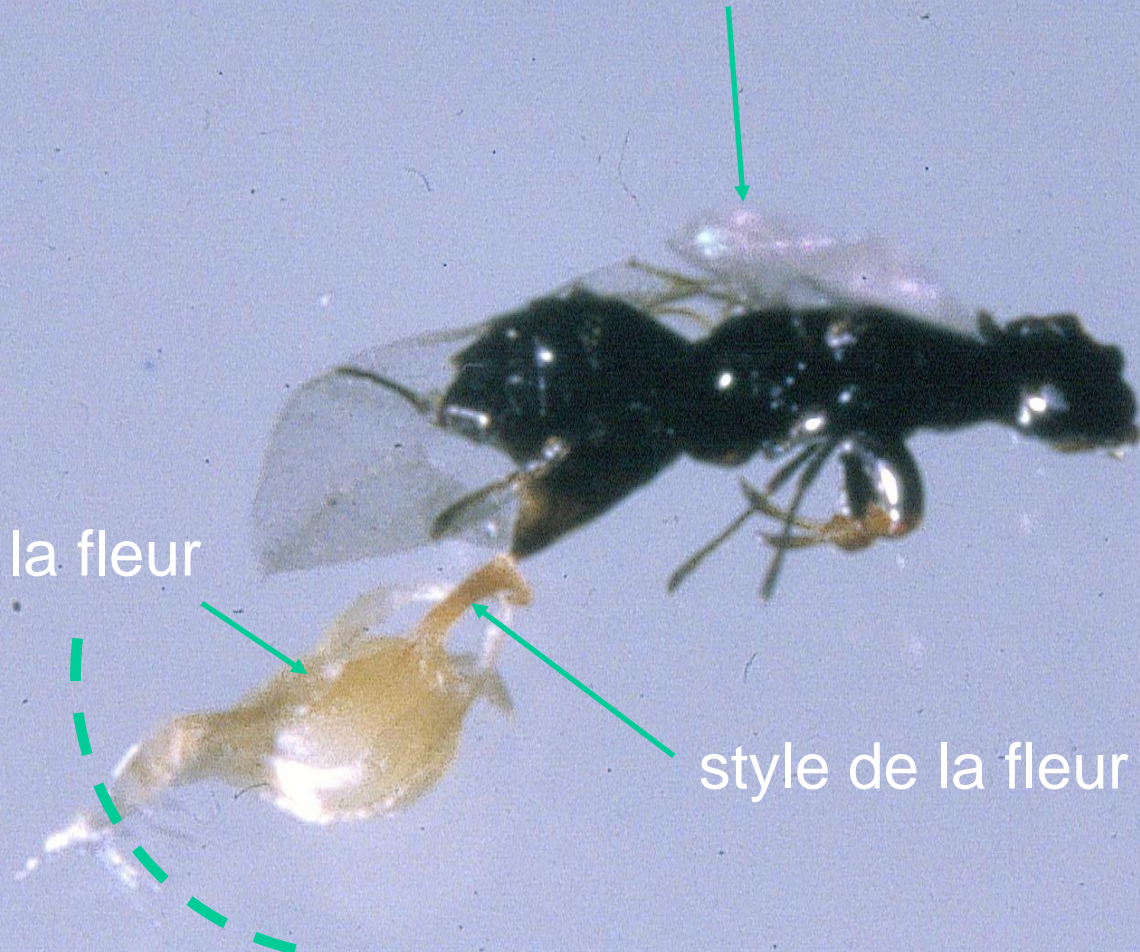
Les figes sont exclusivement pollinisées par *Blastophaga psenes*, un insecte qui entre dans la fige par l'ostiole pour y pondre ses œufs

***Ficus carica* sauvage**

femelle *Blastophaga psenes* en train de pondre

ovule de la fleur

style de la fleur



Dans la figue: le blastophage pond dans les fleurs femelles et les transforme en galles. L'insecte insère son ovipositeur dans le style de la fleur. L'œuf est déposé dans l'ovule, entre le tégument interne et le nucelle

Ficus carica est une espèce fonctionnellement dioïque

- Chez les **arbres femelles**, les fleurs femelles ont des styles longs ne contenant pas de larves de blastophages. Les figes produisent des graines et ne produisent pas de pollen
- Chez les **arbres mâles**, les fleurs femelles ont des styles courts, qui contiennent des larves et parfois un très petit nombre de graines; les figes produisent des insectes (vecteurs du pollen) et du pollen, *i.e.* ces arbres sont fonctionnellement mâles

***Ficus carica* sauvage**

fleur à style long:
donne une graine



ovipositeur

Photo G. Valdeyron

graine



fleur à style court:
devient une galle contenant une larve

Dans les fleurs à style long, l'ovipositeur du blastophage n'atteint pas l'ovule de la fleur, aucun œuf n'est déposé, et la fleur donne une graine. Dans les fleurs à style court, un œuf est pondu et l'ovule de la fleur se transforme en galle

***Ficus carica* sauvage**

orifice percé par le mâle pour s'accoupler

femelle fécondée dans la galle



Blastophaga psenes mâle

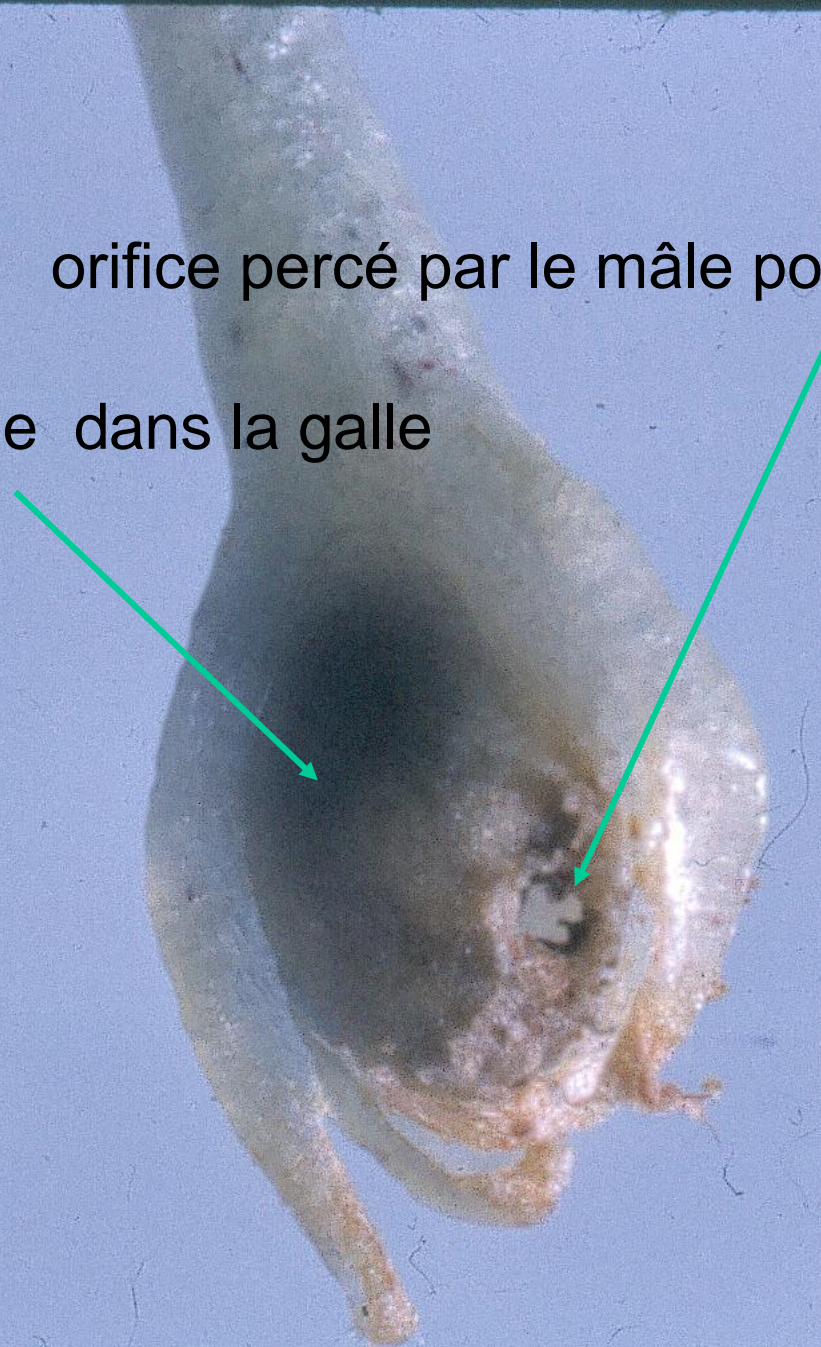


Photo G. Valdeyron

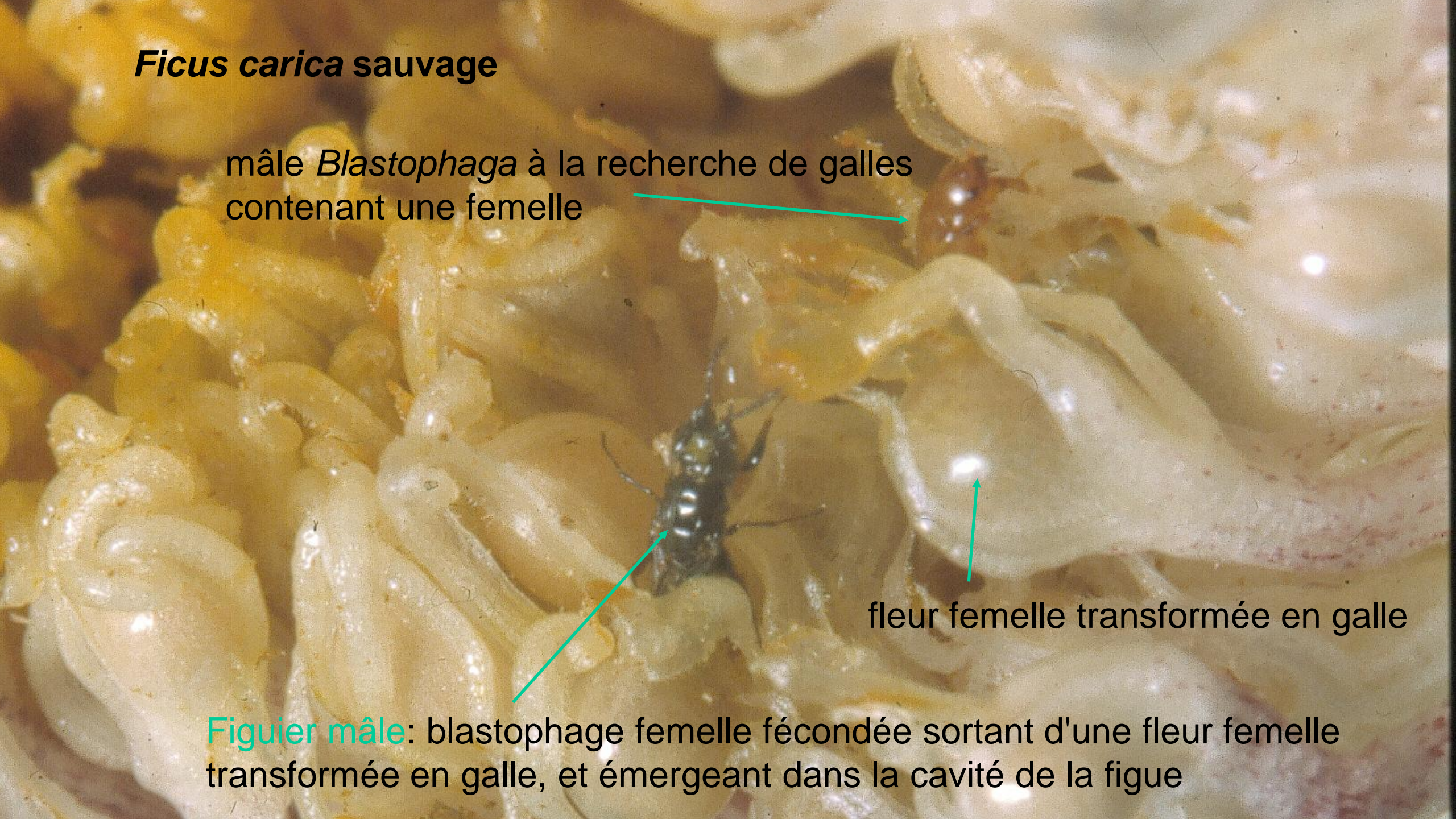
Figuier mâle: les mâles fécondent les femelles encore dans la galle où elles sont nées

