

Le CAUE de l'Hérault propose

l'atelier 19

des **territoires** du CAUE34

À DESTINATION DES ÉLUS ET DES PROFESSIONNELS

**« Quelle place pour l'arbre et la nature
dans nos villes et villages ? »**

Caractéristiques et spécificités des arbres

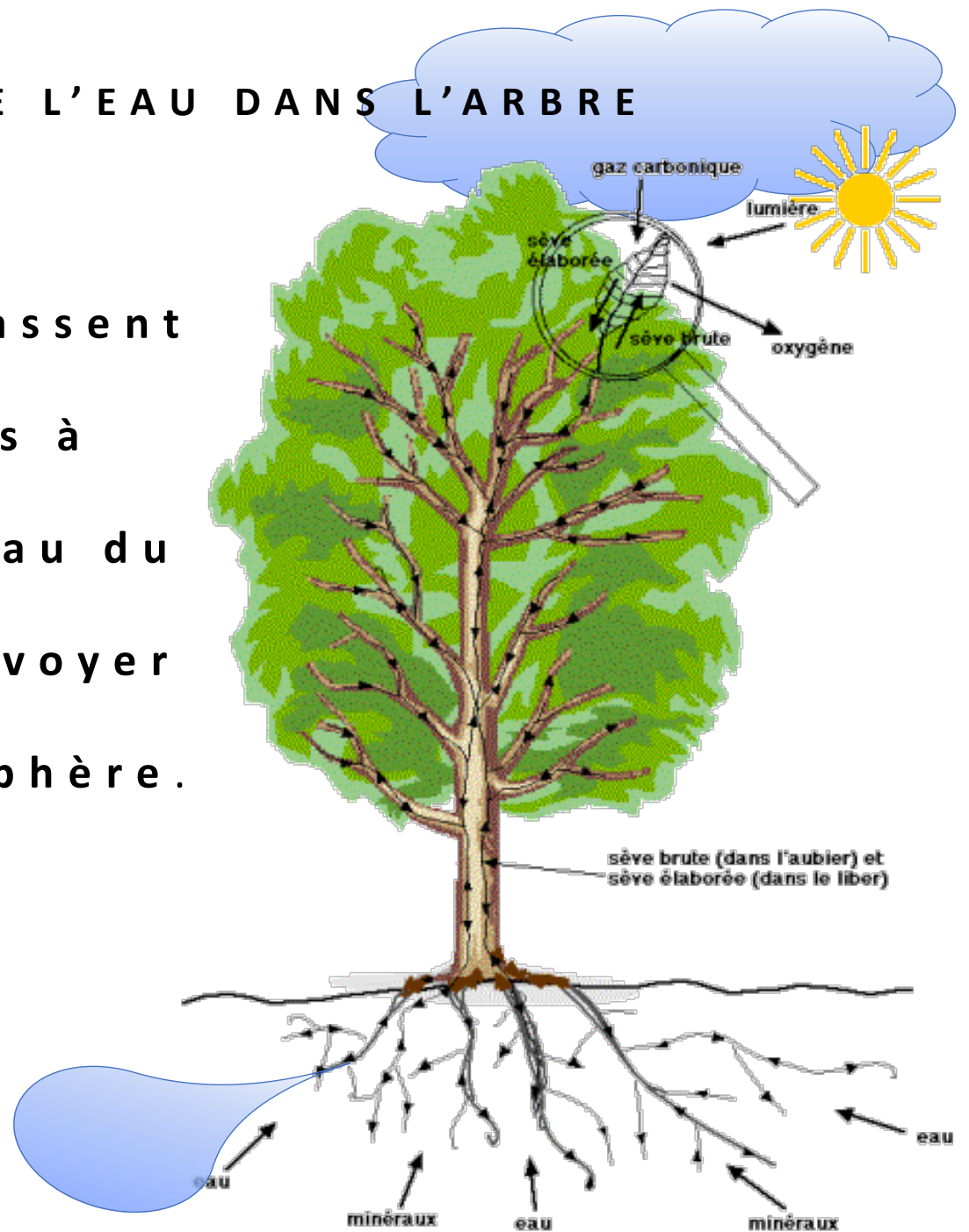
- **Quelques rappels sur le fonctionnement biologique de l'arbre**
 - La plante et le climat méditerranéen (le génie naturel : racines, feuillage adapté, persistant, petit et coriace...)
- **Le milieu urbain, un biotope spécifique**
 - Fonctionnement « canyon », l'instabilité de ce milieu, trouver l'échelle (de l'arbre) adaptée
- **Les enjeux liés aux changements climatiques : quelle perspective pour l'arbre dans nos villes et villages ?**
 - Approche cartographique - ex. aire de répartition du chêne vert 2050-2100
 - évolution des températures (du risque de trop froid au risque de trop chaud et sec), les catalogues des pépinières (résistance au froid-résistance à la sécheresse et à la chaleur) ?
 - Impact physiologique des changements climatiques (avancement débourrement - des floraisons – feuillaisons, gelées tardives, canicules et stress hydriques d'été...)

Caractéristiques et spécificités des arbres

- **Quelques rappels sur le fonctionnement biologique de l'arbre**
 - La plante et le climat méditerranéen (le génie naturel : racines, feuillage adapté, persistant, petit et coriace...)
- Le milieu urbain, un biotope spécifique
 - Fonctionnement « canyon », l'instabilité de ce milieu, trouver l'échelle (de l'arbre) adaptée
- Les enjeux liés aux changements climatiques : quelle perspective pour l'arbre dans nos villes et villages ?
 - Approche cartographique - ex. aire de répartition du chêne vert 2050-2100
 - évolution des températures (du risque de trop froid au risque de trop chaud et sec), les catalogues des pépinières (résistance au froid- résistance à la sécheresse et à la chaleur) ?
 - Impact physiologique des changements climatiques (avancement débourrement - des floraisons – feuillaisons, gelées tardives, canicules et stress hydriques d'été...)

LA CIRCULATION DE L'EAU DANS L'ARBRE

Les arbres passent
leur temps à
remonter l'eau du
sol et la renvoyer
dans l'atmosphère.



