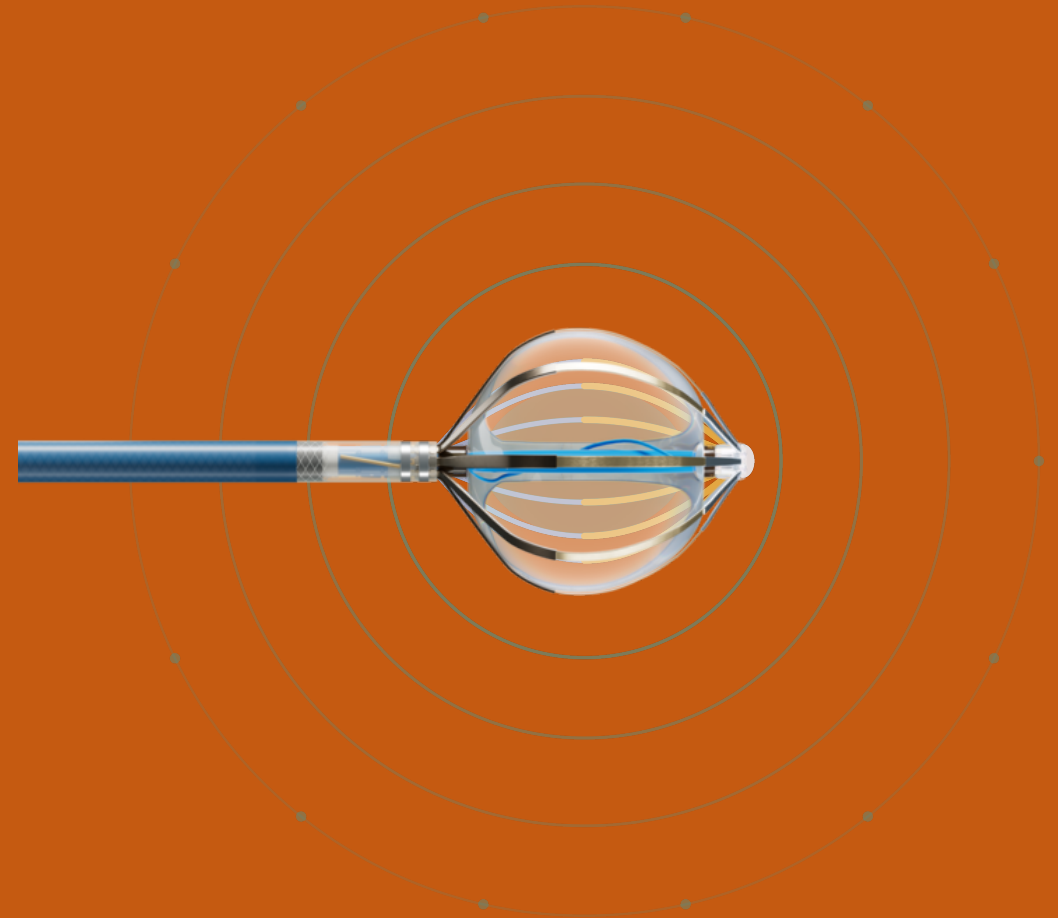


ASPECAF

FORMATION INFIRMIÈRE · ÉLECTROPHYSIOLOGIE

L'électroporation cardiaque



ASPECAF – Gilly 03 Octobre 2026

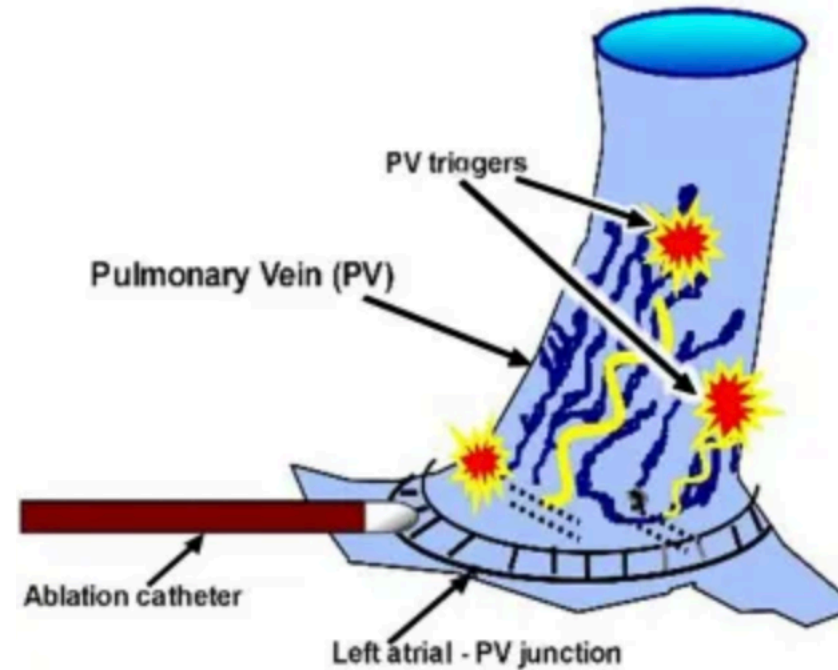
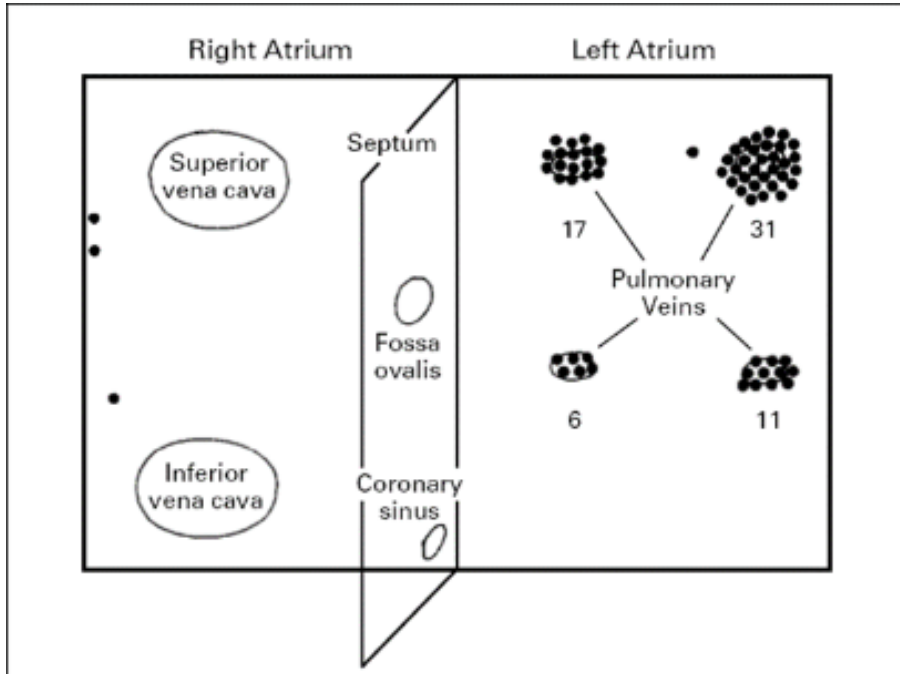
Utilité de l'électrophysiologie en cardiologie

Définition : électrophysiologie cardiaque

- *étude des signaux électriques qui régissent le rythme cardiaque*
- *compréhension des activités anormales et potentielle prise en charge*

Indications :