***Ficus carica* sauvage**

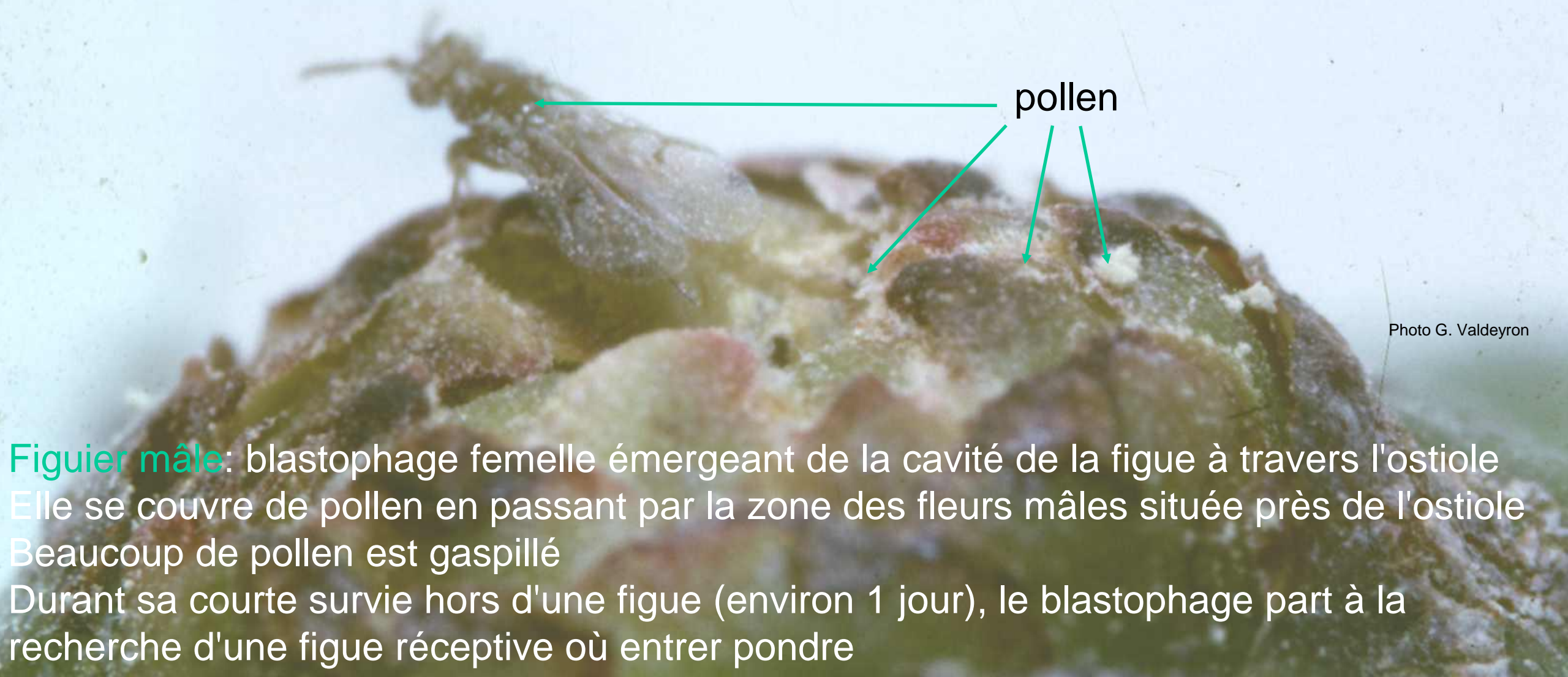
mâle *Blastophaga* à la recherche de galles
contenant une femelle

fleur femelle transformée en galle

Figuier mâle: blastophage femelle fécondée sortant d'une fleur femelle transformée en galle, et émergeant dans la cavité de la figue



Ficus carica sauvage



pollen

Photo G. Valdeyron

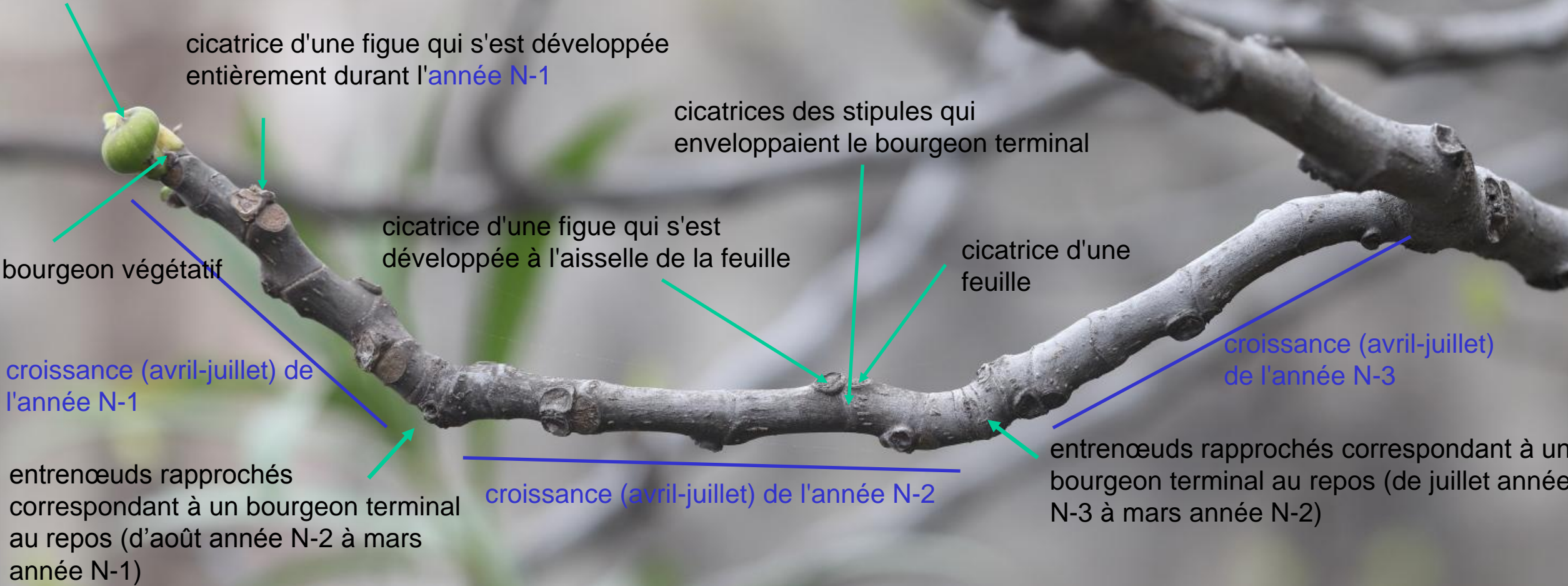
Figuier mâle: blastophage femelle émergeant de la cavité de la figue à travers l'ostiole
Elle se couvre de pollen en passant par la zone des fleurs mâles située près de l'ostiole
Beaucoup de pollen est gaspillé
Durant sa courte survie hors d'une figue (environ 1 jour), le blastophage part à la recherche d'une figue réceptive où entrer pondre

Ficus carica sauvage

Le cycle annuel du *Ficus carica* sauvage
à Montpellier, France

Comment lire une branche de figuier, au début du printemps, année N

figue qui a passé l'hiver sous forme de bourgeon apparu l'année N-1



Les bourgeons à figue sont initiés progressivement de la base vers l'extrémité du rameau de l'année. Leur développement direct au cours de l'année ou retardé l'année suivante dépend de la position sur le rameau et de la longueur de la saison favorable à la croissance. Il n'y a pas de différence initiale entre bourgeons à figue à développement direct ou retardé.