TRANSPIRATION

Energie solaire

Feuille

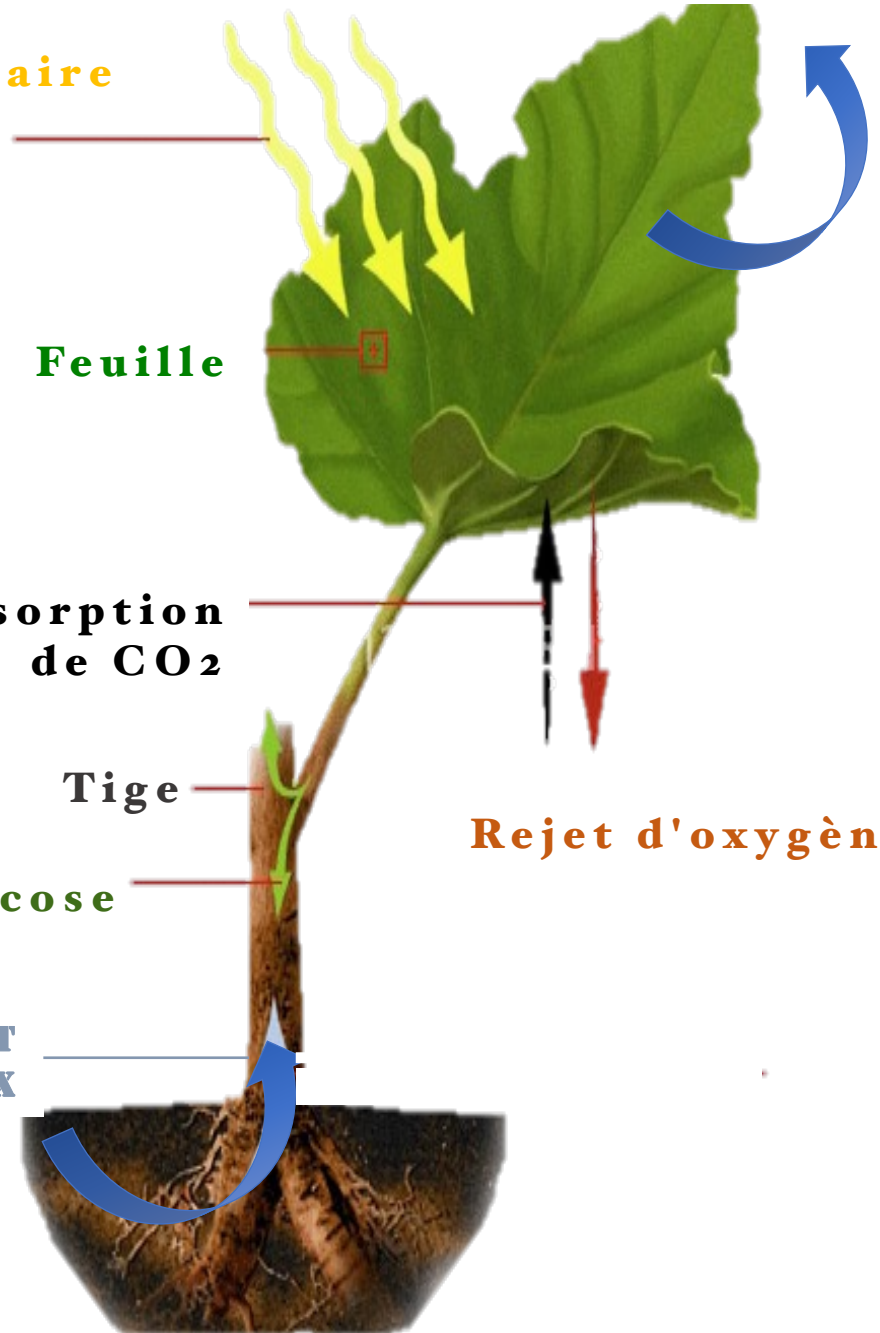
**Absorption
de CO₂**

Tige

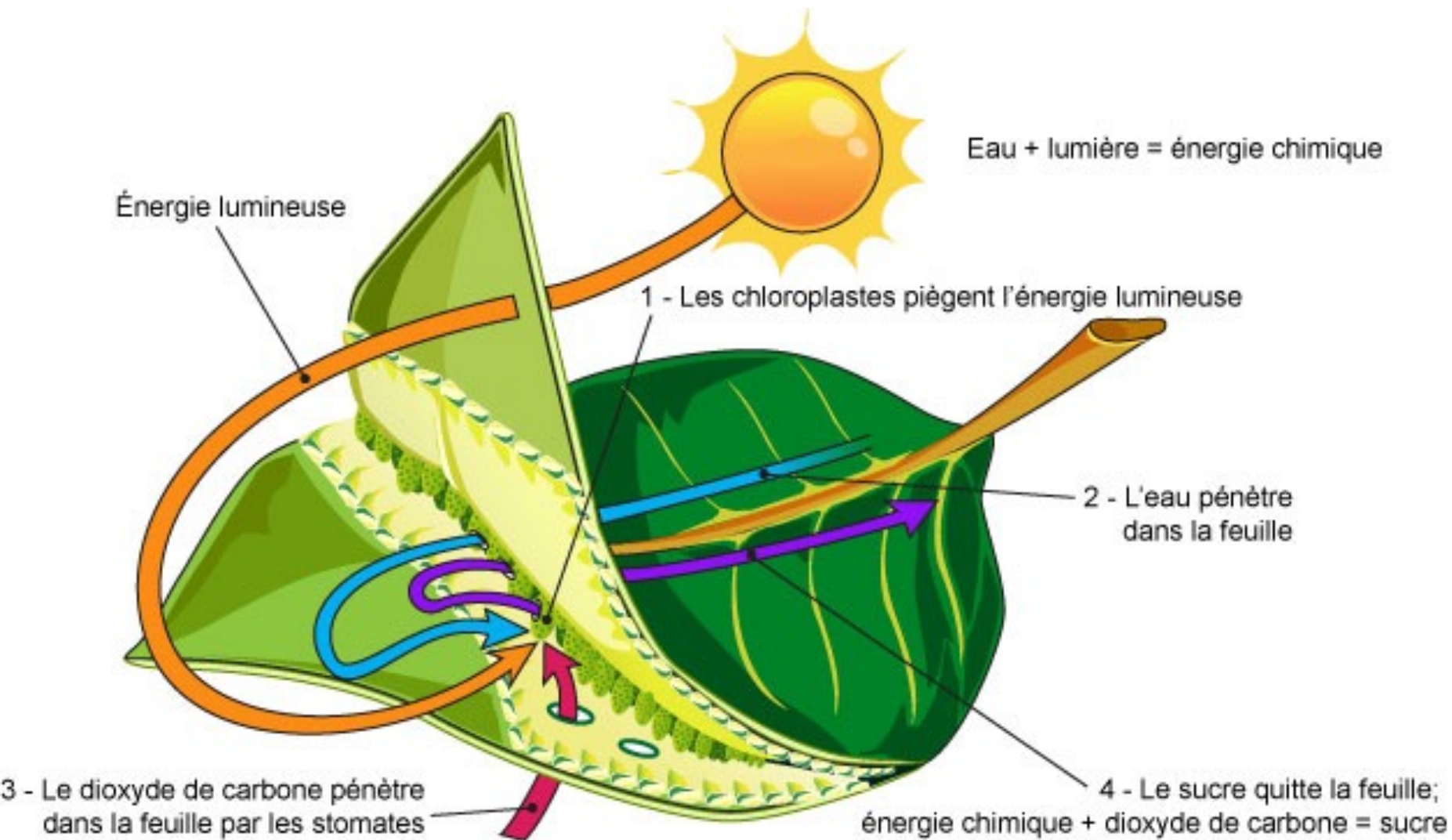
Glucose

**ABSORPTION D'EAU ET
DE SELS MINÉRAUX**

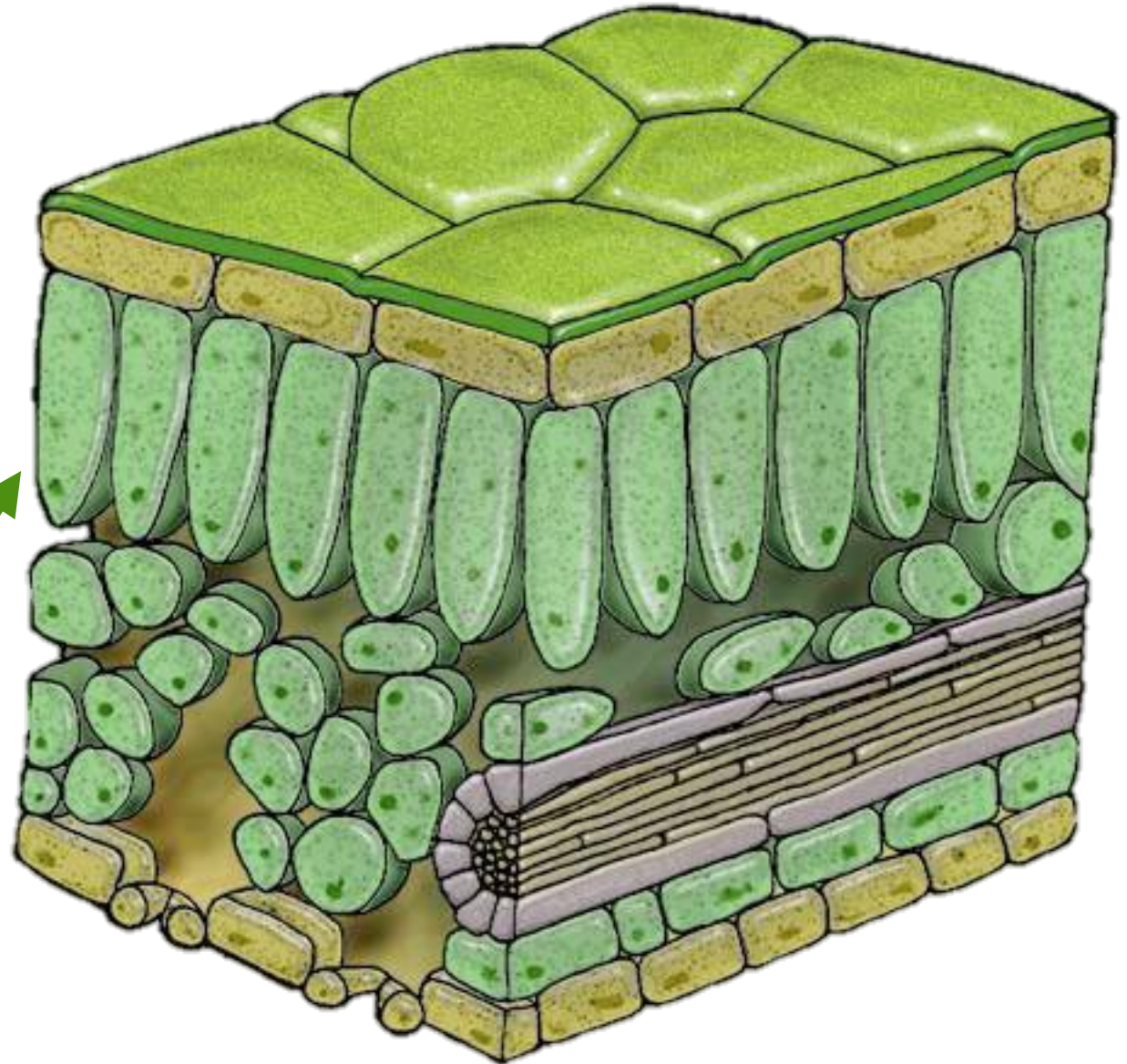
Rejet d'oxygène



PHOTOSYNTHÈSE



Photosynthèse

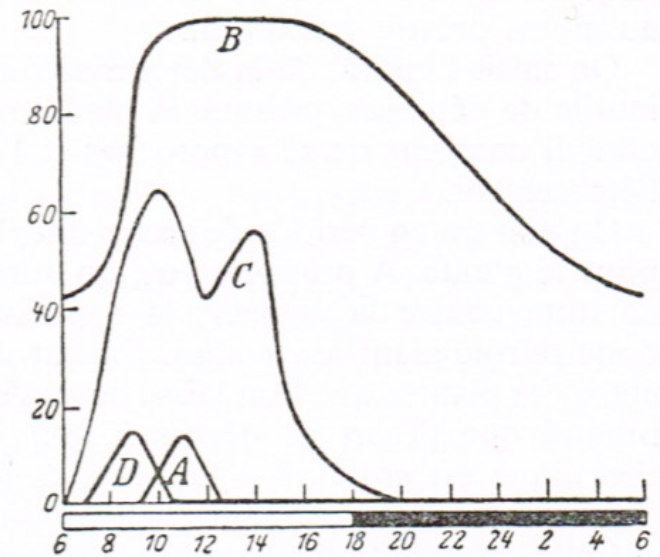


Le mésophylle :
Cellules de
parenchyme qui
assurent la
photosynthèse.

Stomates



FIG. 4,12. — *Ouverture des stomates: périodicité journalière* (en % de l'ouverture maximale). *A*, journée d'automne froide et pluvieuse. *B*, journée d'été chaude et pluvieuse. *C*, journée d'été chaude et sèche. *D*, journée d'été très sèche (d'après STALFELT, 1929).



Stomates

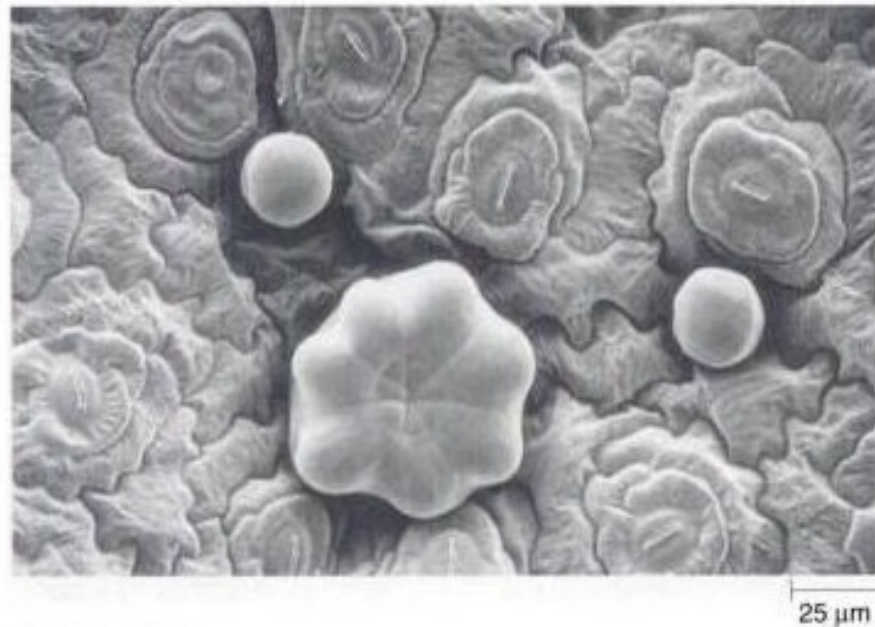


Figure 24-26

Micrographie électronique à balayage de l'épiderme inférieur d'une feuille de *Plectranthus* vu de face. On peut voir plusieurs stomates — les cellules de garde — flanqués chacun de deux cellules annexes arquées. On voit également deux sortes de trichomes.

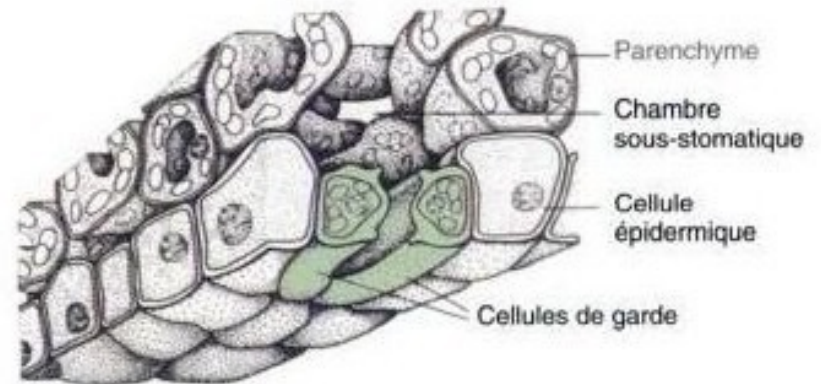


Figure 24-27

Dessin d'un stomate mûr montrant ses relations avec l'épiderme et les cellules sous-jacentes. Les parois proximales de l'ostiole des cellules stomatiques sont généralement plus épaisses que les parois distales. Au cours de leur différenciation, les stomates peuvent s'élever ou s'enfoncer sous la surface de l'épiderme. Il existe souvent un grand espace aérifère, ou chambre sous-stomatique, immédiatement sous le stomate. Contrairement aux autres cellules épidermiques, les cellules de garde contiennent des chloroplastes.

Stomates

Tableau 4.2. — NOMBRE DE STOMATES AU MM².
S : face supérieure; I : face inférieure.

<i>Espèce</i>	S	I	<i>Espèce</i>	S	I
Blé	33	14	Houx	0	170
Maïs	52	68	Lilas.....	0	330
Tomate	12	130	Pommier	0	300
Pomme de terre	50	160	Chêne rouvre	0	450
Luzerne.....	170	140	Peuplier	20	115

Rôles principalement attribués aux racines jusqu'à la fin du XXe siècle

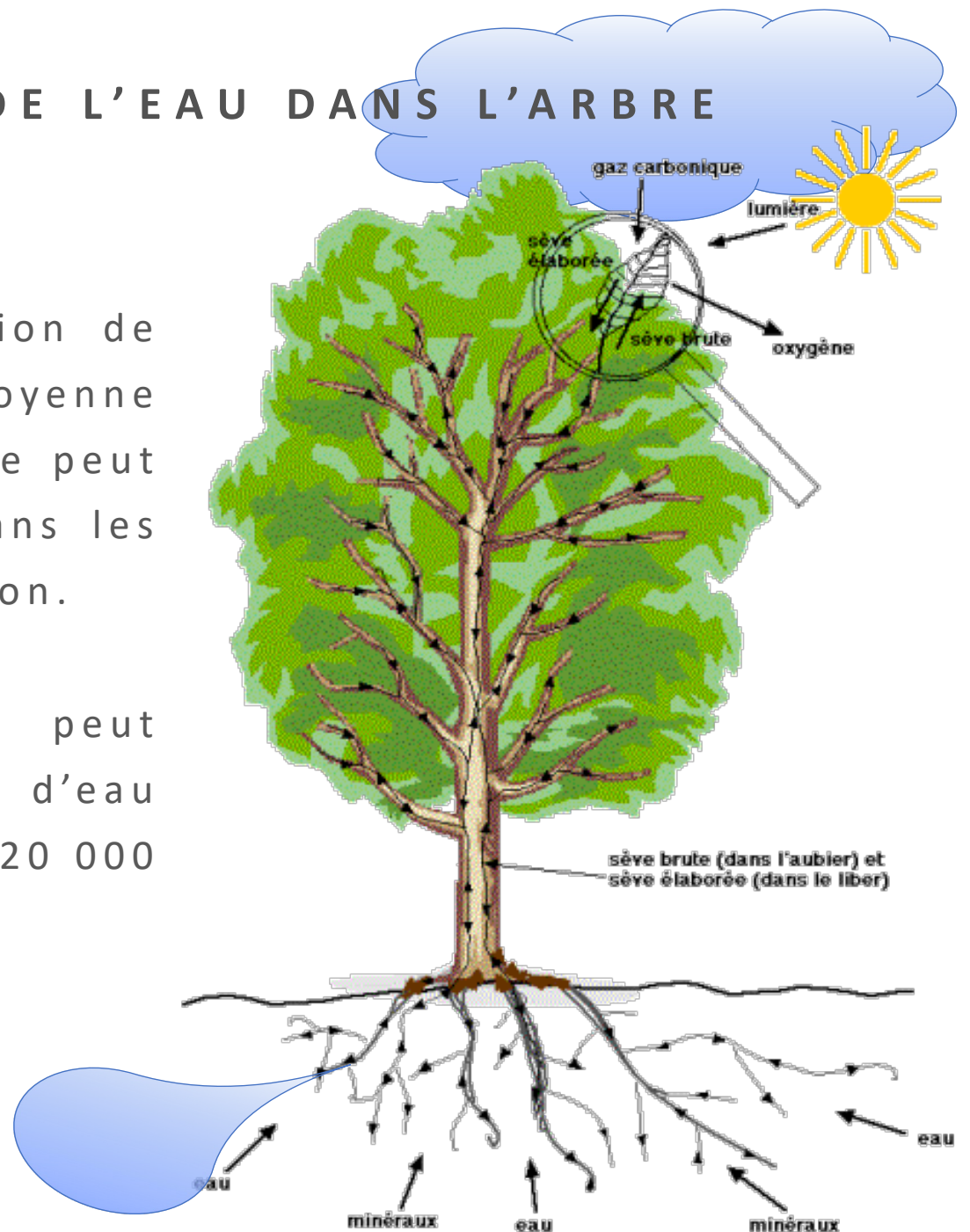
- Ancrage au sol
- Absorption de l'eau et des nutriments du sol



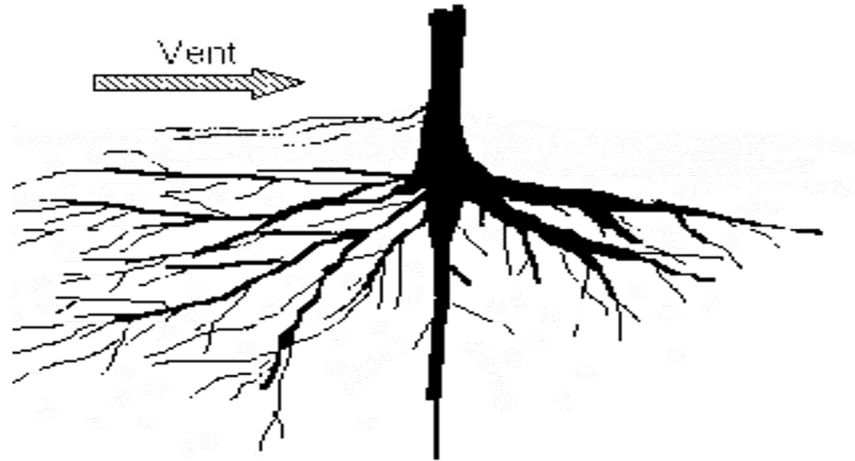
LA CIRCULATION DE L'EAU DANS L'ARBRE

La vitesse de circulation de la sève brute est en moyenne de 1 à 6 m/h mais elle peut s'élever à 100 m/h dans les cas de forte transpiration.