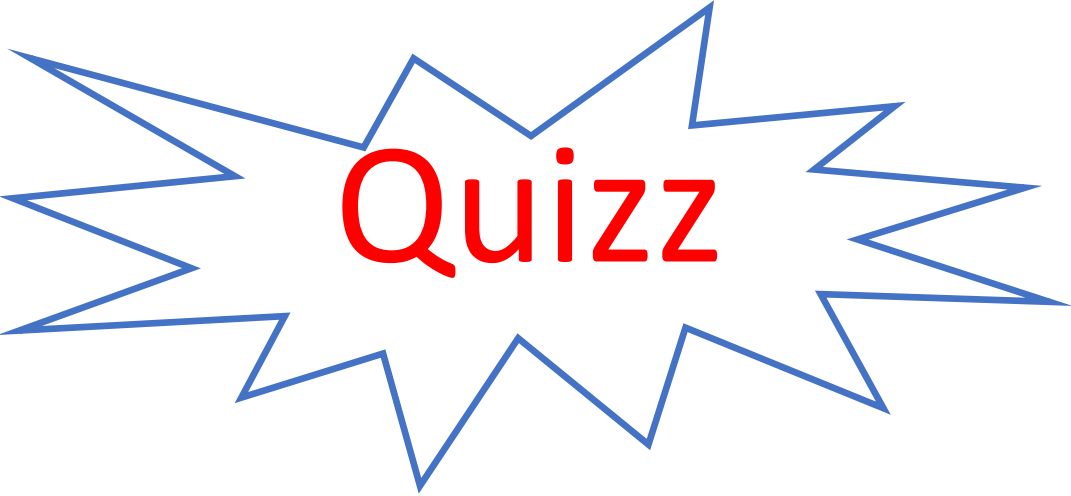
- ° Etude électrophysiologique 9,5 %
- ° Ablation :
 - dualité nodale ou voie accessoire 11%
 - Flutter isthmique droit 8,5%
 - FA – flutter gauche 62%
 - Arythmie ventriculaire 36%
 - Neuromodulation
 - ...



Recommandations ESC 2024

- IA FA paroxystique symptomatique
- IA FA parox ou persistante symptomatique et échec AAD
- IIb C FA persistante première intention





Quizz

A quand remonte la première utilisation de l'électroporation en électrophysiologie cardiaque ?

- ° Avant 2000 ?
- ° Entre 2000 et 2010 ?
- ° Entre 2010 et 2020 ?
- ° Après 2020 ?

Avant 2000 !!!!!

200-300 J sur 5-15 msec et électrodes de 2 mm

Résultats « aléatoires » parfois arythmogène + perforation

Fulguration

> [Kardiologiia](#). 1987 May;27(5):9-15.

[Methods and results of catheter electrodestruction in treating tachyarrhythmias]

[Article in Russian]

[A Sh Revishvili](#)

PMID: 3656900

Abstract

Catheter electrodestruction (fulguration) was used in 56 patients with supraventricular and ventricular tachycardias resistant to conservative treatment. Its procedure and results are described. Transvenous electrodestruction of the His bundle and proximal portions of the atrioventricular junction was performed in 40 patients. Complete atrioventricular block and pacemaker implantation were used in 39 patients. In 3 cases with first- or second-degree

described. Transvenous electrodestruction of the His bundle and proximal portions of the atrioventricular junction was performed in 40 patients. Complete atrioventricular block and pacemaker implantation were used in 39 patients. In 3 cases with first- or second-degree atrioventricular block, tachycardiac paroxysms were absent in the presence of an antiarrhythmic

mic

ents:

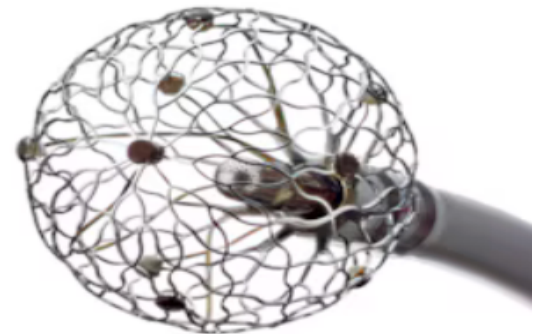
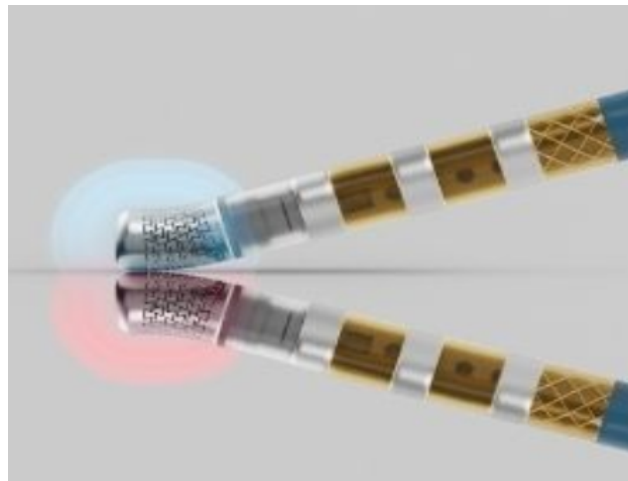
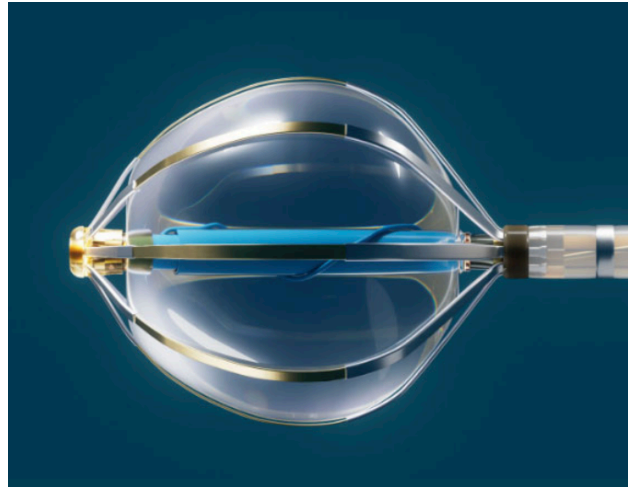
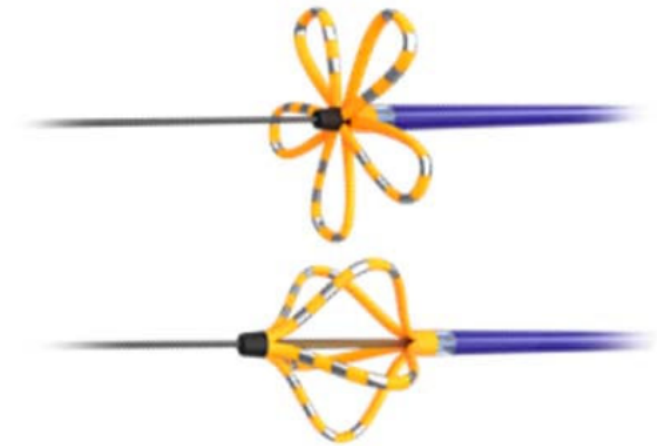
r

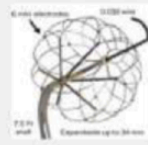
ssful

3.5

Il y a électroporation et électroporation ?

Variation de - forme
- type d'ablation



Cathéter	Compagnie	Marquage CE	Design	cartographie	Configuration des électrodes	Type ondes	Amplitude de l'onde (volt)
	Farapulse® (Boston Scientific)	2021	Basket/fleur (20 électrodes)	En attente	bipolaire	biphasique	1800-2000 V
	Affera® (Medtronic)	2023	Sphère de 9 mm (9 micro électrodes/thermocouples)	oui	monopolaire	biphasique	2000 V
	PulseSelect PFA® (Medtronic)	2022	Circulaire (9 électrodes)	non	bipolaire	biphasique	500-1500 V
	Varipulse® (Biosense Webster)	2024	Circulaire variable (10 électrodes)	oui	bipolaire	biphasique	1800 V
	Volt PFA® (Abbott)	ND	Basket (8 électrodes)	oui	bipolaire	Biphasique	1800 V
	Globe® (Kardium)	ND	Basket 30 mm 122 électrodes/thermocouples)	oui	bipolaire	Biphasique	1700 V
	Sphere 360® (Medtronic)	ND	34mm	non	monopolaire	biphasique	2000V

Mais y a-t-il une différence entre

Electroporation et Radiofréquence ??