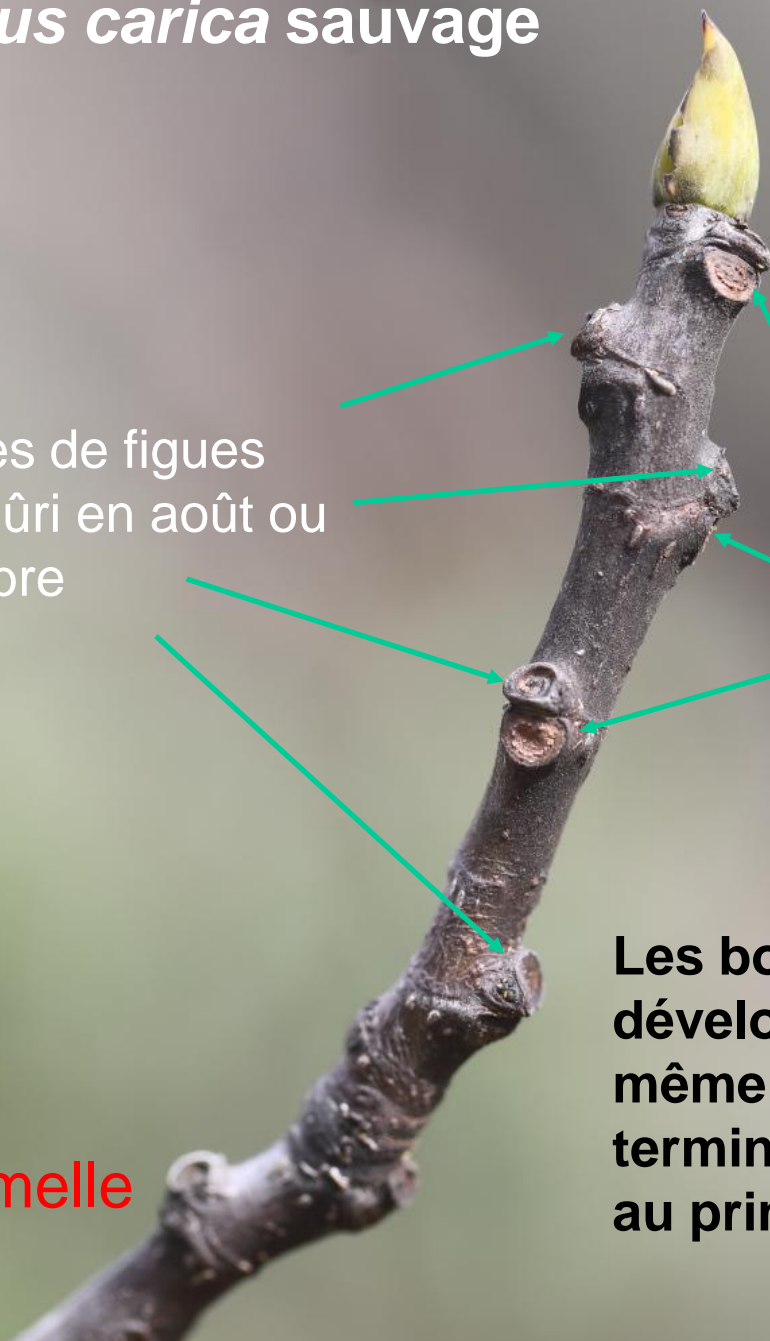
Ficus carica sauvage

cicatrices de figes
ayant mûri en août ou
septembre

cicatrices de pétioles
de feuilles

hiver: **figuier femelle**

Les bourgeons à figue apparaissent et se développent en figes directement la même année (sauf un ou deux bourgeons terminaux qui vont hiverner puis avorter au printemps suivant)



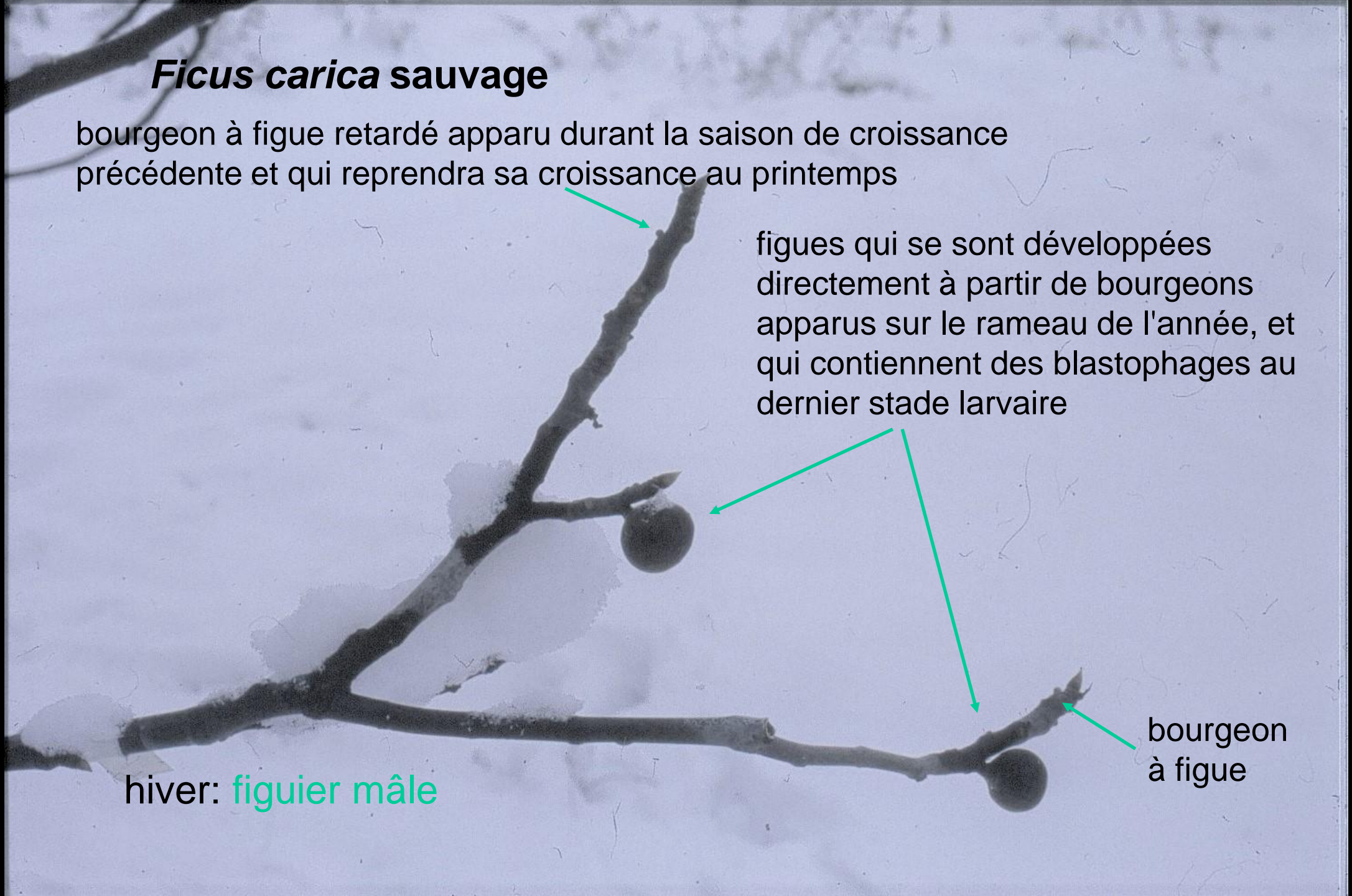
Ficus carica sauvage

bourgeon à figue retardé apparu durant la saison de croissance précédente et qui reprendra sa croissance au printemps

figes qui se sont développées directement à partir de bourgeons apparus sur le rameau de l'année, et qui contiennent des blastophages au dernier stade larvaire

bourgeon à figue

hiver: **figuier mâle**



Ficus carica sauvage

galle contenant une larve



hiver: figuier mâle

les fleurs femelles ont des styles courts, contiennent des larves de blastophages et parfois quelques graines

Ficus carica sauvage

bourgeon à figue
(apparu l'été précédent)

figues visitées en juillet et contenant
maintenant des larves de
blastophages

cicatrices de figues non
visitées car réceptives fin
juillet-août, alors qu'il n'y
avait plus d'insectes, et qui
ont avorté

fin de l'hiver: **figuier mâle**

Sur le figuier mâle les bourgeons à figue apparaissent progressivement le long du rameau de l'année entre juillet et septembre. Leur devenir diffère selon leur date d'apparition, les conditions climatiques, et suivant que les figues qui en sont issues sont ou non visitées par des insectes lorsqu'elles sont réceptives

Ficus carica sauvage

figes retardées se développant à partir de bourgeons apparus l'été précédent, au stade réceptif (attractives pour les blastophages)

fige où les blastophages ont passé l'hiver elle a été visitée par le blastophage fin juillet

Avril: **figuier mâle**, les femelles blastophages sont prêtes à sortir des figes où elles ont passé l'hiver pour aller visiter les figes réceptives sur les figuiers mâles

Ficus carica sauvage

figes réceptives
(attractives pour les femelles blastophages)

fige dans laquelle les blastophages
ont passé l'hiver

Avril: **figuier mâle**, les figes réceptives sont devenues grosses, en attendant la visite des femelles blastophages issues de figes ayant hiverné sur le même arbre mâle

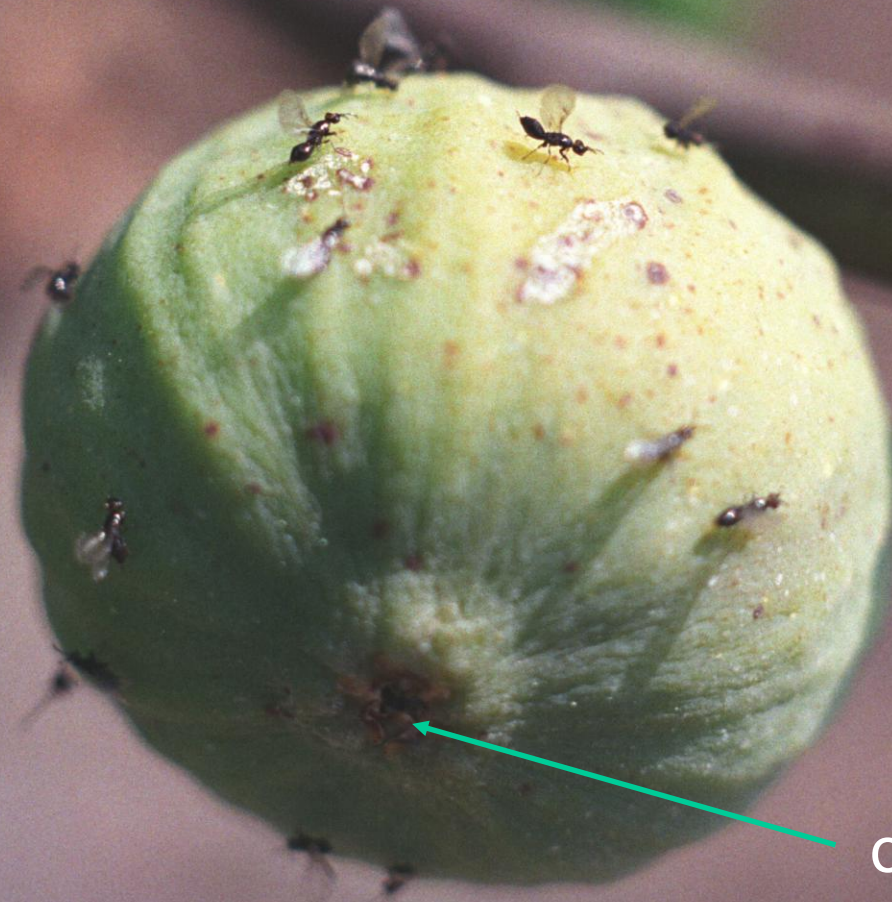
Ficus carica sauvage

figues réceptives (attirant les blastophages)