Un chêne adulte peut transpirer jusqu'à 500l d'eau par jour. En six mois 120 000 l d'eau...



Sentir le vent



Meilleur ancrage des arbres en lisière et
des plants non tuteurés

Rôles attribués aux racines aujourd'hui

- ancrage au sol
- absorption de l'eau et des nutriments du sol
- accumulation de réserves
- Associations symbiotiques
- Décolmatage & Création du sol
- Communication & échanges

A scenic view of a rocky coastline. In the foreground, a path of light-colored rocks leads down a slope covered in dense, green, scrubby vegetation. The middle ground shows a calm sea with a small boat visible in the distance. The background features a hazy coastline and mountains under a sky with scattered white clouds. The text is overlaid in the center of the image.

**Comprendre pourquoi les plantes
méditerranéennes sont adaptées à
leur environnement**

La nécessaire adaptation au climat méditerranéen



AUTOMNE



HIVER



PRINTEMPS



ETE

Caractéristiques et spécificités des arbres

- Quelques rappels sur le fonctionnement biologique de l'arbre
 - La plante et le climat méditerranéen (le génie naturel : racines, feuillage adapté, persistant, petit et coriace...)
- Le milieu urbain, un biotope spécifique
 - Fonctionnement « canyon », l'instabilité de ce milieu, trouver l'échelle (de l'arbre) adaptée
- Les enjeux liés aux changements climatiques : quelle perspective pour l'arbre dans nos villes et villages ?
 - Approche cartographique - ex. aire de répartition du chêne vert 2050-2100 (VM-formation Arbre, Module)
 - évolution des températures (du risque de trop froid au risque de trop chaud et sec), les catalogues des pépinières (résistance au froid- résistance à la sécheresse et à la chaleur) ?
 - Impact physiologique des changements climatiques (avancement débourrement - des floraisons – feuillaisons, gelées tardives, canicules et stress hydriques d'été...)

**Le biotope de la ville a
l'image de celui des canyons**









© E. J. Pether

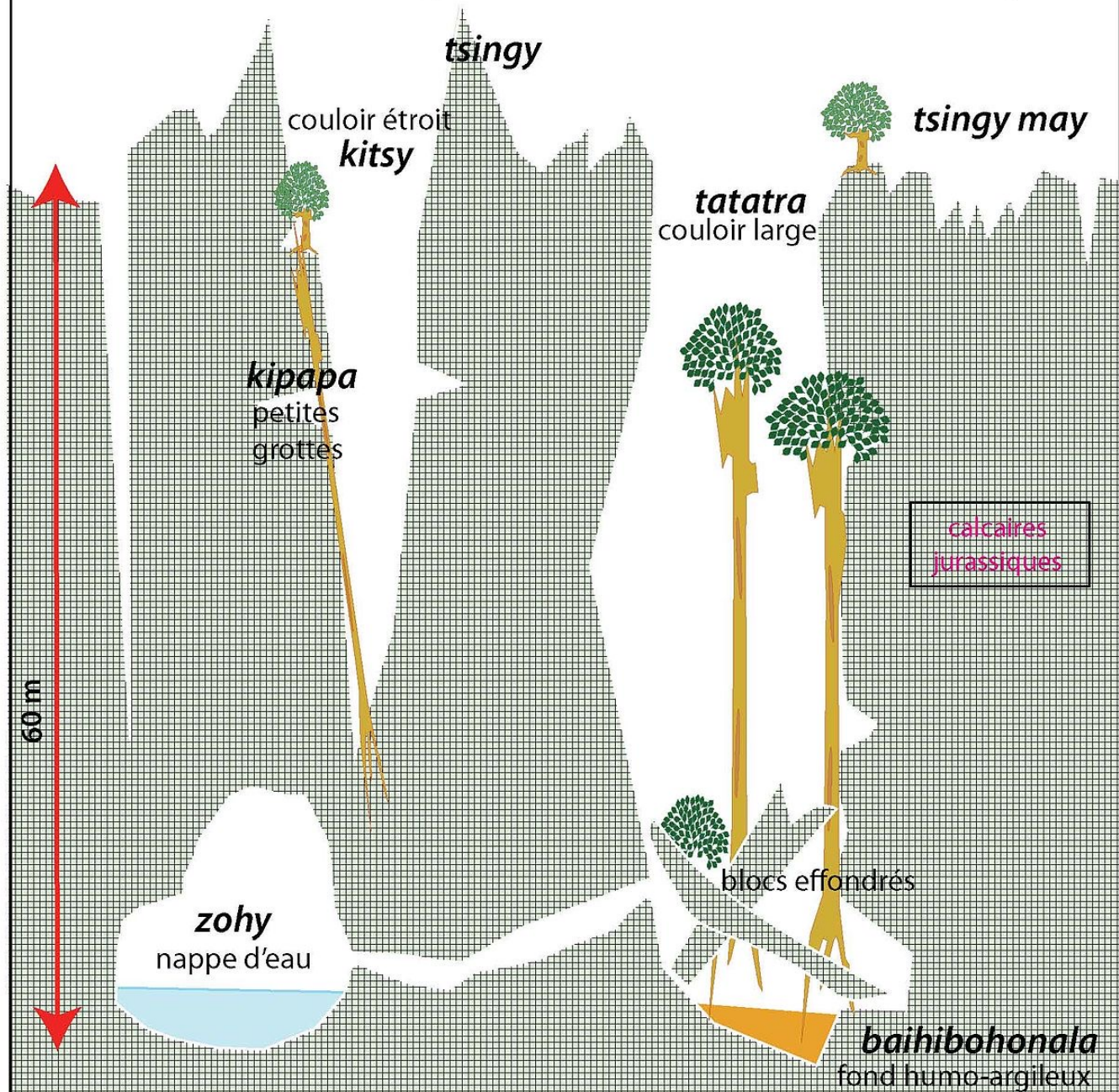
LA VILLE UN ECOSYSTÈME DE CANYON ?





Le parc national des Tsingy de Bemaraha
2017 © Alain GYRE

La végétation rupicole des *tsingy*



Définition :

Espèces qui habitent et/ou croissent sur un substrat rocheux.

Il existe une multitude de milieux rupicoles en fonction des successions écologiques, du contexte édaphique et du contexte climatique.

La végétation rupicole sur un *tsingy* de l'Antsingy du Bemaraha à Madagascar

Succession autogénique primaire: un mur en ville

La colonisation spontanée et la dynamique naturelle des successions végétales des murs



Les espèces pionnières seront les espèces lithophytes, c'est-à-dire celles qui s'attachent directement à la pierre et qui n'ont quasiment pas besoin de substrat. Ce sont principalement les lichens. ■



Les mousses (bryophytes) sont capables de s'implanter sur les murs. ■



Des fougères (exemple de la rue des murailles) et des plantes herbacées (exemple du faux-fumeterre) sont capables de s'implanter dans les joints lorsque ceux-ci, usés par le temps, présentent un minimum de substrat végétal qui aura été déposé par le vent (poussières) ou par la décomposition des pionniers. ■



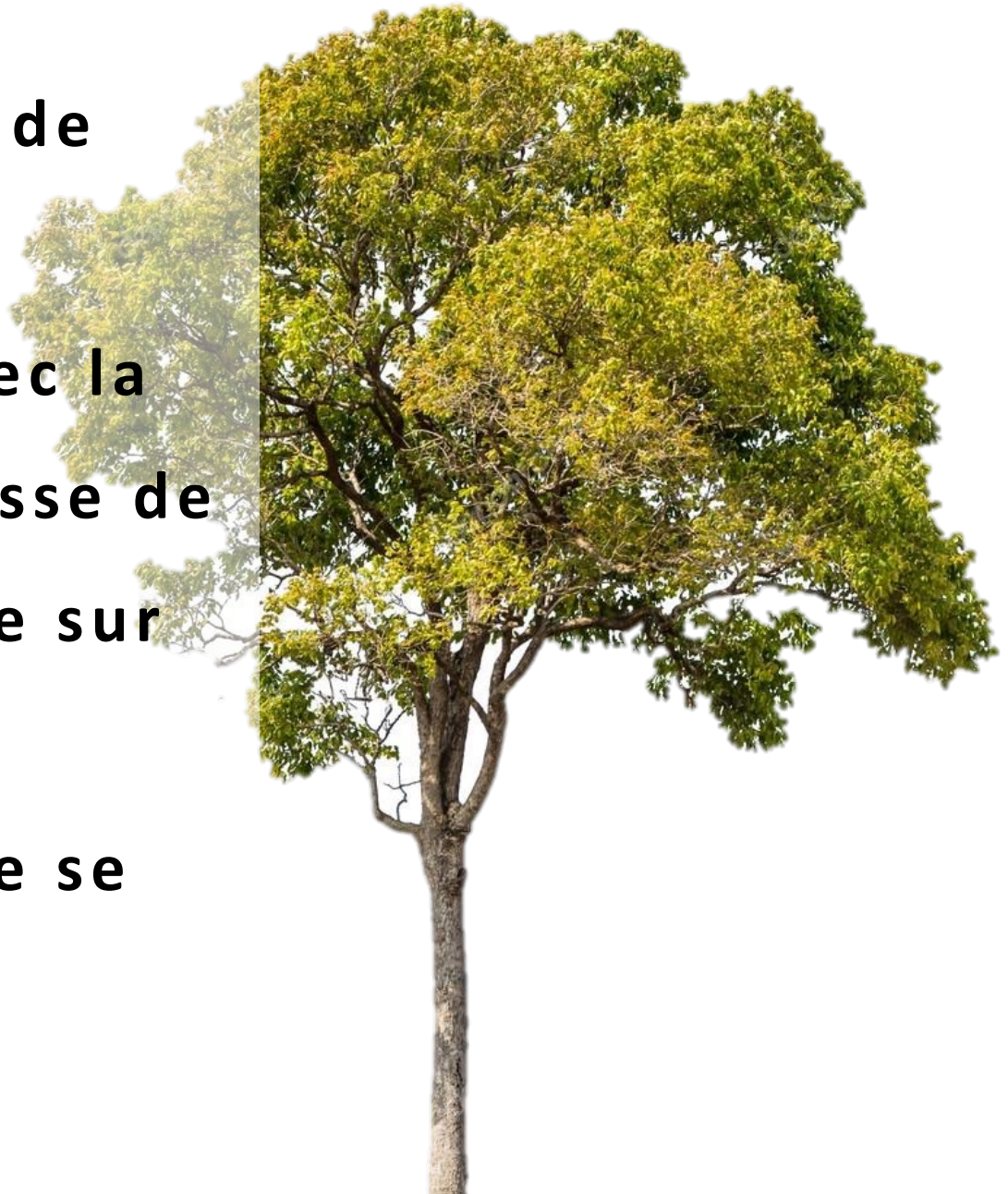
Au fur et à mesure de la dégradation de la « roche mère », donc du mur, et de l'accumulation de substrat dans les interstices du mur, des espèces de plus en plus exigeantes pourront s'installer grâce à des semences : de petits arbustes, voire des arbres. De grands individus pourront d'ailleurs y croître s'ils accèdent au substrat derrière les murs de soutènements (photo). ■

Lente augmentation de la phytomasse, les conditions sévères de pénurie en nutriments sélectionnent les végétaux stress tolérant.