Pourquoi évoque-t-on un Game Changer ?

Pourquoi une nouvelle énergie ?

Les deux énergies historiques détruisent le tissu par la température — sans faire le tri.



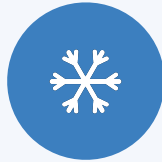
Radiofréquence

Échauffe le tissu à 50–60 °C.

Nécrose de coagulation : tout ce qui chauffe meurt.

CE QUI EST EN JEU

Oesophage, nerf phrénique, veines pulmonaires exposées.



Cryoablation

Refroidit le tissu à -40 / -60 °C.

Cristaux de glace : la cellule éclate de l'intérieur.

CE QUI EST EN JEU

Paralysie phrénique, sténose de veine pulmonaire.



Électroporation (PFA)

Aucune variation de température.

Un champ électrique perce la membrane des cellules.

CE QUI EST EN JEU

Le seuil d'action diffère selon le type de cellule.

Toute la différence : la PFA ne chauffe pas — elle agit sur la membrane, et chaque tissu n'y est pas également sensible.

Le principe : un champ électrique pulsé

De très hautes tensions, pendant des durées extrêmement courtes, synchronisées sur le rythme cardiaque

1 800 – 2 400 V

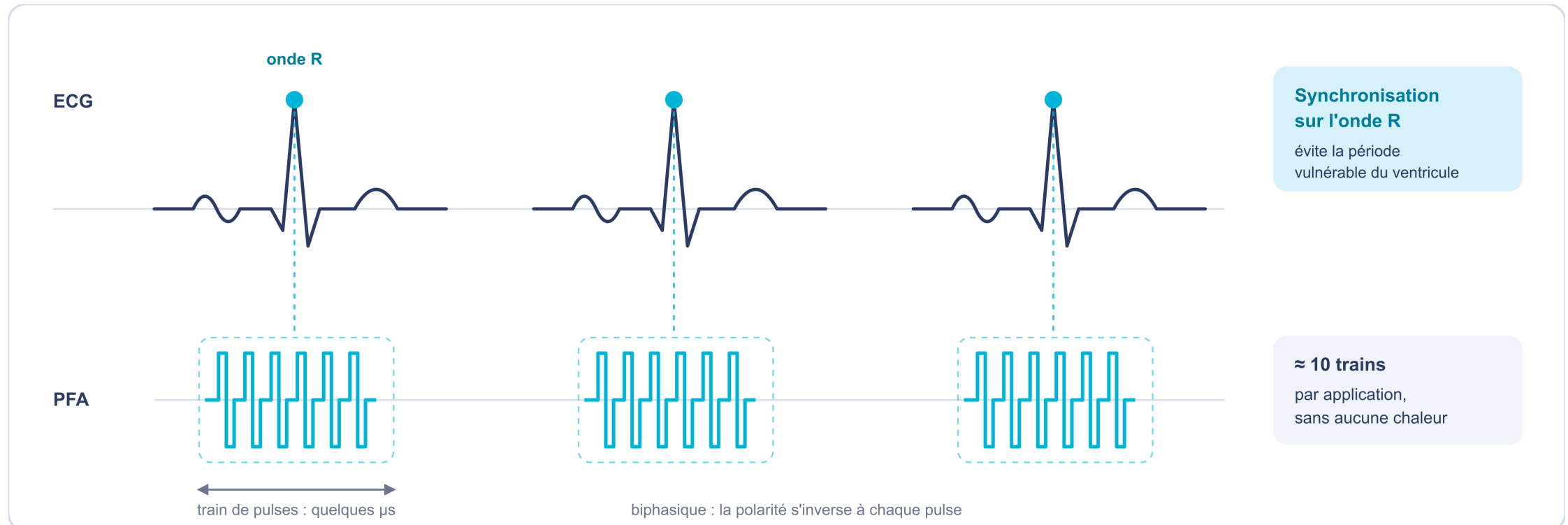
la tension délivrée entre les électrodes

quelques μs

la durée de chaque impulsion (millionièmes de seconde)