Avril: **figuier mâle** sans figues ayant traversé l'hiver. Les figues réceptives attendent la visite de blastophages femelles issues de figues ayant hiverné sur un autre arbre mâle

Ficus carica sauvage

Avril: **figuier mâle**, les blastophages femelles viennent juste d'émerger, à travers l'ostiole, de la figue où elles ont passé l'hiver. Elles ne sont pas couvertes de pollen car ces figues hivernantes ne produisent pas de pollen



ostiole

Ficus carica sauvage



Avril: **figuier male**, une femelle blastophage tout juste née et émergée de sa figue natale vient d'atteindre une figue réceptive

Ficus carica sauvage

ostiole

Avril: **figuier mâle**, une blastophage femelle près de l'ostiole d'une figue réceptive

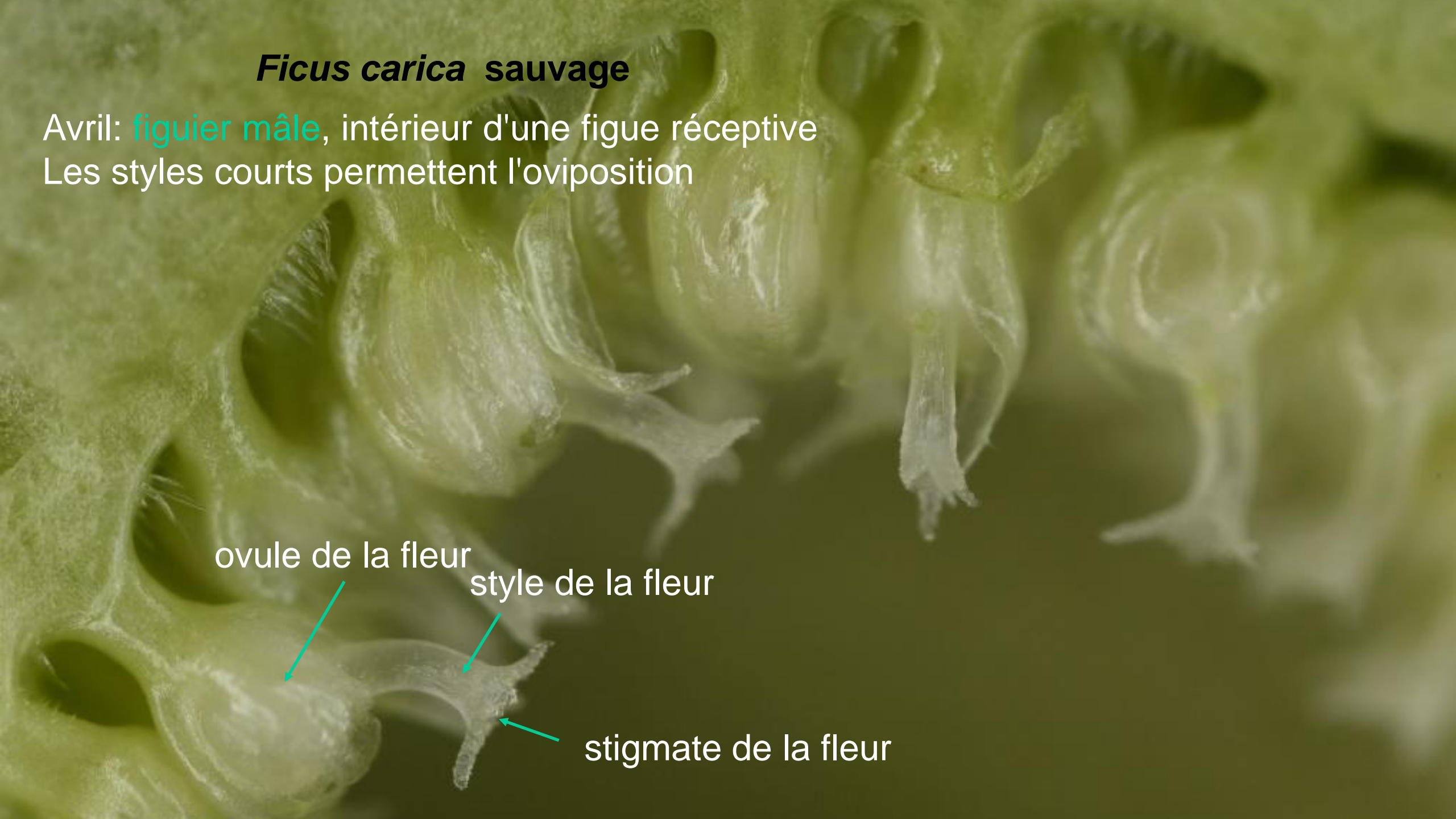
***Ficus carica* sauvage**

Avril: **figuier mâle**, intérieur d'une figue réceptive
Les styles courts permettent l'oviposition

ovule de la fleur

style de la fleur

stigmate de la fleur



Ficus carica sauvage

Avril: **figuier mâle**, figue réceptive

Les stigmates forment une surface à l'intérieur de la figue, sur laquelle les femelles blastophages vont pouvoir se déplacer

***Ficus carica* sauvage**



Avril: **figuier mâle**, blastophage en train de pondre
à l'intérieur d'une figue réceptive

Ficus carica sauvage

fleur où il n'y a pas eu ponte
(pas d'insertion de l'ovipositeur)



pédicelle de la fleur en train
de s'allonger après la ponte



style avec la trace brune provoquée
par l'insertion de l'ovipositeur



ovule de la fleur transformé en
galle en train de gonfler,
contenant un œuf de blastophage



Avril: **figuier mâle**, juste après que la femelle blastophage ait pondu
Après l'oviposition dans une fleur, son style devient brun, le pédicelle s'allonge et
l'ovule commence à gonfler en se transformant en galle

Ficus carica sauvage



Avril: **figuier mâle**, *Philotrypesis caricae* - un cleptoparasite de blastophage – en train de pondre dans une figue récemment visitée par le blastophage

***Ficus carica* sauvage**

ovipositeurs de *Philotrypesis*



Avril: figuier mâle



ovipositeur de *Philotrypesis* traversant la paroi de la figue et entrant dans une fleur au travers de son pédicelle: l'œuf est pondu à côté de l'œuf de blastophage, entre le tégument interne et le nucelle

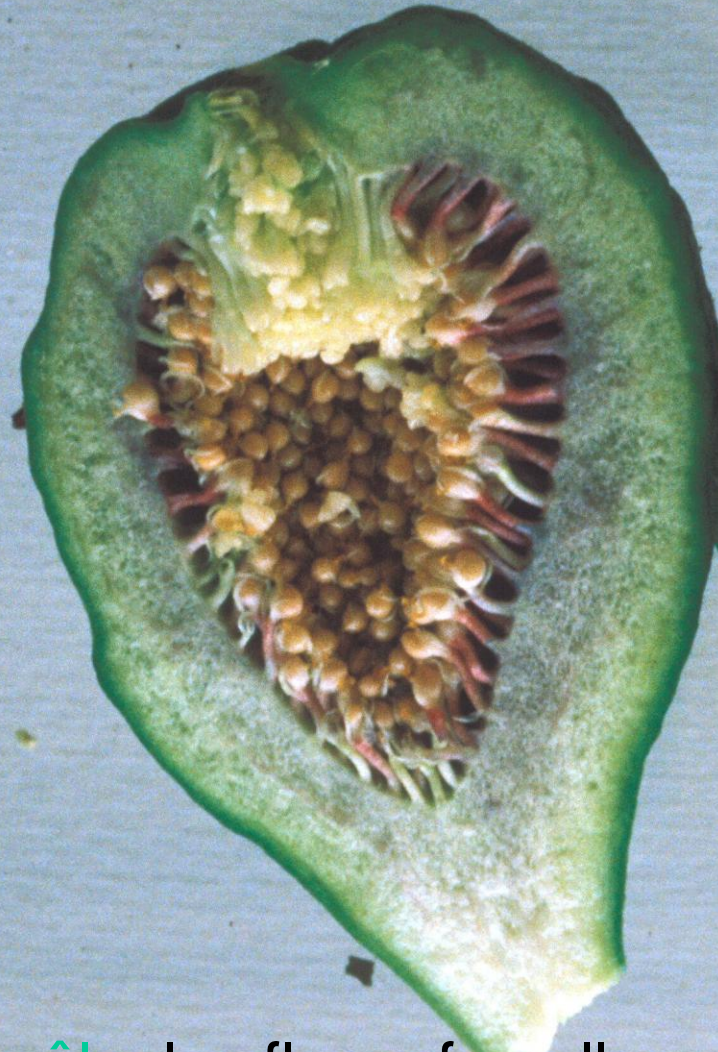
***Ficus carica* sauvage**

fleurs mâles
immatures

fleurs femelles
transformées en galles

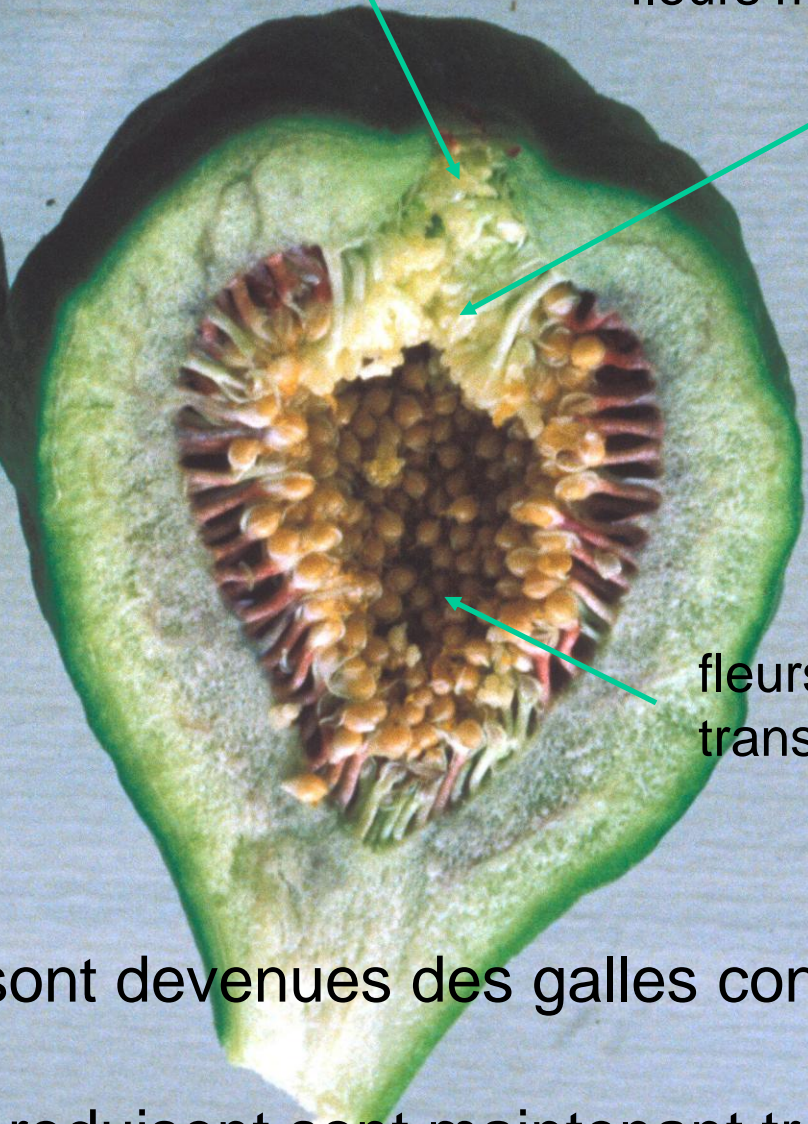
Avril: **figuier mâle**, figue quelques jours après la ponte
Elle contient beaucoup de fleurs mâles