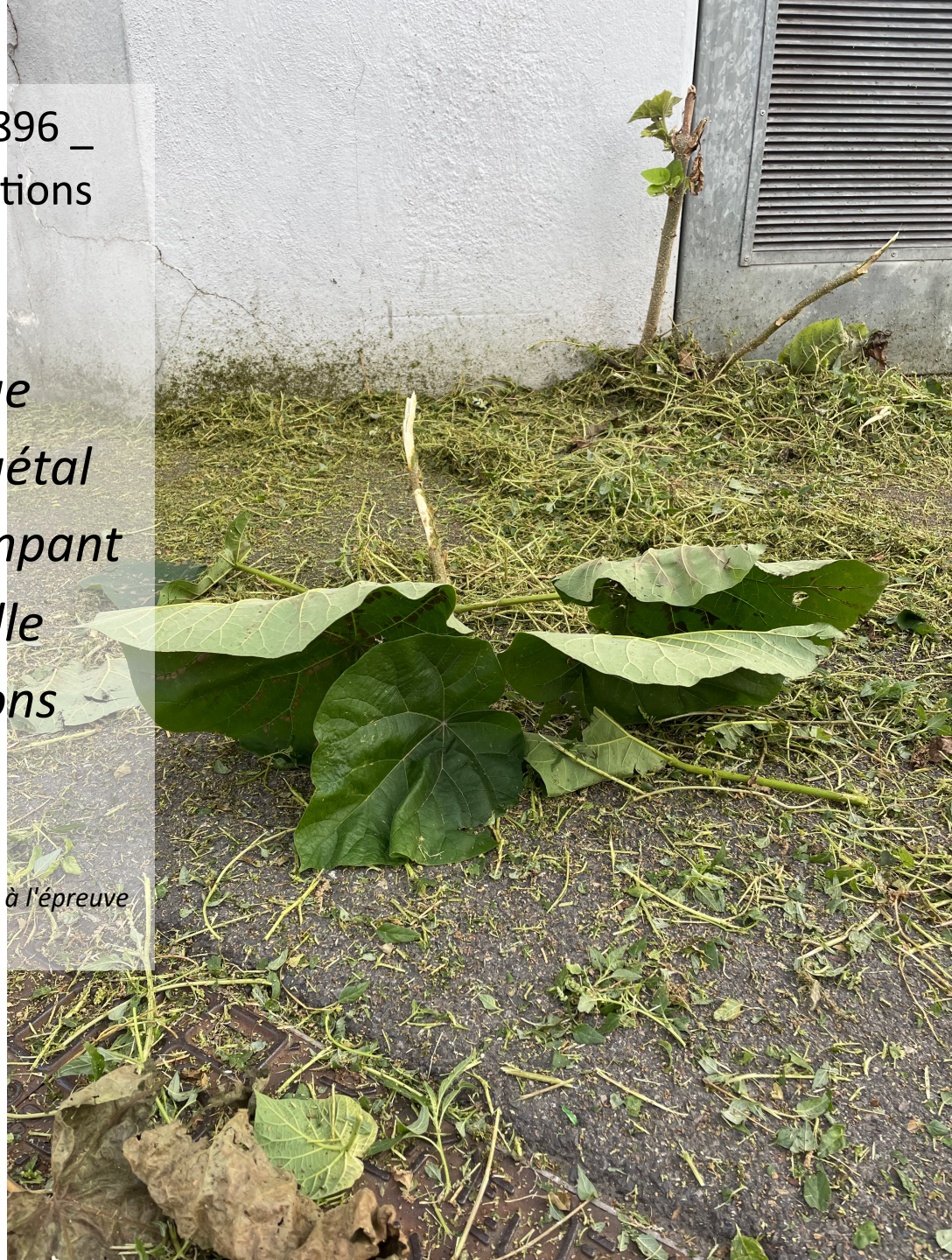
**Le temps long de
l'arbre est-il
compatible avec la
ville qui ne cesse de
se reconstruire sur
elle-même, de
s'étendre et de se
densifier ?**



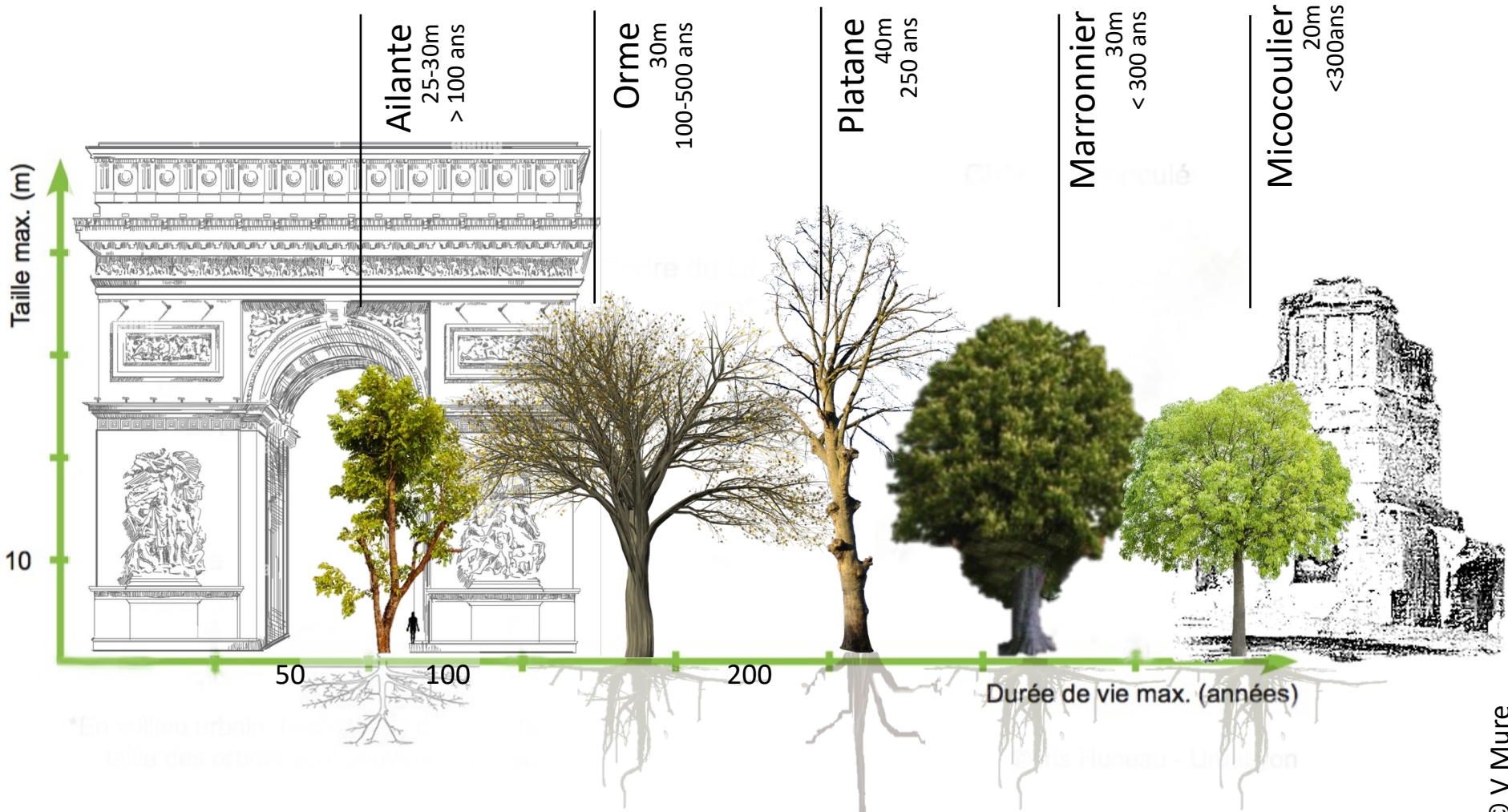
Le naturaliste parisien Paul Jovet (1896 _ 1991) rassemblant diverses observations réalisées dans Paris soulignait que :

L'action de l'homme (...) bloque l'évolution du peuplement végétal aux stades pionniers "interrompant sans cesse l'évolution habituelle vers l'installation des formations prairiales, puis ligneuses.

Drouin, J.M., *Paul Jovet : Les concepts de l'écologie végétale à l'épreuve de la ville*, in : Sauvage dans la ville – JATBA, 1996.



Potentiel de hauteur et de durée de vie en milieu naturel



POURTANT, AILLEURS...



CHÂTEAU LASCOUR BOISSET ET GAUJAC (30)

170 ANS - MILIEU XIXE - 60 M DE HAUT - 51,5 M D'ENVERGURE / 1.918 M2

PLATANUS ACERIFOLIA – PLACE DES AUGUSTINES - MARSEILLE

PLATANE DES VILLES...



AGE ? 17 M D'ENVERGURE / 170 M2



Chêne vert

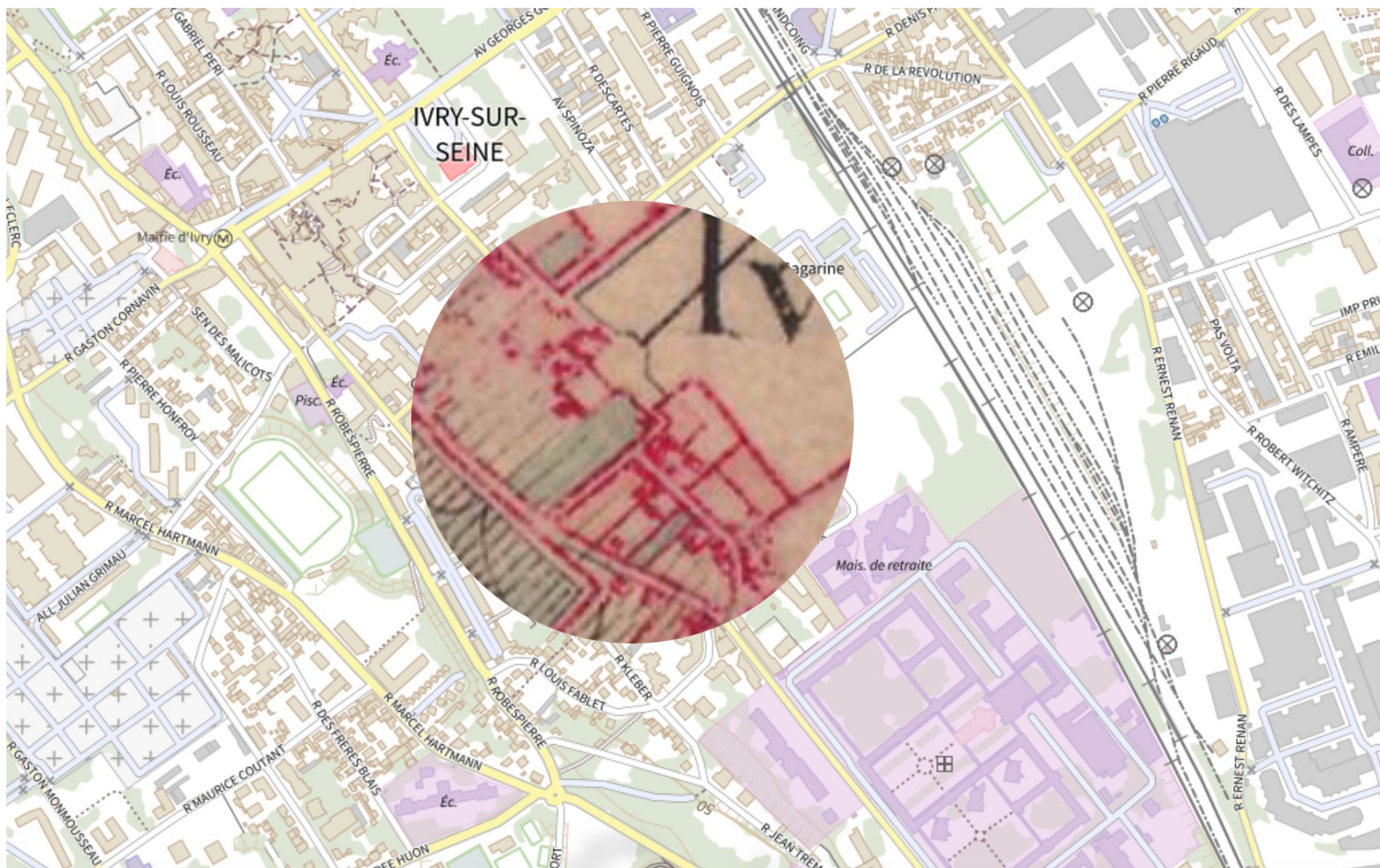


IVRY SUR SEINE -

AGE ESTIMÉ DE 175 À 215 ANS



Vue du chateau d'Ivry avec la duchesse
(école française vers 1830)



IVRY SUR SEINE



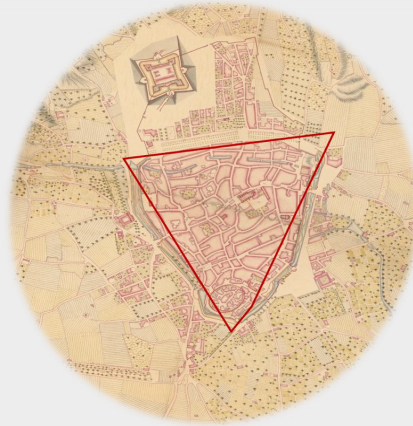
IVRY SUR SEINE

©Google earth

Evolution urbaine - Nîmes



NIMES EPOQUE ROMAINE



NIMES 1700



NIMES 1775



NIMES 1880



NIMES 1930



NIMES XXIe siècle



NÎMES (30)