0 °C de plus

aucune élévation de température du tissu

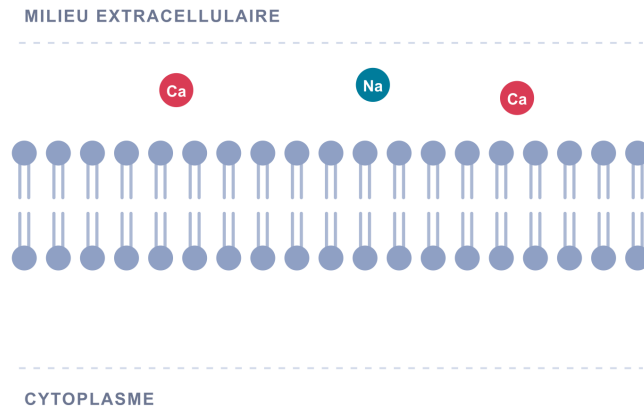


Ce qui se passe dans la cellule cardiaque

Le champ ouvre des pores dans la membrane : c'est l'électroporation.

1 Membrane au repos

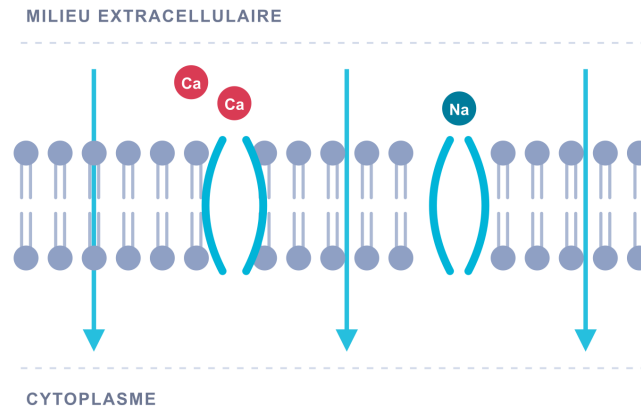
Bicouche lipidique intacte



La membrane sépare les milieux.
Les échanges d'ions sont contrôlés,
la cellule fonctionne normalement.

2 Champ électrique pulsé

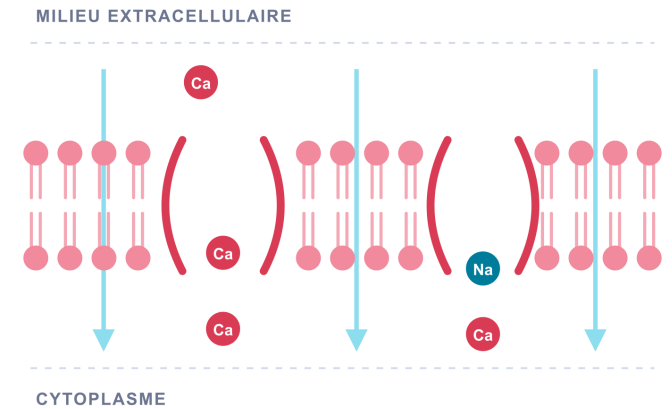
Ouverture de nanopores



Le champ déforme la membrane et y crée
des pores de quelques nanomètres.
Sous le seuil, ils se referment.