***Ficus carica* sauvage**



ostiole

fleurs mâles avec du pollen



fleurs femelles transformées en galles

Juin: **figuier mâle**, les fleurs femelles sont devenues des galles contenant chacune une larve de blastophage
Les fleurs mâles et le pollen qu'elles produisent sont maintenant très visibles

***Ficus carica* sauvage**

ostiole ouvert



Juin-juillet: **figuier mâle**, femelles blastophages émergeant à travers l'ostiole d'une figue produisant du pollen, couvertes de pollen avant de se nettoyer. Du pollen reste piégé entre les segments abdominaux

***Ficus carica* sauvage**

ostiole ouvert

Juin-juillet: **figuier mâle**, blastophages émergeant d'une figue produisant du pollen

Deux *Ficus carica* sauvages

Juin-juillet

Figuiers femelle une figue récemment pollinisée
deux figues réceptives

A ce moment du cycle annuel, il n'y a pas de figues réceptives sur les arbres mâles. Les blastophages ne peuvent aller que dans les figues des arbres femelles

Figuiers mâle

figues contenant du pollen, au stade où le blastophage émerge

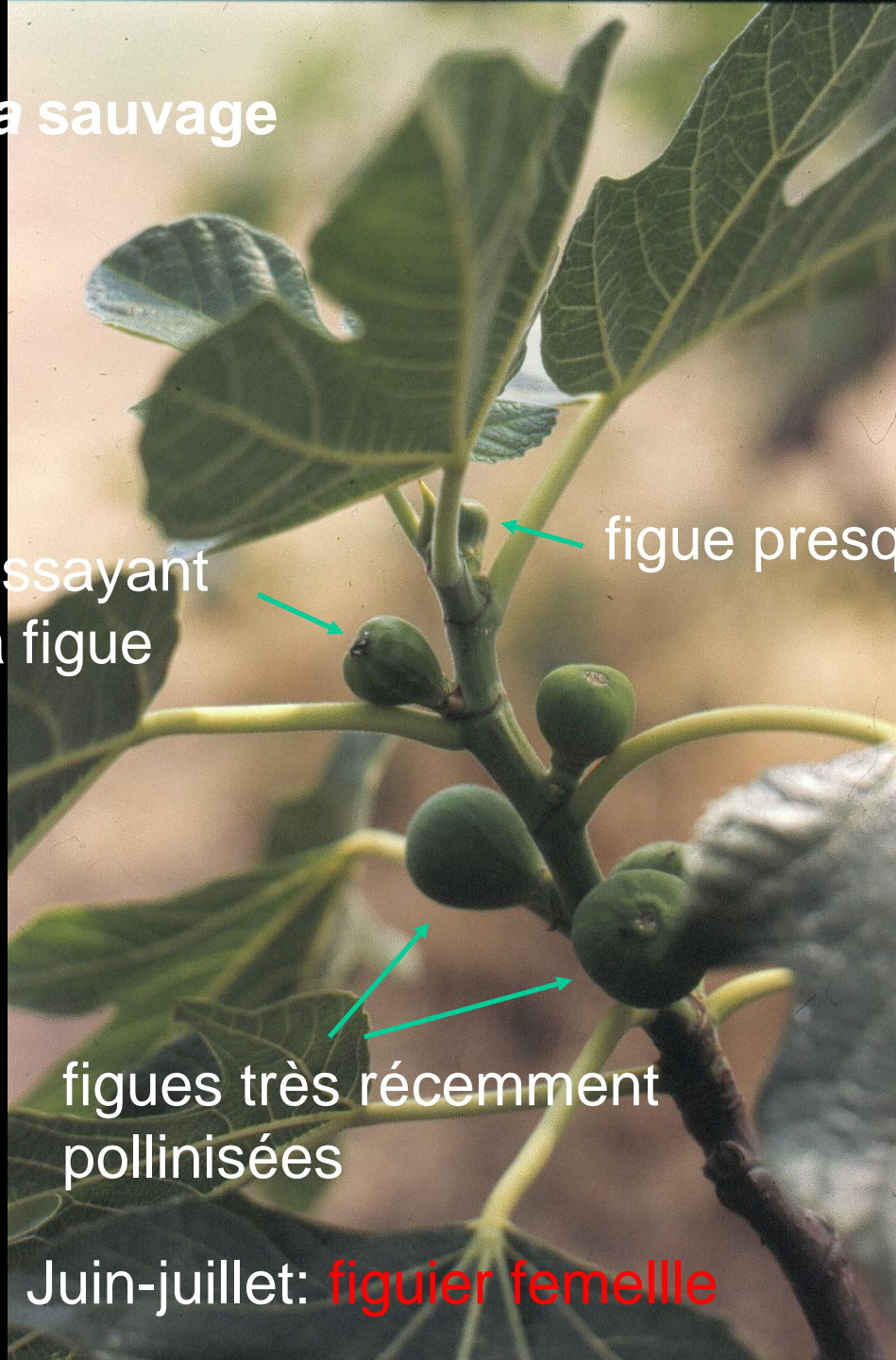
Ficus carica sauvage

blastophages essayant
d'entrer dans la figue

figue presque réceptive

figues très récemment
pollinisées

Juin-juillet: **figuier femelle**

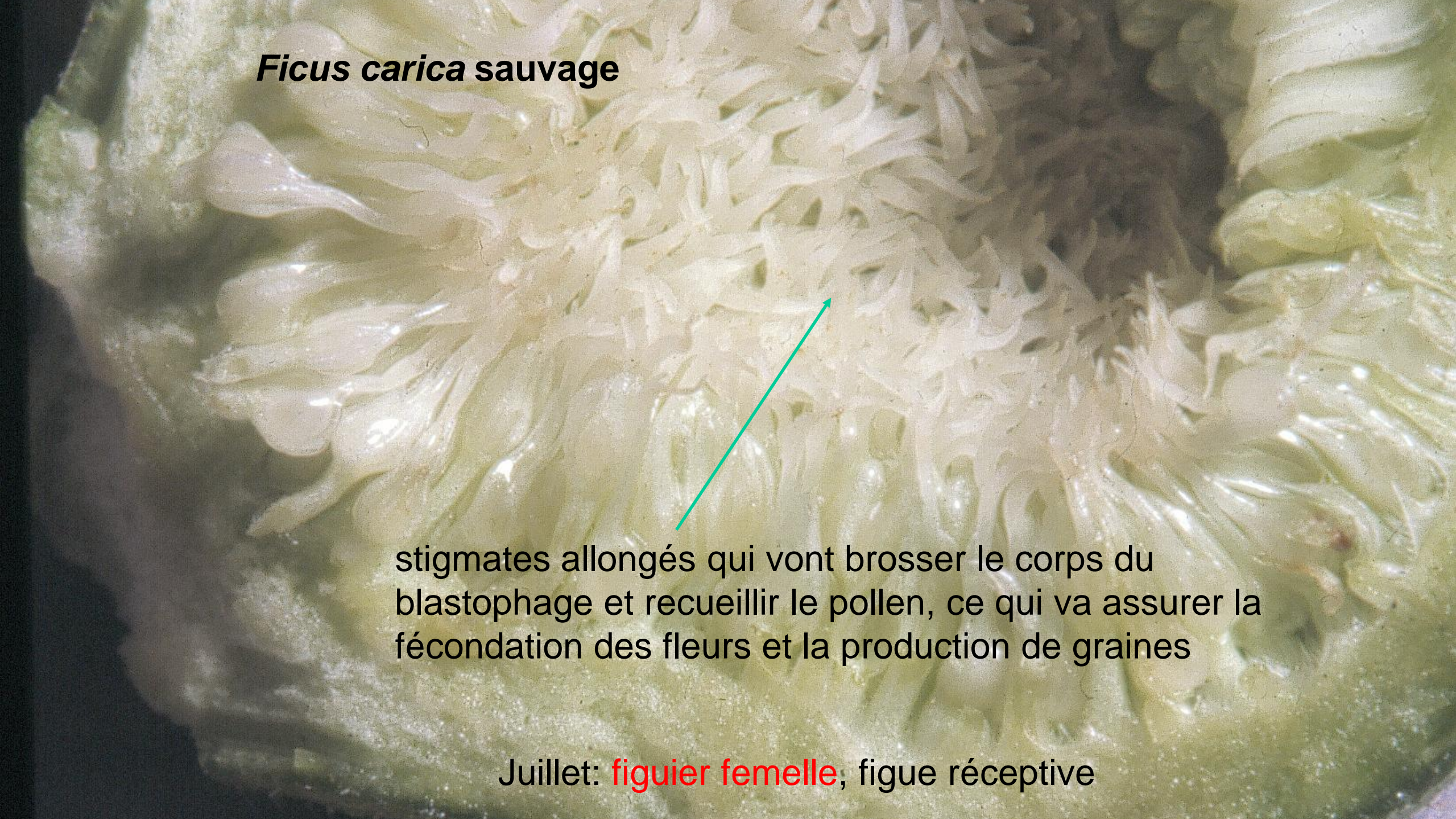


Ficus carica sauvage



Juillet: **figuier femelle**, blastophage porteur de pollen essayant de pénétrer dans une figue

***Ficus carica* sauvage**



stigmates allongés qui vont brosser le corps du blastophage et recueillir le pollen, ce qui va assurer la fécondation des fleurs et la production de graines

Juillet: **figuier femelle**, figue réceptive

***Ficus carica* sauvage**

ovule de la fleur

styles longs, le blastophage ne peut pas pondre

stigmates allongés avec des papilles sur lesquelles le pollen va adhérer

Juillet: **figuier femelle**, figue réceptive

Ficus carica sauvage

figues desquelles les blastophages ont déjà émergé

jeunes bourgeons à figue de l'année
Ces figues ne sont pas encore prêtes
à accueillir les blastophages

Fin Juillet: **figuier mâle**, les toutes premières figues de l'année ne sont pas encore réceptives alors que les blastophages ont déjà émergé des figues pollinifères. Les plus précoces de ces figues de l'année seront visitées par les insectes émergeant des figues pollinifères les plus tardives. C'est une période critique dans le cycle annuel des blastophages, présente dans toute l'aire de distribution naturelle de *Ficus carica*.