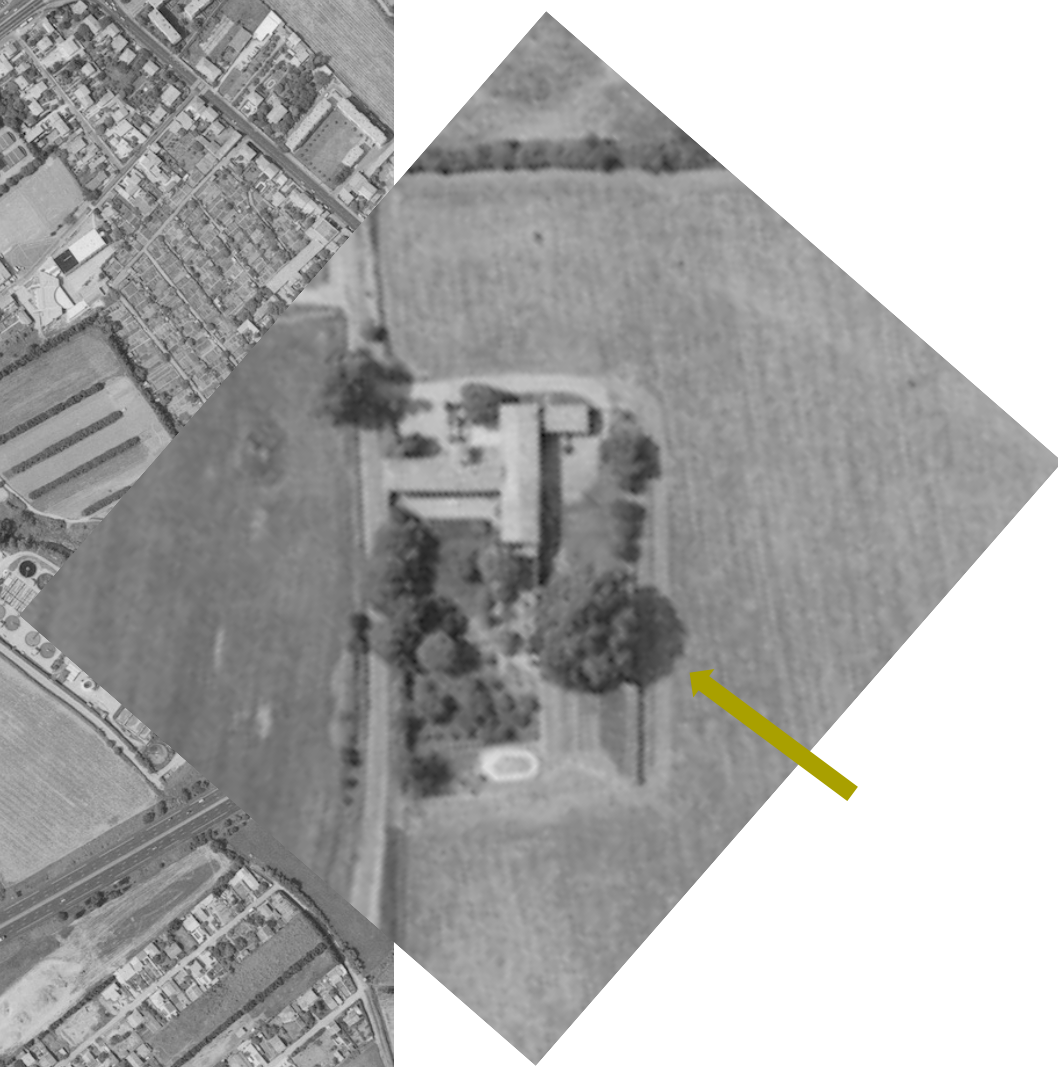
NÎMES (30)



Image Google

NÎMES (30)

1994





Pouzarenque (de l'occitan « pou » = puits et « racar » = rendre, cracher), puits à roue ou noria. Ce mécanisme est connu depuis l'antiquité, semble être apparue dans la région occitane, sous cette forme, au XVIIIe siècle. Elles ont eu leur apogée au XIXe siècle.

© Site internet de Boisseron (30)

2021





QUEL PAYSAGE URBAIN

FABRIQUE_T_ON

AUJOURD'HUI ?



Caractéristiques et spécificités des arbres

- Quelques rappels sur le fonctionnement biologique de l'arbre
 - La plante et le climat méditerranéen (le génie naturel : racines, feuillage adapté, persistant, petit et coriace...)
- Le milieu urbain, un biotope spécifique
 - Fonctionnement « canyon », l'instabilité de ce milieu, trouver l'échelle (de l'arbre) adaptée
- Les enjeux liés aux changements climatiques : quelle perspective pour l'arbre dans nos villes et villages ?
 - Approche cartographique - ex. aire de répartition du chêne vert 2050-2100
 - évolution des températures (du risque de trop froid au risque de trop chaud et sec), les catalogues des pépinières (résistance au froid- résistance à la sécheresse et à la chaleur) ?
 - Impact physiologique des changements climatiques (avancement débourrement - des floraisons – feuillaisons, gelées tardives, canicules et stress hydriques d'été...)

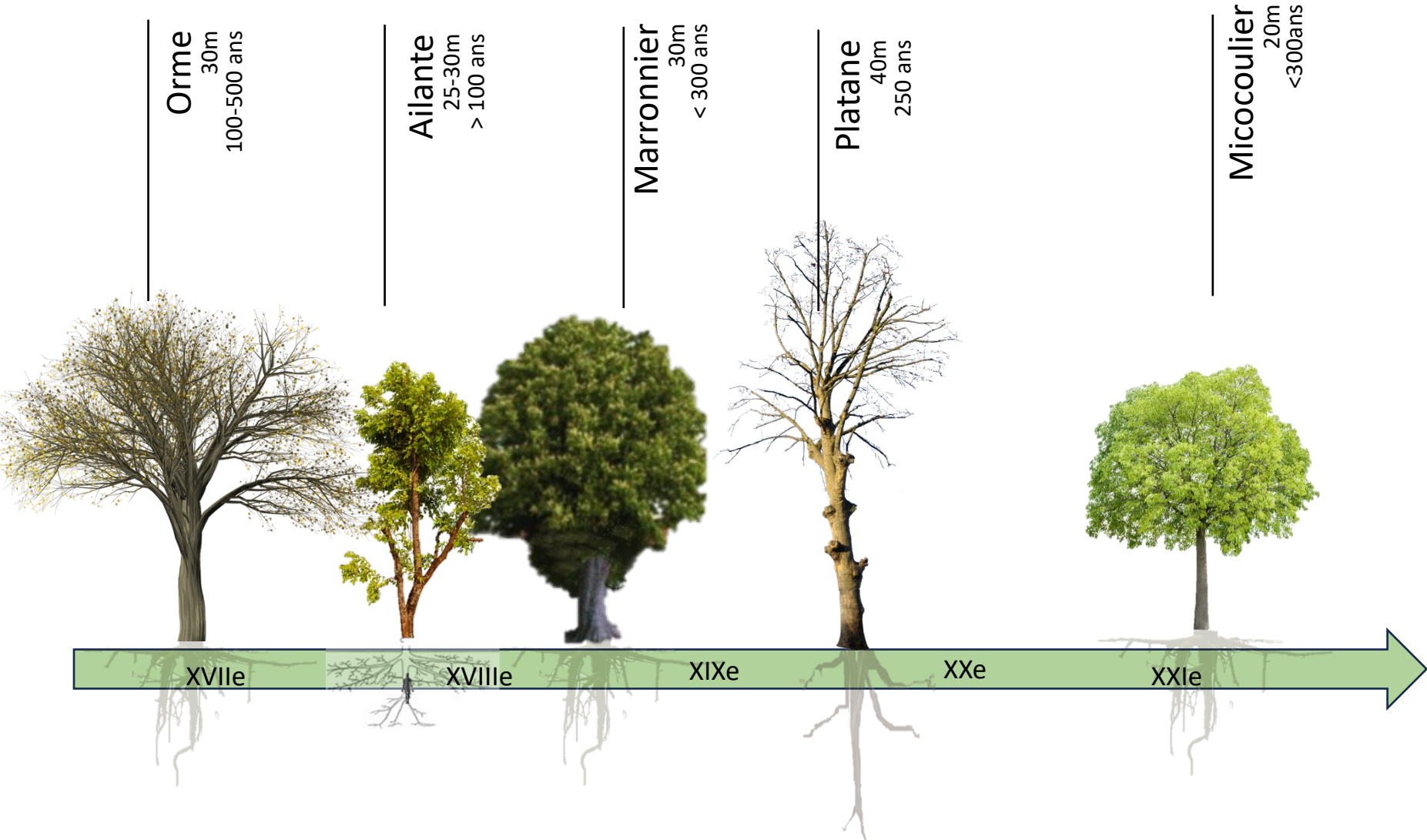


***LES ARBRES SONT
DES MARQUEURS DE
TEMPS, BIOLOGIQUE
ET SYMBOLIQUE DE
LA VILLE***

LACOURT & PETIT-BERGHEN, 2018

**LE NATURALISTE PARISIEN PAUL JOVET (1896 _ 1991)
SOULIGNAIT LA PRÉÉMINENCE DU "FACTEUR
HISTOIRE" DANS LES ÉCOSYSTÈMES URBAINS.**

Histoire des arbres dans la ville





Photogenic A. B. D. Mestrellier

PLACE
DE
L'ORMEAU



Lisière Ulmus campestre Montpellier (34) ©Coloco

Les arbres au secours de la qualité de l'air au XVIIIe

*Les météores aqueux, les
vents et la végétation, tels
sont les moyens que la
nature emploie pour
salubrier l'air*

Abbé Rozier Cours complet d'agriculture 1785

Les arbres au secours de la qualité de l'air au XVIIIe

Salubrité de l'air Gilles PIN 1791

Les diverses qualités de terrain forceront de vu
Les plantations ordonnées sont destinées en
avantage de la salubrité de l'air, en faisant tourner
grande et utile végétation les émanations putres
des eaux du Canal, sur tout dans les temps
C'est pour cette vue qu'il serait essentiel d

Les plantations ordonnées sont destinées à encore à produire le précieux avantage de la salubrité de l'air, en faisant tourner au profit de cette grande et utile végétation, les émanations putrides entre attribuées à la stagnation des eaux du canal, surtout le temps, surtout dans le temps de sa mise à sec



Entre le canal et les murs de la ville s'étendent les allées de l'Esplanade, promenade dont l'aménagement à partir de 1751 constitue le premier des grands travaux d'urbanisme entrepris à Toulouse au XVIIIe siècle.

Extrait d'une gravure *Vue de la ville de Toulouse prise du côté du canal des Mers*, Gilles Pin - 1774

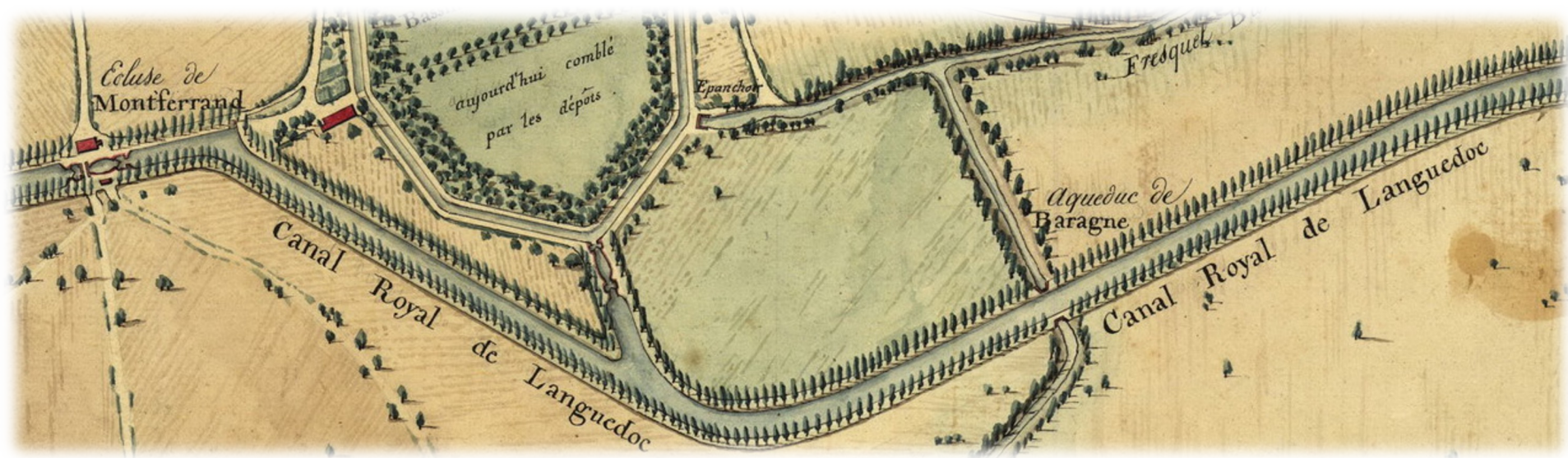


ROUBIA

© V Mure

Des essences à valeur patrimoniale

- Les saules (XVIIIe)
- Le mûrier blanc (XVIIIe)
- Les fruitiers (XVIIIe)
- L'orme champêtre (XVIIIe - XIXe)
- Le frêne (XIXe)
- Le peuplier d'Italie (XVIIIe)
- Le chêne pubescent (XVIIIe - XIXème)
- Le cyprès (XIXe)
- Le platane (XIXe – XXe)
- Le pin parasol (XIXe – XXe)



Naurouze 1760 en haut et 1825 en bas ©VNF







Cartes de modélisation des aires de répartition des espèces arborées.