3 Électroporation irréversible

Pores permanents → mort cellulaire

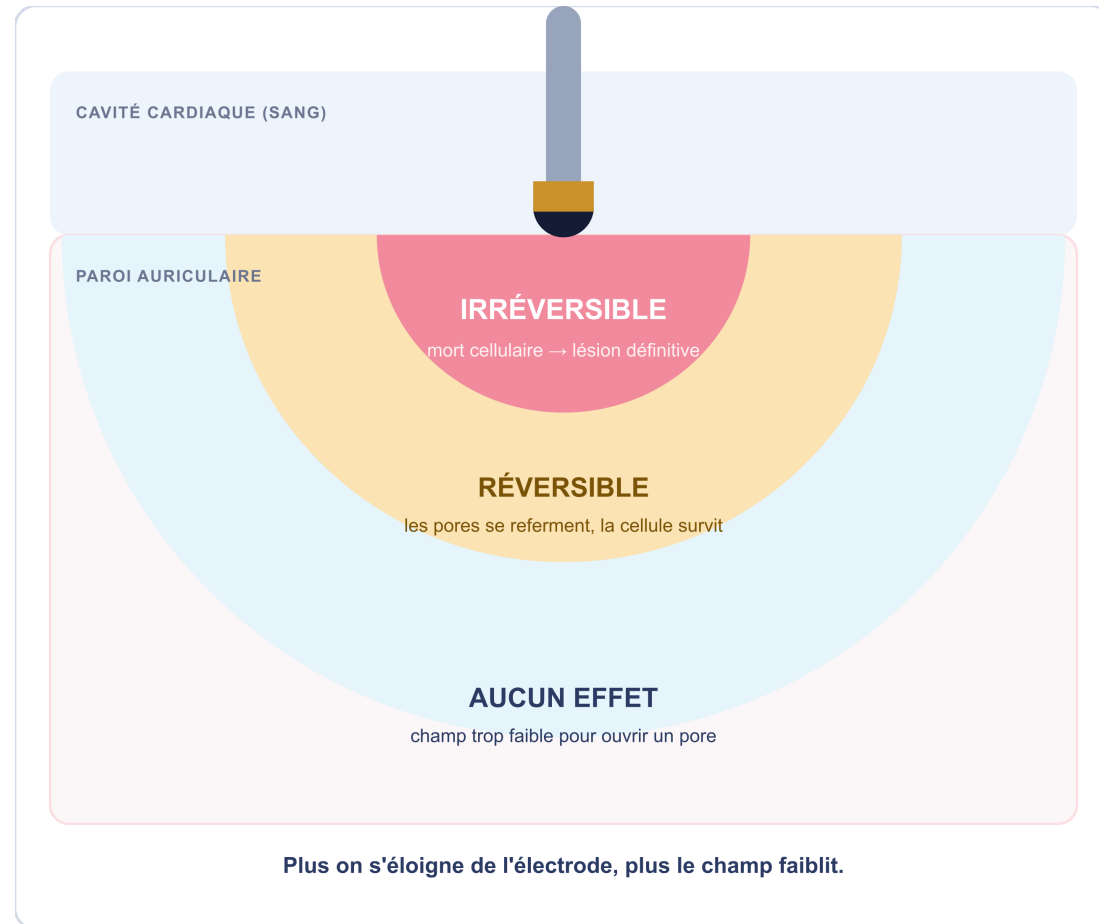


Au-dessus du seuil, les pores restent ouverts.
Le calcium envahit la cellule : perte
d'homéostasie et mort cellulaire programmée.

À retenir : la PFA ne « brûle » pas la cellule, elle la rend perméable. Au-delà d'un certain seuil, cette perméabilité n'est plus réversible.

Réversible ou irréversible : tout est affaire de seuil

Autour de l'électrode, l'intensité du champ décroît — et l'effet biologique change avec elle.



Au contact — irréversible

Le champ dépasse le seuil : les pores restent ouverts, la cellule meurt. C'est la lésion recherchée.

Un peu plus loin — réversible

Les pores se referment en quelques minutes. La cellule est sidérée puis récupère : c'est une cause de reconnexion électrique.

Au-delà — aucun effet

Le champ est trop faible pour ouvrir un pore. Les structures voisines sont hors d'atteinte.

C'est pourquoi le contact du cathéter avec le tissu conditionne le résultat : mauvais contact = champ affaibli = zone seulement réversible.