Ficus carica sauvage

Septembre: **figuier femelle**, figues mûres contenant des graines

A close-up photograph of a dark blue fig fruit (Ficus carica) on a branch. The fruit is round and has a small opening at the top where the stem was attached, revealing a reddish interior. The background is filled with green leaves and other figs, some of which are out of focus.

Ficus carica sauvage

Septembre: **figuier femelle**, figues mûres contenant des graines
Le mûrissement, climactérique, fait intervenir des transferts de nutriments, une production d'éthylène et un pic de respiration. Il peut être accéléré artificiellement en déposant une goutte d'huile d'olive sur l'ostiole

Ficus carica sauvage

Septembre: graines de figuier dispersées par un mammifère

Ficus carica sauvage, dans un habitat créé par l'homme

figuier

Valleraugue, Hérault, France



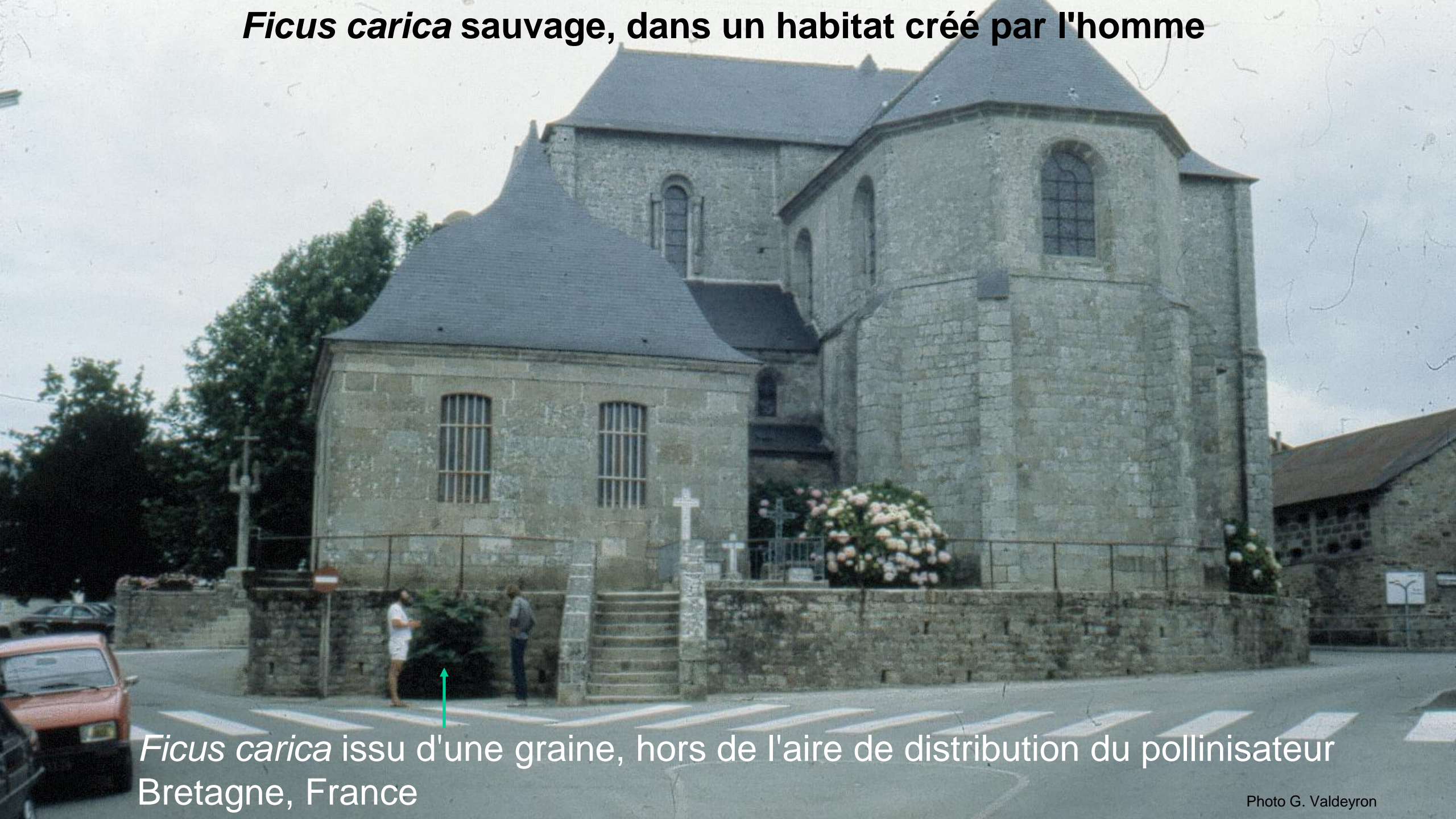
Ficus carica sauvage, dans un habitat créé par l'homme

figuier

Eglise Saint Siméon le Stylite, Syrie



***Ficus carica* sauvage, dans un habitat créé par l'homme**



Ficus carica issu d'une graine, hors de l'aire de distribution du pollinisateur
Bretagne, France

Culture et domestication de *Ficus carica*

Du figuier sauvage au figuier cultivé

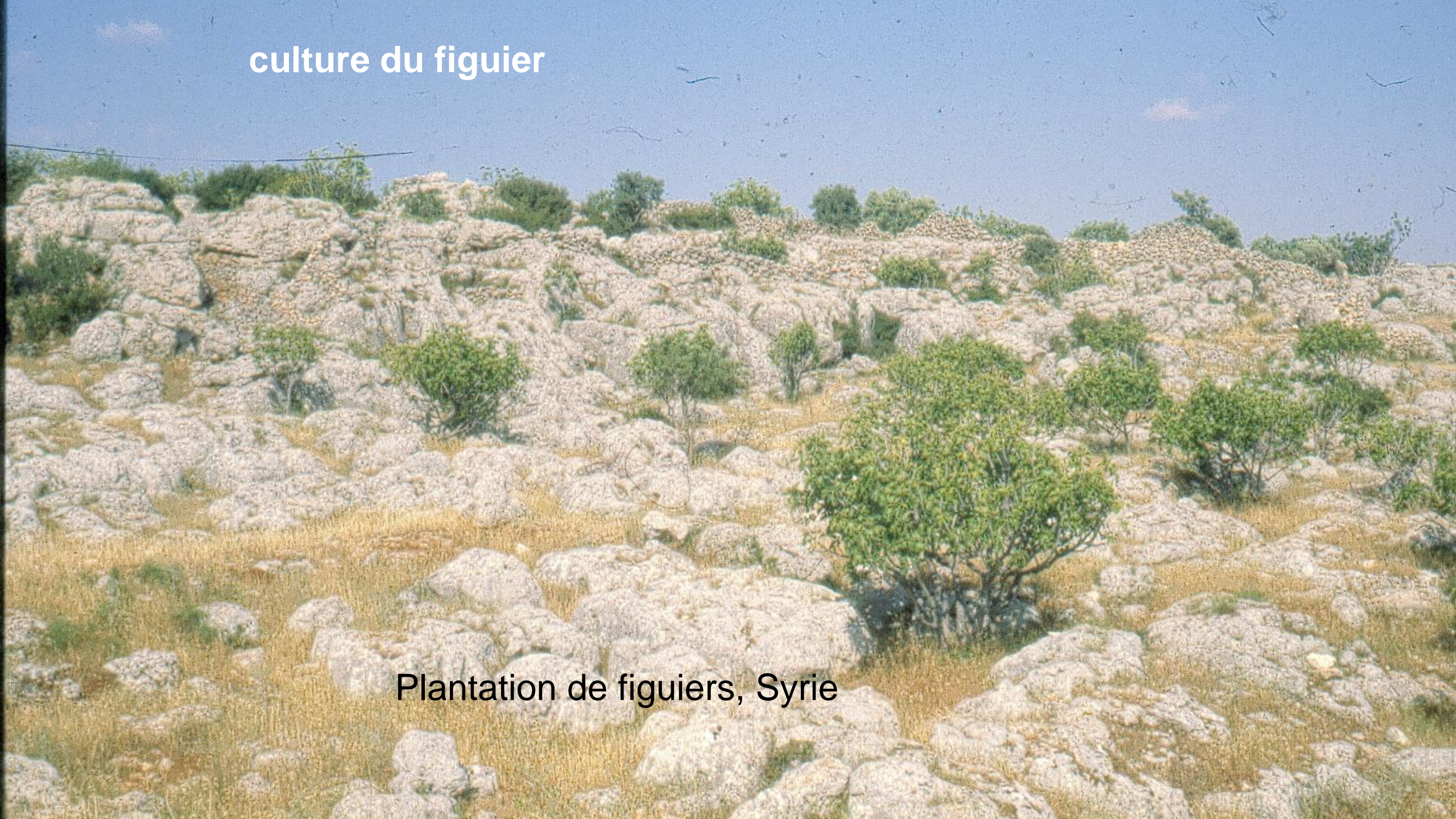
Les figues sauvages sont aussi bonnes que celles des arbres domestiqués

culture du figuier

figuier cultivé issu d'une graine de figuier sauvage
Montpeyroux, Hérault, France

culture du figuier

Plantation de figuiers, Syrie



culture du figuier

Plantation de figuiers,
Vallée du Méandre, Turquie



culture du figuier



Les figes des cultivars produisant les meilleures figes sèches avortent si elles ne sont pas pollinisées
Comment la pollinisation est-elle réalisée dans les grandes plantations?
Vallée du Méandre, Turquie



culture du figuier

Juin: **figuier femelle**, figes d'automne réceptives (= celles présentes sur les figiers femelles sauvages), attendant d'être pollinisées. Ce phénotype est très similaire à celui des figiers femelles sauvages typiques Vallée du Méandre, Turquie

culture du figuier



Plantation de figuiers pour la production de figues sèches, avec des **caprifigiers** (figuiers mâles) plantés au-dessus (dans le sens du vent) des figuiers femelles de sorte que les blastophages sont emportés par le vent vers les figues réceptives
Gouvernorat d'Idlib, Syrie

culture du figuier



figuier femelle

profichi fraîches

profichi plus anciennes

Juin: **caprification**= des **profichi** (figues pollinifères des arbres mâles) sont suspendues dans les figuiers femelles pour assurer la pollinisation
Grèce, Kalamata

culture du figuier

Juin: les profichi (figues pollinifères des arbres mâles) sont attachées ensemble pour être suspendues dans un figuier femelle (Kalamata, Grèce)



profichi

culture du figuier

figuier femelle

profichi fraîches

profichi plus anciennes

Juin: les mauvaises herbes envahissent le champ mais la caprification est quand même pratiquée. La caprification permet de polliniser de nombreux figuiers femelles avec seulement quelques caprifiguiers, parfois distants.