V. Badeau et J.-L. Dupouey, 2007.

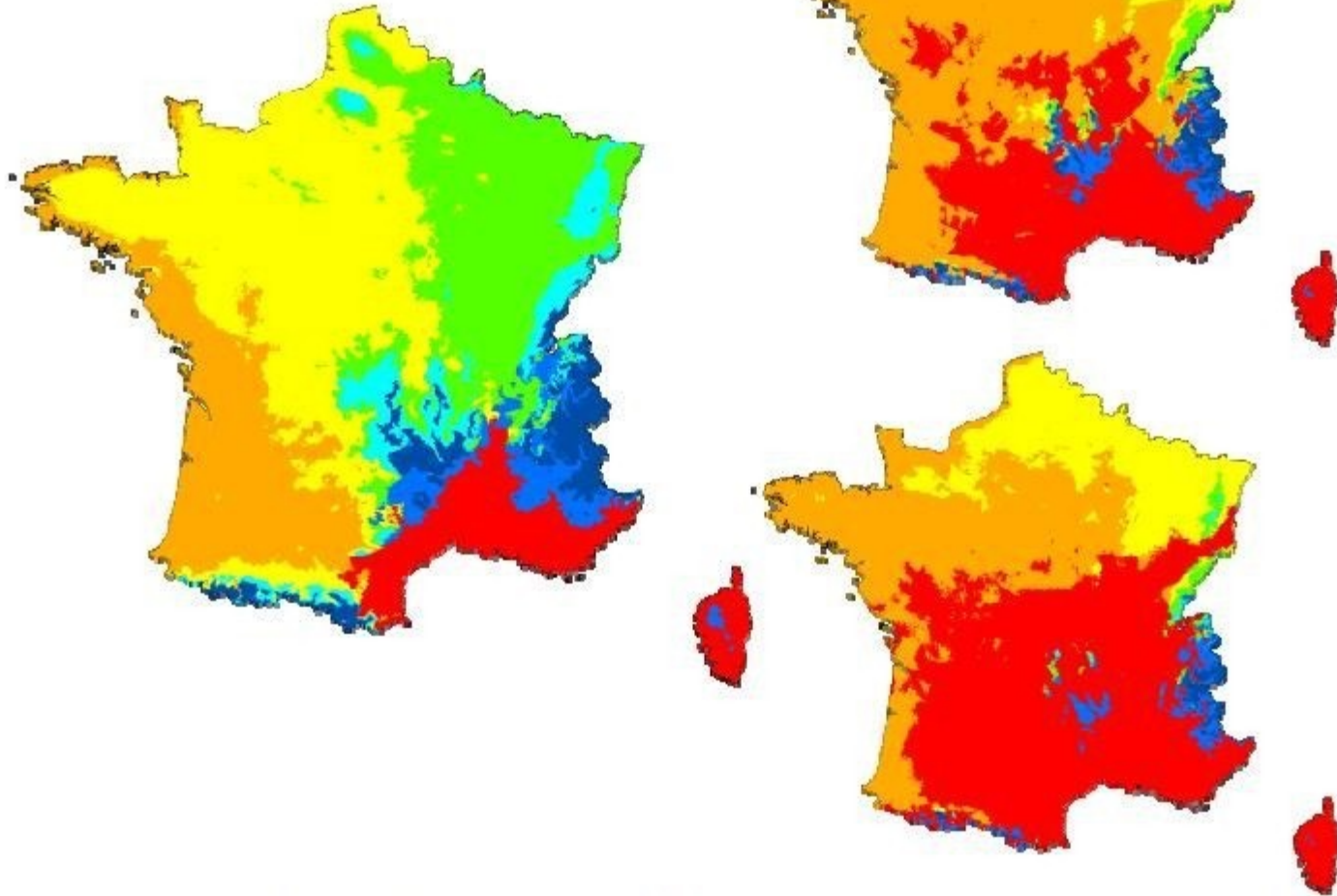


Illustration 4: Cartes de modélisation des aires de répartition des espèces arborées (à gauche : actuelle, en haut à droite : en 2100 selon B2, en bas à droite en 2100 selon A2) (source : com. pers. V. Badeau et J.-L. Dupouey, 2007)








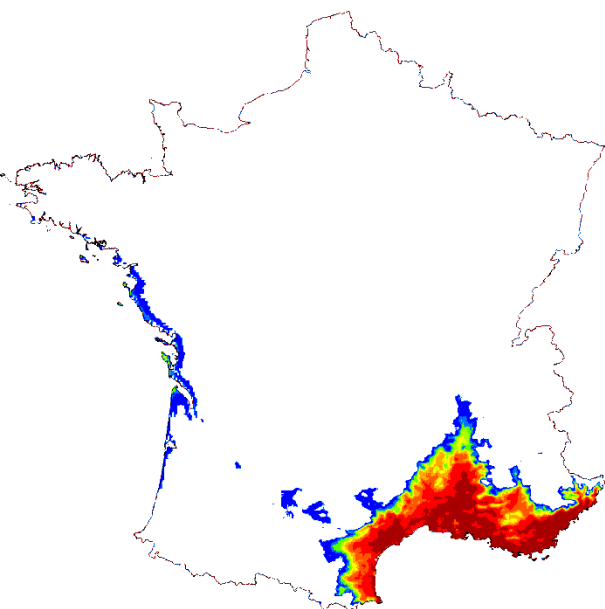
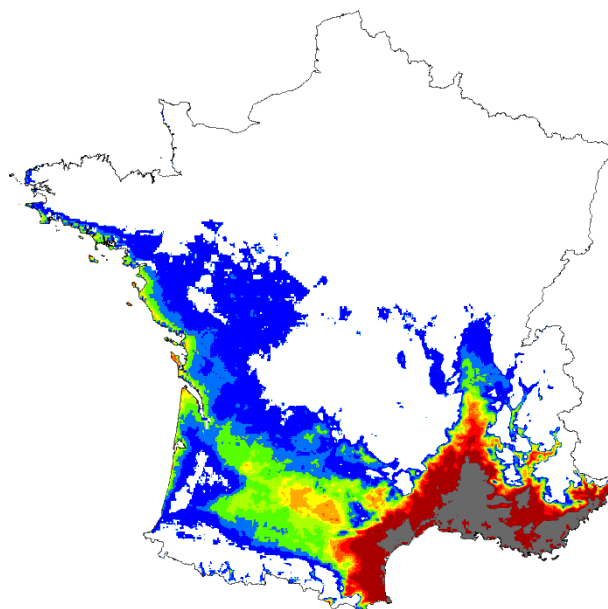
		% actuel	% 2100 B2	% 2100 A2	
Montagnard	Groupe 1 (Pin cembro)	5.2	2.3	1.0	
	Groupe 2 (Aulne incana)	4.1	3.0	2.4	
	Groupe 3 (Sapin blanc)	6.3	0.1	0.3	
Plus continental	Groupe 4 (Hêtre)	22.4	3.2	1.2	
Atlantique nord	Groupe 6 (Châtaignier)	35.6	17.4	16.4	
Atlantique sud	Groupe 7a (Pin maritime)	17.2	45.9	30.8	
Méditerranée	Groupe 8 (Chêne vert)	9.1	28.1	47.9	

Tableau 3: Proportion du territoire couvert par les aires biogéographiques actuellement et selon les deux scénarios : A2 et B2 (communication personnelle du 4 septembre 2007, V. Badeau et J.-L. Dupouey). (la composition des groupes est en annexe 4)

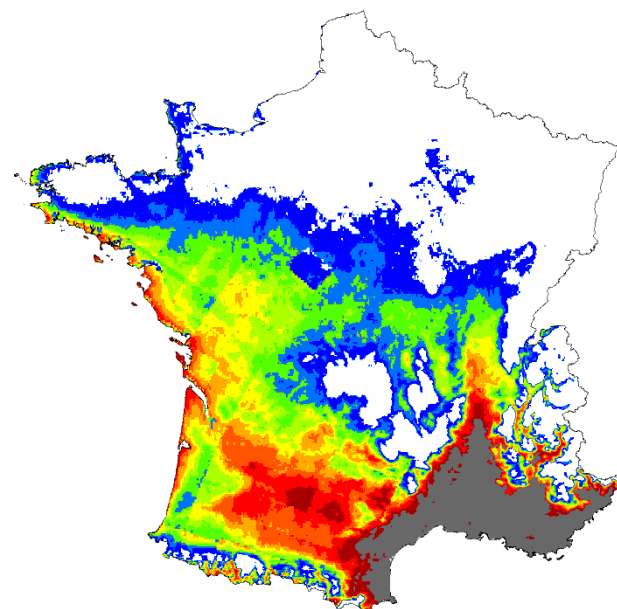
Simulation de l'évolution de l'aire potentielle de répartition du chêne vert en France (Badeau *et al.* 2004).



Actuel

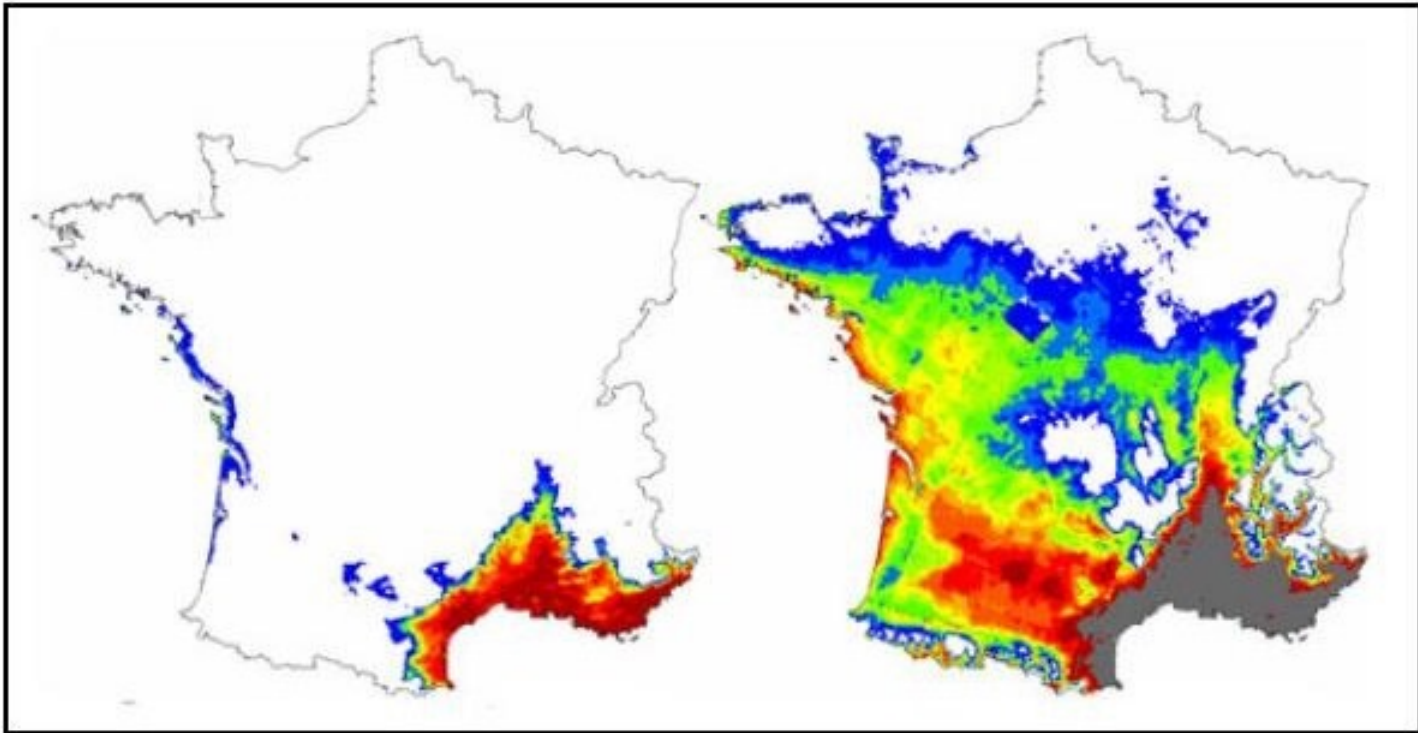


2050



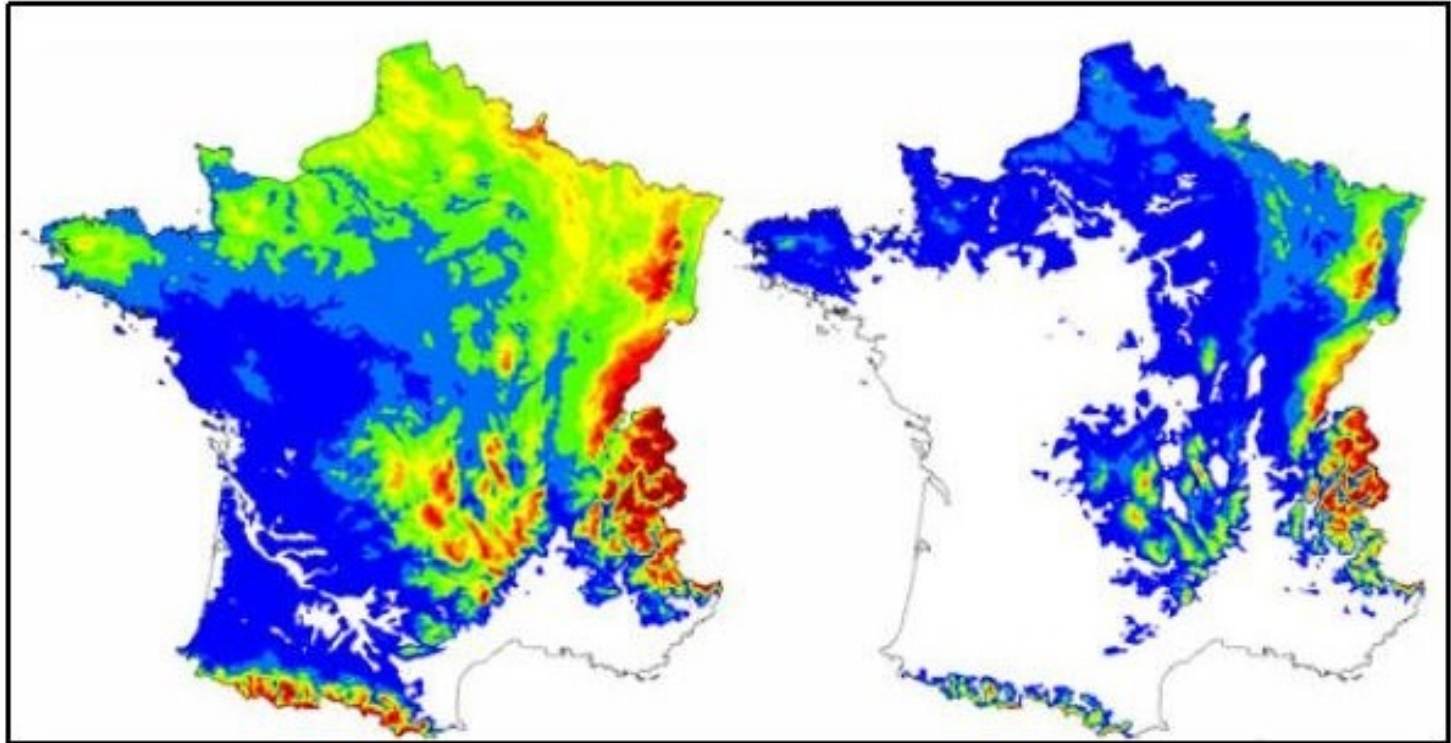
2100

Simulation de l'évolution de l'aire potentielle de répartition du chêne vert en France (Badeau *et al.* 2004).