Grèce, Kalamata

culture du figuier

figues d'automne réceptives

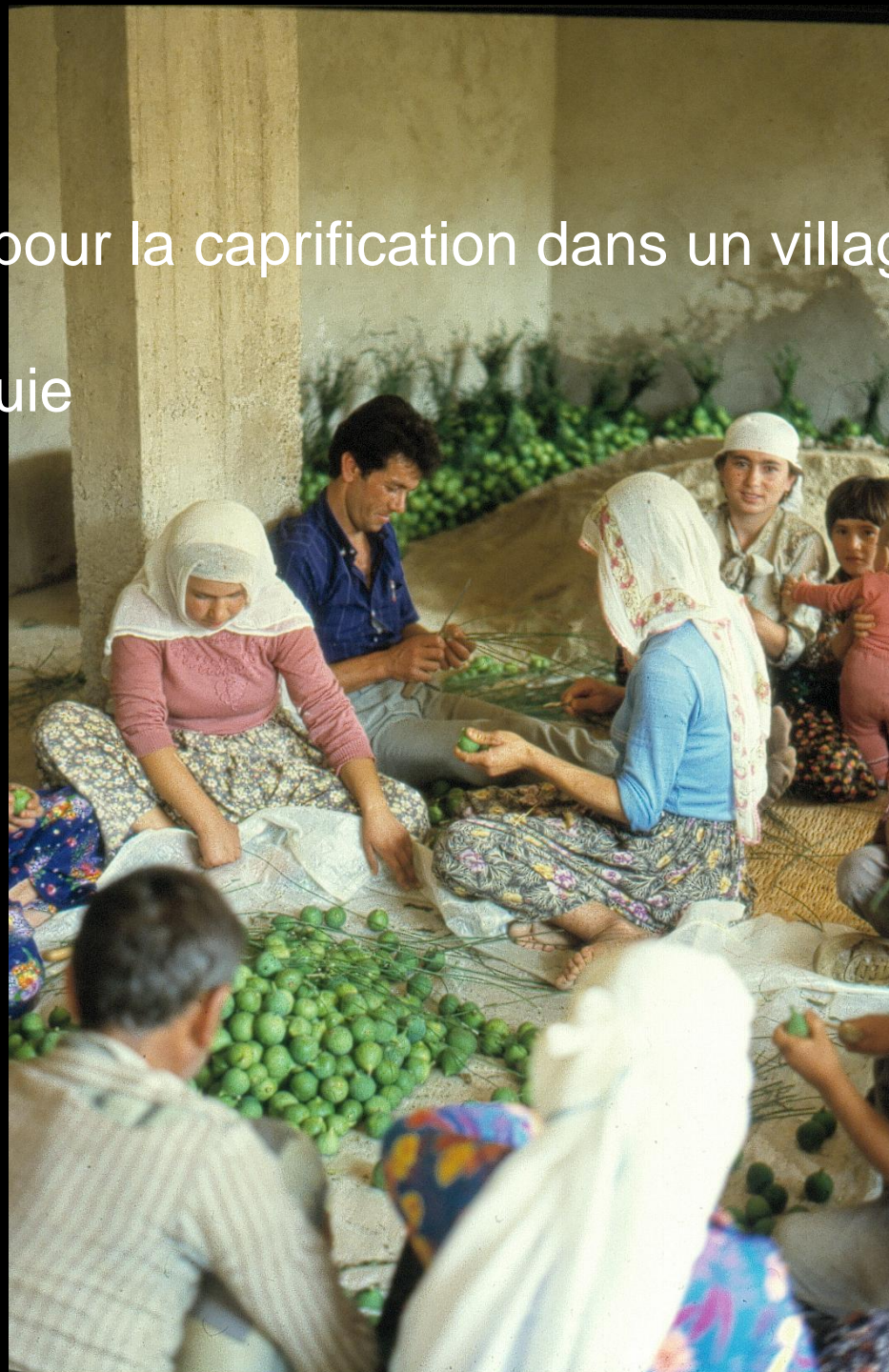
une paire de profichi
attachées ensemble

Juin: caprification des **figuiers femelles** pour la production de figues sèches
Gouvernorat d'Idlib, Syrie

culture du figuier

Préparation des profichi pour la caprification dans un village de producteurs de figues sèches

Vallée du Méandre, Turquie



culture du figuier

Un village spécialisé dans la culture des profichi pour les vendre au marché de la ville voisine, vallée du Méandre, Turquie

les profichi invendues du jour





profichi

figues réceptives

Juin: cultivar de caprifiguiier d'un village spécialisé dans la production de profichi
La reproduction des pollinisateurs est facilitée par le développement très précoce
de la génération suivante de figues sur le rameau de l'année
vallée du Méandre, Turquie

culture du figuier

Un cultivar de caprifiguiers de la vallée du Méandre
Sur ce phénotype, les blastophages visitent des figes du même arbre mâle au lieu d'assurer le transfert de pollen vers les arbres femelles, et la reproduction de l'arbre mâle. Ce phénotype est contre-sélectionné dans la nature

nombreux blastophages attirés par une fige réceptive présente sur le même arbre

blastophage venant de sortir de sa fige natale

Juin: cultivar de **caprifiguiers** à figes réceptives précoces sélectionné dans les villages spécialisés dans la production de profichi vallée du Méandre, Turquie

culture du figuier

dans des conditions insulaires, les figues ayant passé l'hiver en abritant les insectes peuvent manquer au printemps: on ramène les insectes du continent pour qu'ils pondent dans les profichi

profichi

mamme (= figue hivernante d'un arbre mâle)
cueillie sur le continent et utilisée pour
assurer la colonisation des profichi par les
blastophages

Photo G. Valdeyron

Juin: caprification des **figuiers mâles**, Tunisie, îles Kerkennah

culture du figuier

maladies propagées
par les pollinisateurs



Fusarium se développant dans une mamme

Californie, USA

Photo Themis Michailides UC Davis

culture du figuier

maladies propagées
par les pollinisateurs

***Fusarium moniliforme* sur un blastophage**

Californie, USA

culture du figuier

maladies propagées
par les pollinisateurs

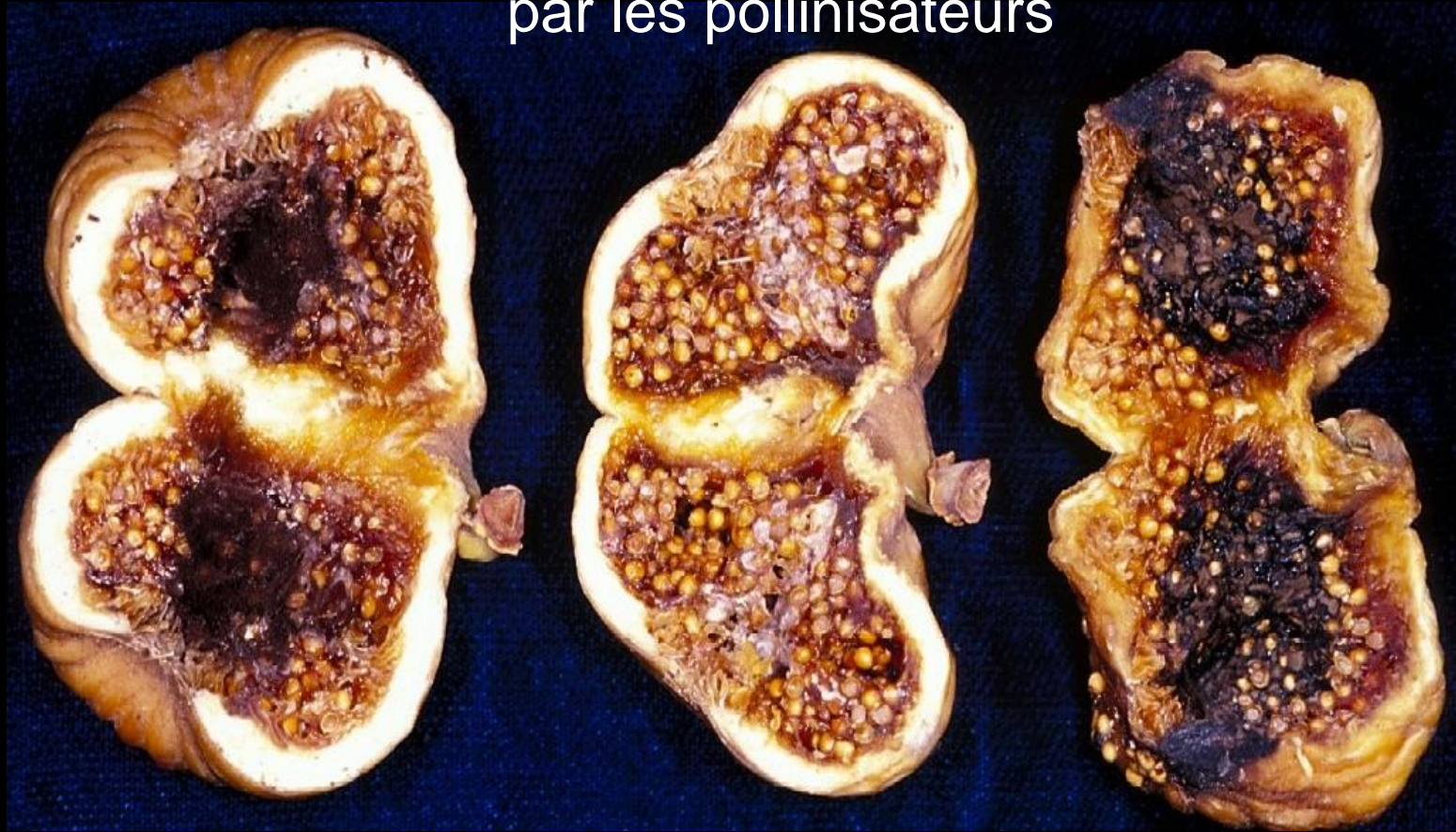
figes d'automne, *Endosepsis* dû à *Fusarium*



Photo Themis Michailides UC Davis

culture du figuier

maladies propagées par les pollinisateurs



Charbon
Aspergillus niger
Aspergillus japonicus
Aspergillus carbonarius

Endosepsis
Fusarium spp.