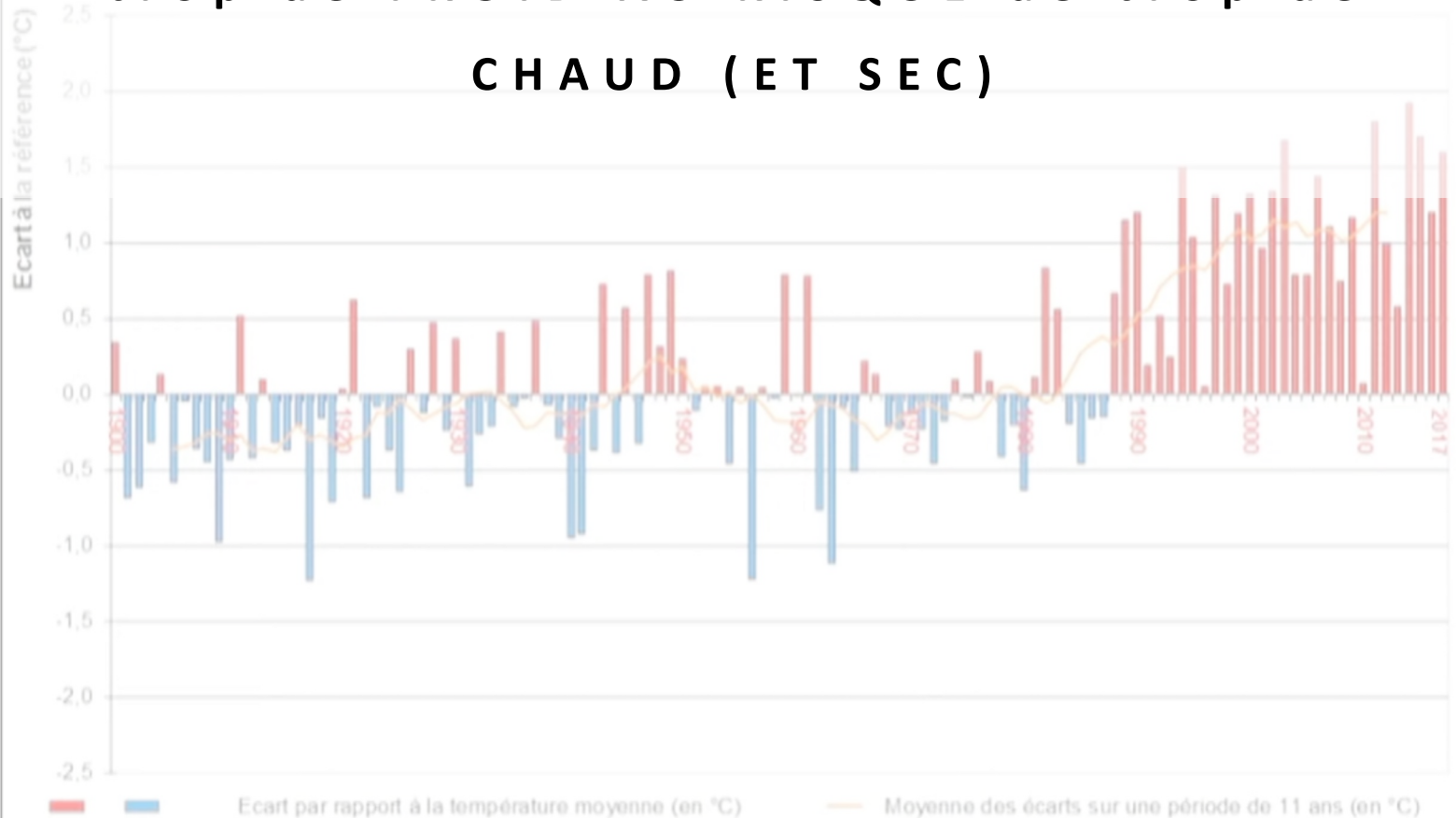
Niche climatique du chêne vert, actuelle (à gauche) et à la fin du 21ème siècle (à droite).

Simulation de l'évolution de l'aire potentielle de répartition du hêtre en France (Badeau *et al.* 2004).



Niche climatique du hêtre, actuelle (à gauche), et à la fin du 21ème siècle (à droite).

Passer de sans transition DU RISQUE de trop de FROID AU RISQUE de trop de CHAUD (ET SEC)



Source : Météo-France

Note : L'évolution de la température moyenne annuelle est représentée sous forme d'écart de cette dernière à la moyenne observée sur la période 1961-1990 (11,8°C).

« De toutes les circonstances qui influent sur l'habitation des plantes, la température est sans contredit la plus essentielle »



Chevalier De LAMARCK, A. CANDOLLE 1805 - Flore française

Le froid, facteur limitant jusqu'il y a peu



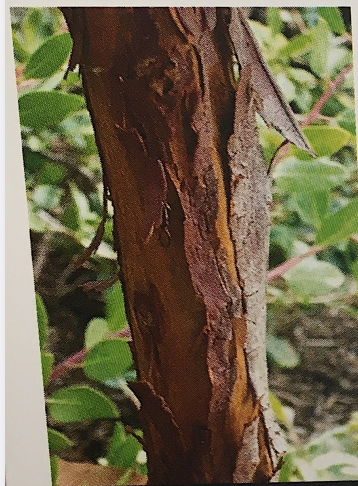
L'arbre destiné à devenir l'emblème de la liberté doit-être en quelque sorte fier et majestueux comme elle : il faut donc, 1° : Qu'il soit assez robuste pour supporter les plus grands froids, sans quoi un hiver rigoureux pourroit le faire disparaître du sol de la république, comme il est arrivé à tous les noyers de France en 1709

(Abbé Grégoire, Essai historique et patriotique sur les arbres de la liberté)

Catalogue de pépinières



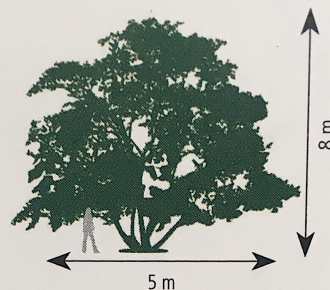
ARBUTUS unedo



ARBUTUS x reyorum 'Marina'

ARBUTUS

unedo



Persistant



Période de floraison : octobre - décembre

Résistance au froid : rustique

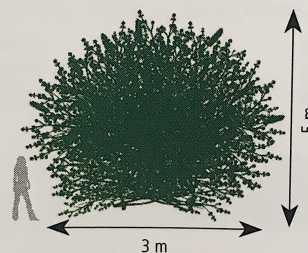
Sol : Humifère, drainé, résistant en terrain calcaire

À SAVOIR Brosser les troncs pour en accentuer la couleur rouge

LE PLUS Arbuste méditerranéen persistant et rustique

AUTRES TAILLES ET FORMES :
NOUS CONSULTER

unedo 'Roselily'®



Persistant



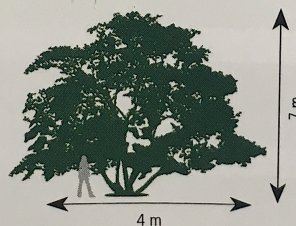
Période de floraison : octobre - décembre

Résistance au froid : rustique

Sol : Humifère, drainé, résistant en terrain calcaire

À SAVOIR Développement moins important que le type

x andrachnoides



Persistant



Période de floraison : octobre - décembre

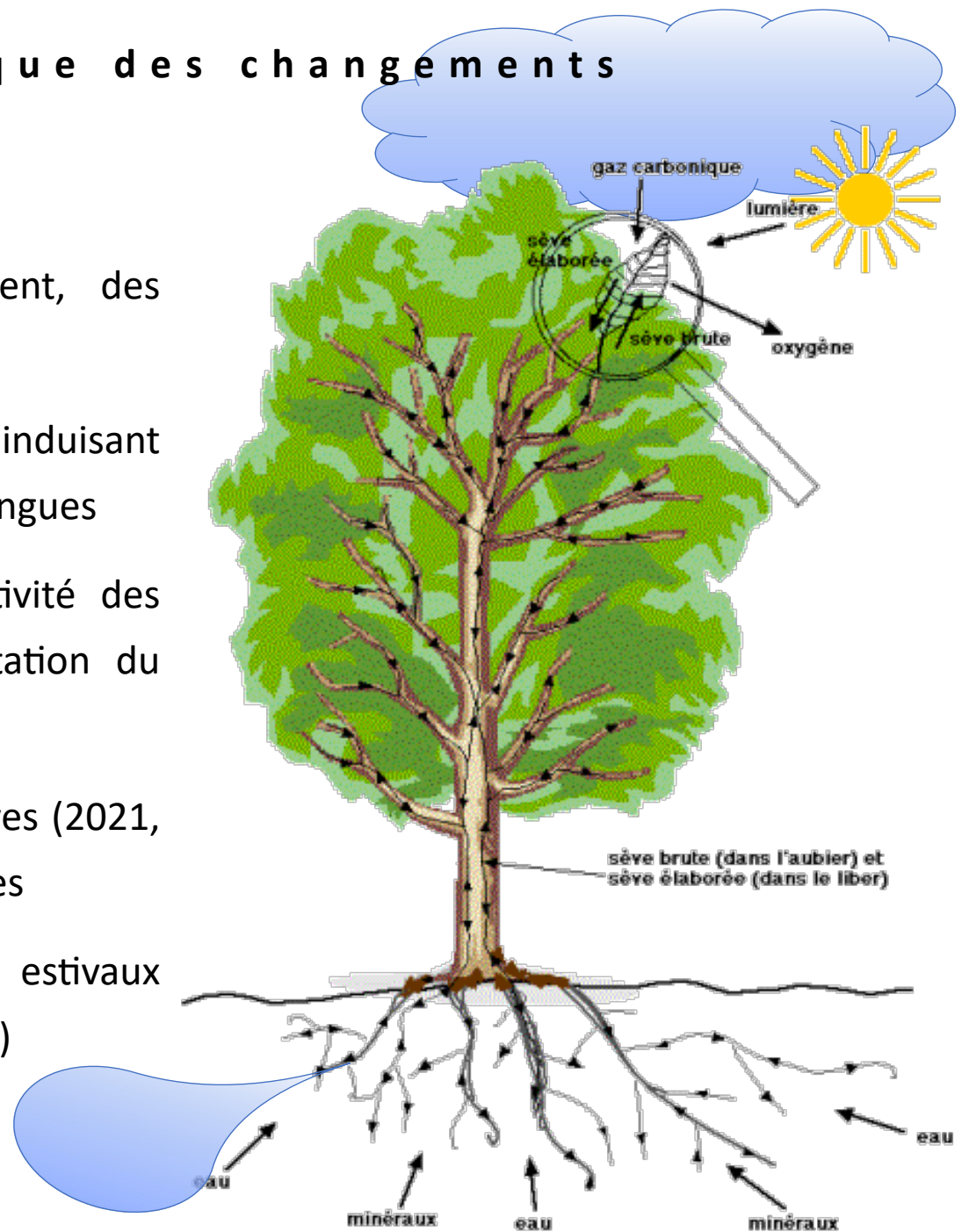
Résistance au froid : rustique

Sol : Humifère, drainé, résistant en terrain calcaire

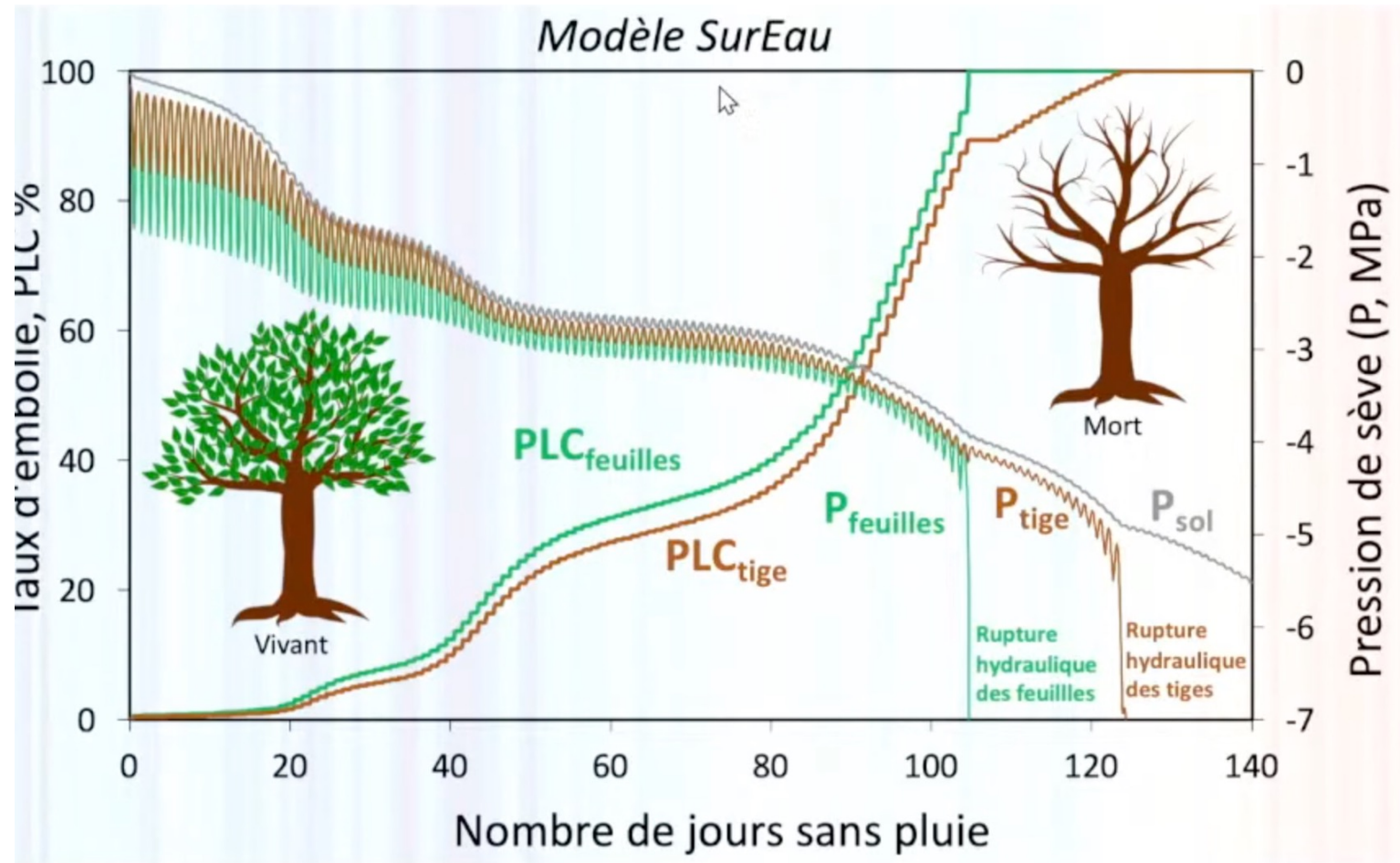
LE PLUS Très belle écorce s'exfoliant dès les premières années

Impact physiologique des changements climatiques

- Avancement du débourrement, des floraisons et feuillaisons
- Retard de fin de végétation induisant des saisons végétatives plus longues
- Augmentation de la productivité des arbres du fait de l'augmentation du taux de CO₂
- Vulnérabilité aux gelées tardives (2021, 2022) et aux agents pathogènes
- Canicules et stress hydriques estivaux (2003, 2018, 2019, 2020, 2022)

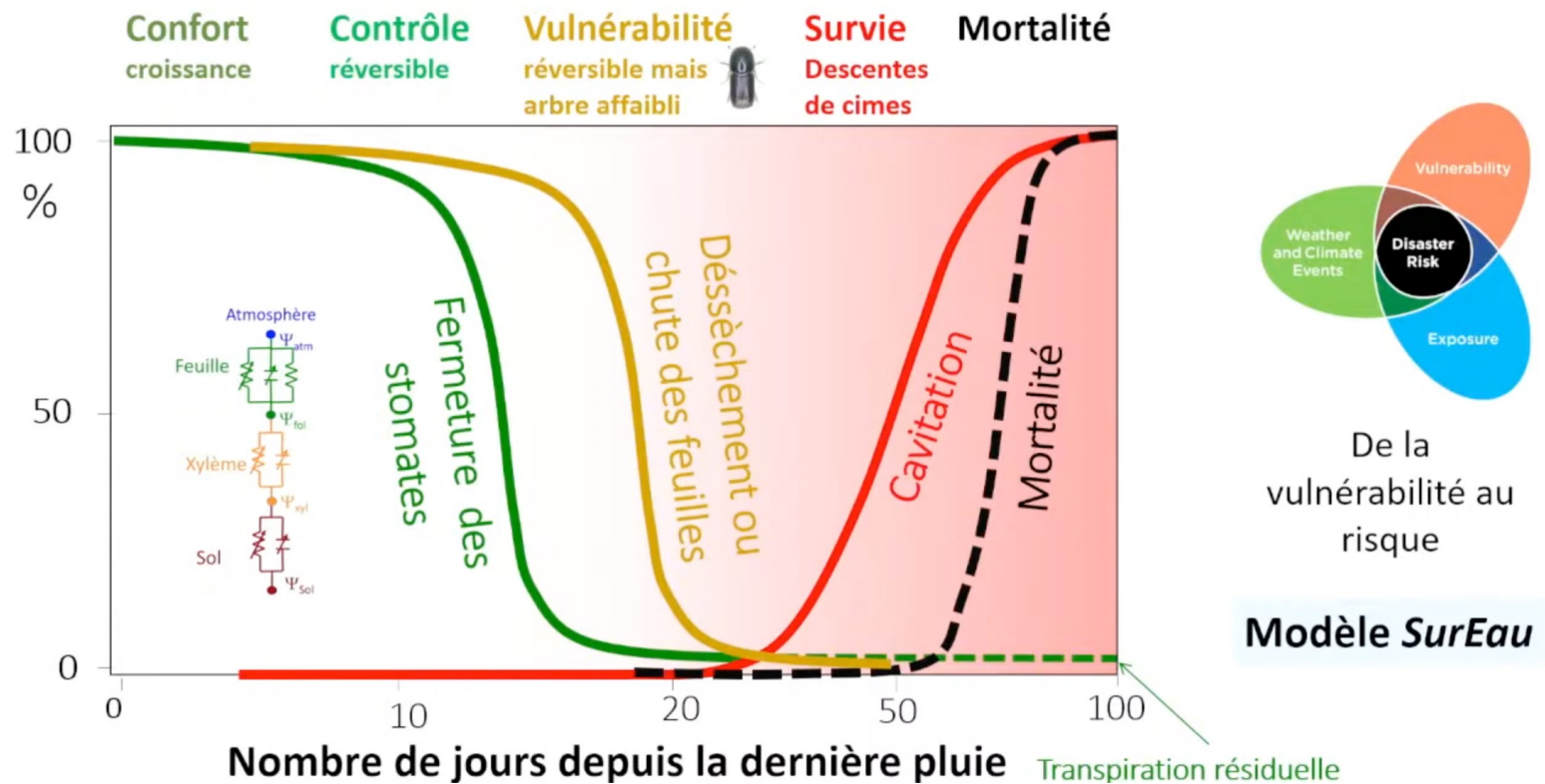


Vers une Augmentation des phénomènes de cavitation chez les arbres





Les arbres « naviguent » désormais entre deux
risques :
mourir de soif ou mourir de faim



Aulnes
Saules
Peupliers

Vulnérables



Pression de sève induisant
50% de cavitation

Très grande variabilité
entre espèces

ESSENCES RIPISYLVES

ESSENCES MÉDITERRANÉENNES

Résistantes

Cupressus
Genévriers
Buis

Brendel & Cochard 2011

Les espèces les plus sensibles et donc les plus vulnérables à l'embolie sont les espèces de milieux hygrophiles (Figure 9) alors que les plus résistantes sont celles de milieux xérophiles.

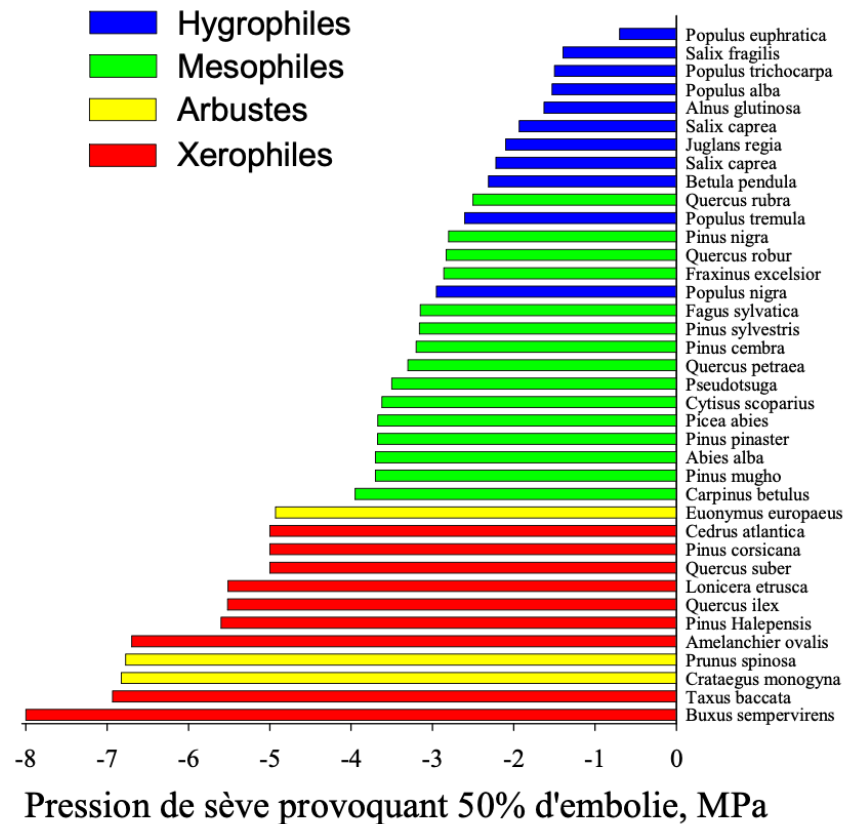

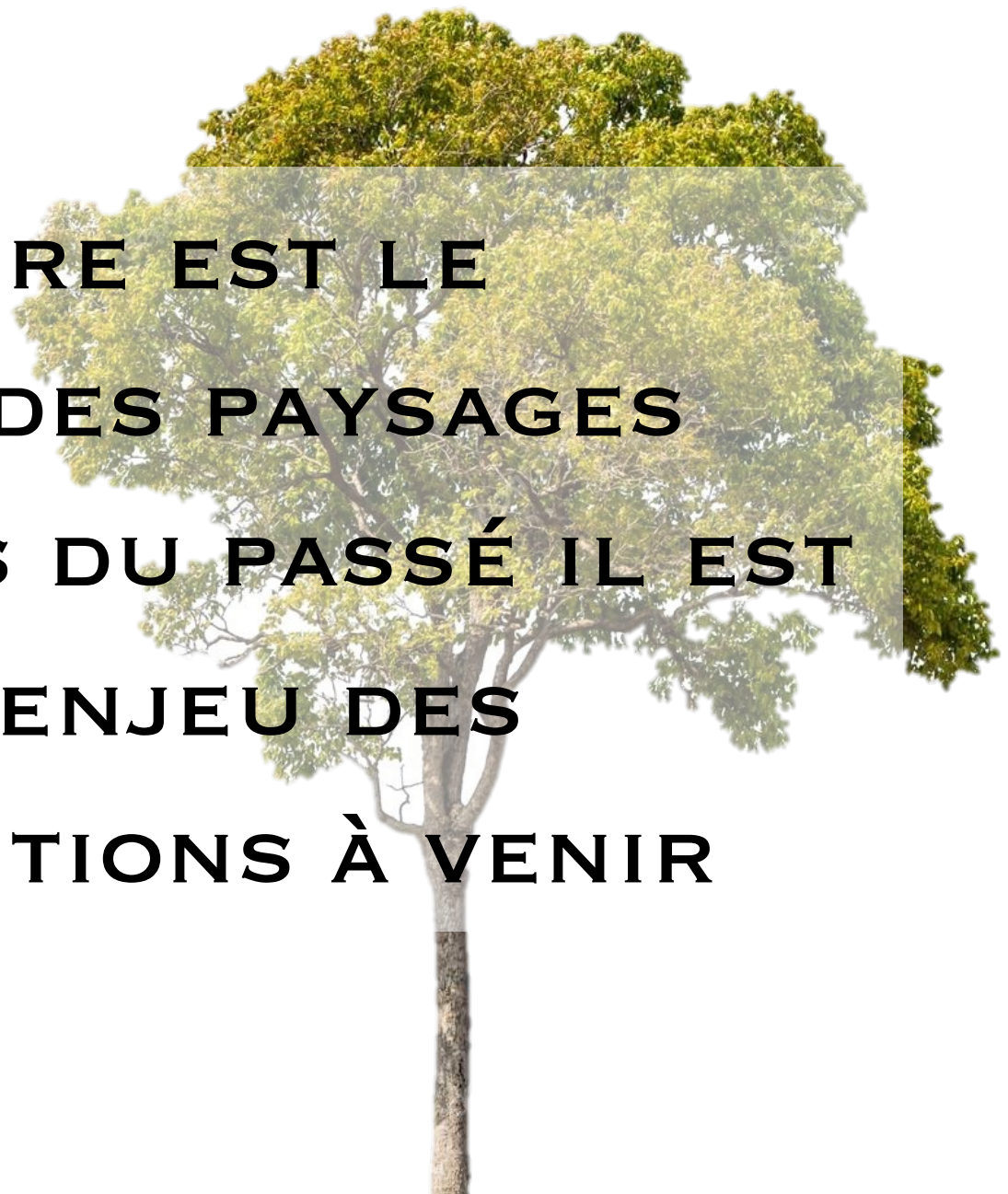


Figure 9 : Représentation du P₅₀ (pression négative de la sève provoquant 50 % d'embolie) chez différentes espèces classées selon un indice d'aridité de leur milieu (Rameau *et al.*, 1989, 1993). Compilation de travaux d'Hervé Cochard (UMR PIAF, INRA).



**SI L'ARBRE EST LE
TÉMOIN DES PAYSAGES
URBAINS DU PASSÉ IL EST
AUSSI L'ENJEU DES
COMPOSITIONS À VENIR**