Moisissure
Alternaria, *Ulocladium*

culture du figuier

contrôle de maladies propagées par les pollinisateurs



Photo Themis Michailides UC Davis

plantation de caprifiguiers,
Préparatifs pour récolter les mamme en vue du traitement phytosanitaire
Californie, USA

culture du figuier

profichi ramassées dans un verger spécialisé, avant traitement
Californie, USA

A close-up photograph of a large quantity of green, unripe figs (profichi) piled together in a wooden crate. The figs are mostly spherical with a slightly textured surface and some small dark spots. The lighting is bright, highlighting the green color and the texture of the fruit. The wooden crate is visible in the upper right corner.

culture du figuier

profichi ramassées dans un verger spécialisé, avant traitement
Californie, USA

culture du figuier

traitement fongicide des profichi coupées en deux,
juste avant l'émergence des blastophages
Californie, USA

Photo Themis Michailides UC Davis

culture du figuier

traitement des profichi coupées en deux
Californie, USA



Photo Themis Michailides UC Davis

Emballage des profichi traitées juste avant l'émergence des blastophages
prêtes à être utilisées pour la caprification

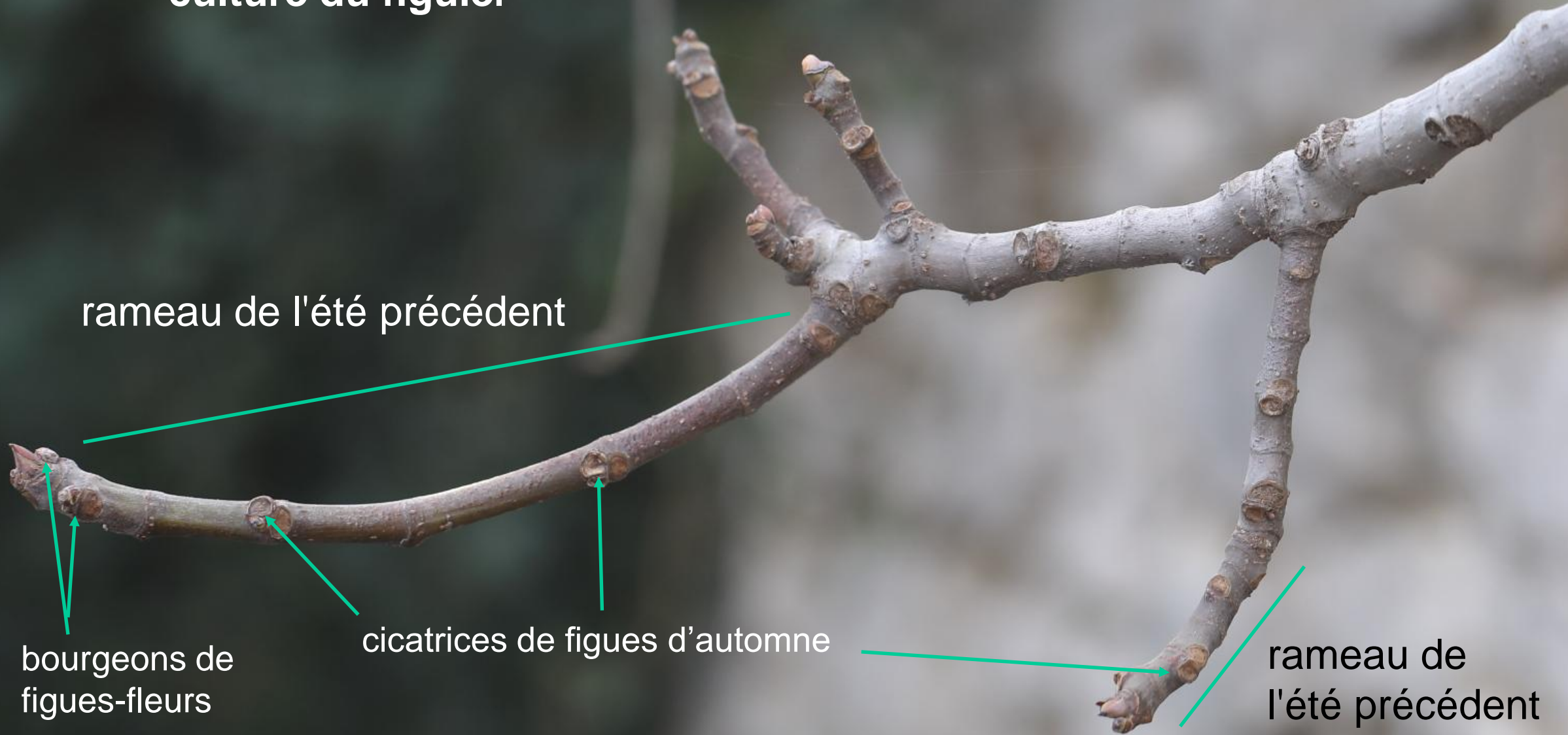
culture du figuier

figes d'automne (la récolte typique présente sur les arbres femelles sauvages) sur le rameau de l'année

figes-fleurs (équivalentes des profichi sur les arbres femelles) sur le rameau de l'année précédente

Juin: **figuier femelle**, cultivar bifère (à 2 récoltes, les figes d'automne, typiques des arbres femelles sauvages, et les figes-fleurs, équivalentes des profichi, et présentes seulement chez des cultivars). Les mamme ne produisant pas de pollen, les figes-fleurs ne sont jamais pollinisées, elles se développent sans pollinisation par parthénocarpie. Chez certains cultivars, les figes d'automne sont aussi parthénocarpiques.

culture du figuier



rameau de l'été précédent

bourgeons de
figues-fleurs

cicatrices de figes d'automne

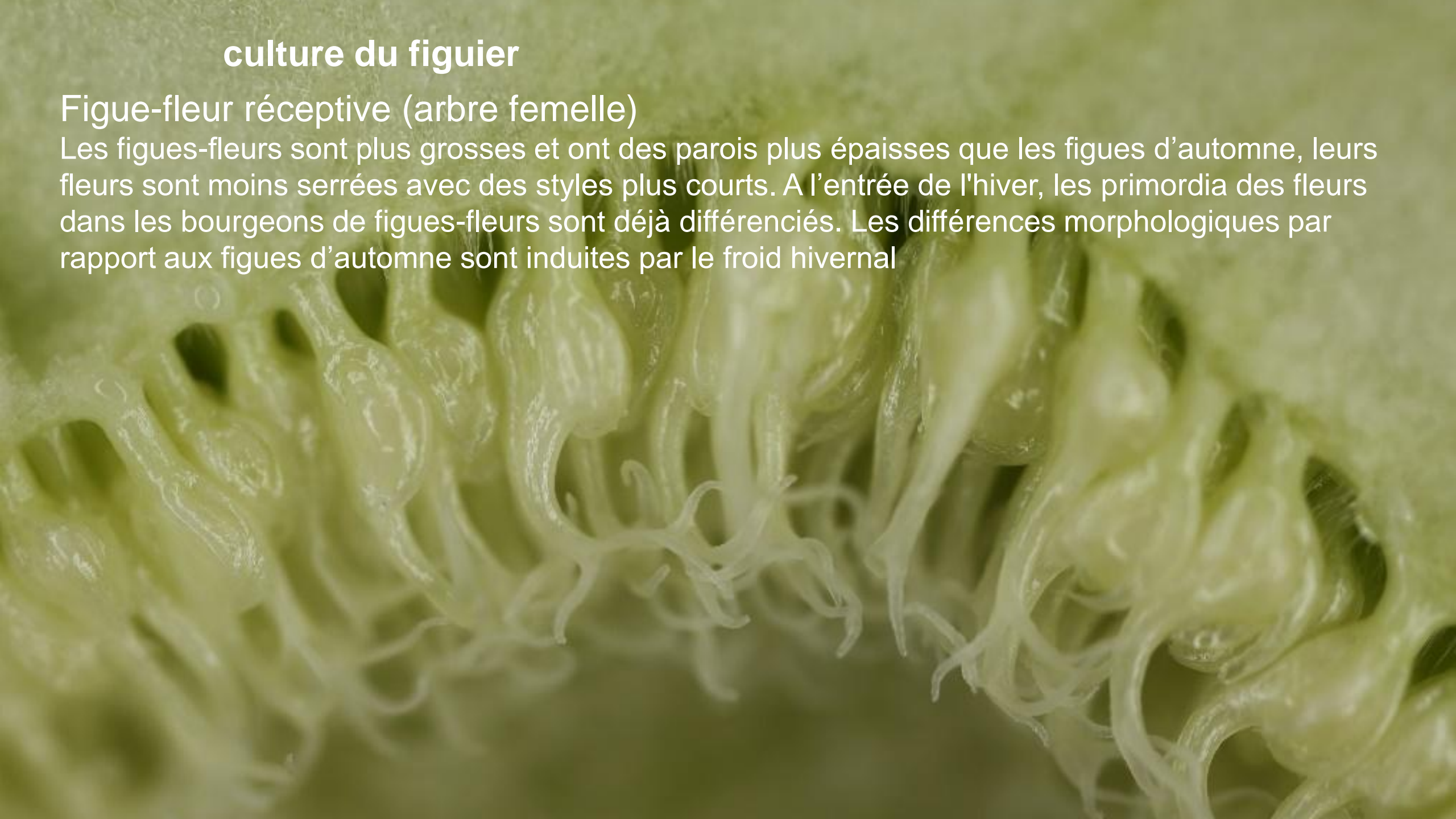
rameau de
l'été précédent

Hiver: **figuier femelle**, cultivar bifère

culture du figuier

Figue-fleur réceptive (arbre femelle)

Les figues-fleurs sont plus grosses et ont des parois plus épaisses que les figues d'automne, leurs fleurs sont moins serrées avec des styles plus courts. A l'entrée de l'hiver, les primordia des fleurs dans les bourgeons de figues-fleurs sont déjà différenciés. Les différences morphologiques par rapport aux figues d'automne sont induites par le froid hivernal



culture du figuier

Figue-fleur réceptive (arbre femelle)

Les stigmates ne seront jamais pollinisés car les mamme ne produisent pas de pollen
Des figues-fleurs artificiellement pollinisées avec du pollen conservé 10 mois au frais produisent des graines

culture du figuier

bourgeons de figues-fleurs
qui mûriront en août prochain

à la limite Nord de l'aire de distribution:
figes d'automne qui ne mûriront jamais. L'absence de sécheresse estivale permet
une croissance prolongée du rameau, et donc la présence de nombreux bourgeons
à figue-fleur qui mûriront à partir du mois d'août
Mars, Normandie, France

culture du figuier

Croisic, un cultivar de caprifiguiier cultivé en dehors de l'aire de distribution des pollinisateurs. Les figues qu'il produit sont comestibles
Bretagne, France

Autres figuiers cultivés



Gelée de figue
(*Ficus pumila* var *awkeotsang*)
Taiwan