La sélectivité tissulaire : la vraie révolution

Toutes les cellules n'ont pas le même seuil d'électroporation.

SEUIL D'ÉLECTROPORATION IRRÉVERSIBLE — ORDRE DE GRANDEUR (V/cm)

Cardiomyocyte

la plus fragile



400

Muscle lisse — œsophage, vaisseau



1 750

Cellule nerveuse



3 800

Entre les deux : la fenêtre thérapeutique de la PFA.

Le cardiomyocyte cède le premier

Grande cellule allongée, il atteint le seuil bien avant les cellules voisines. On peut donc régler l'énergie pour tuer le myocarde... et rester sous le seuil de tout le reste.

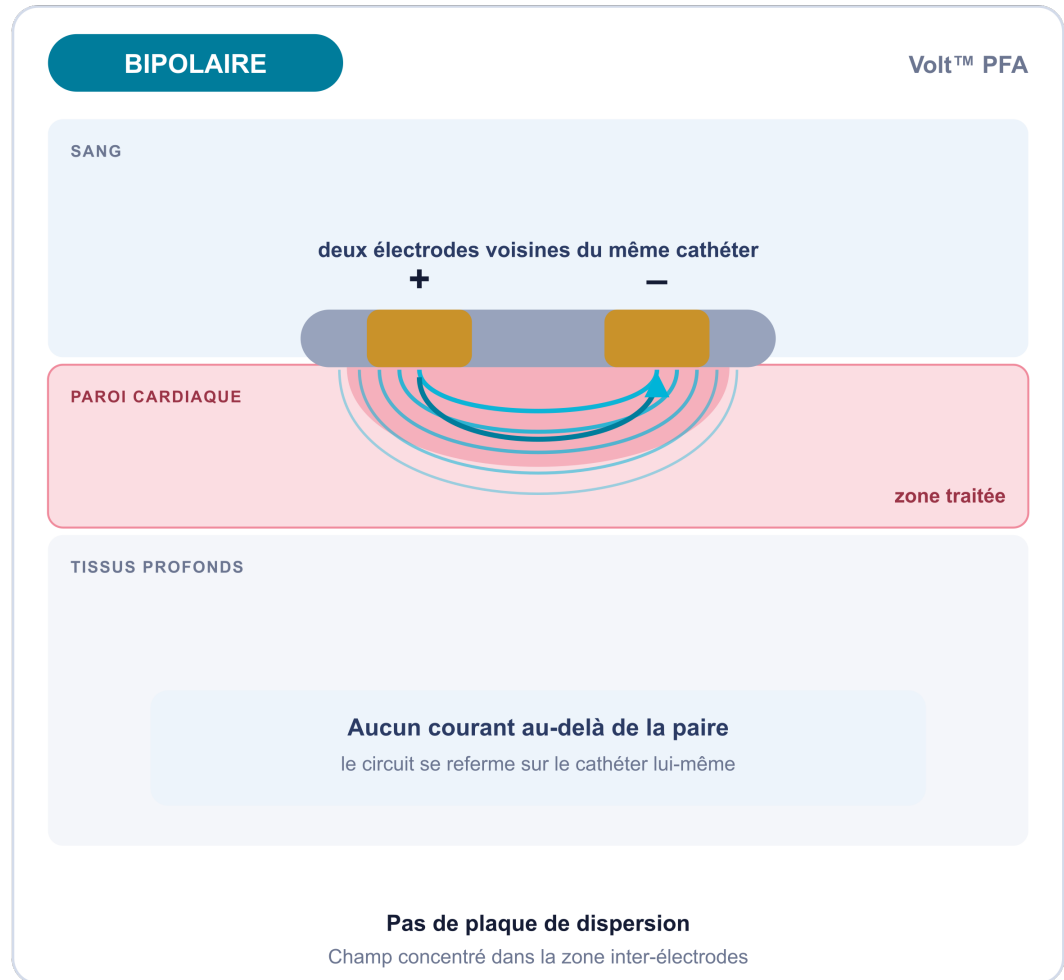
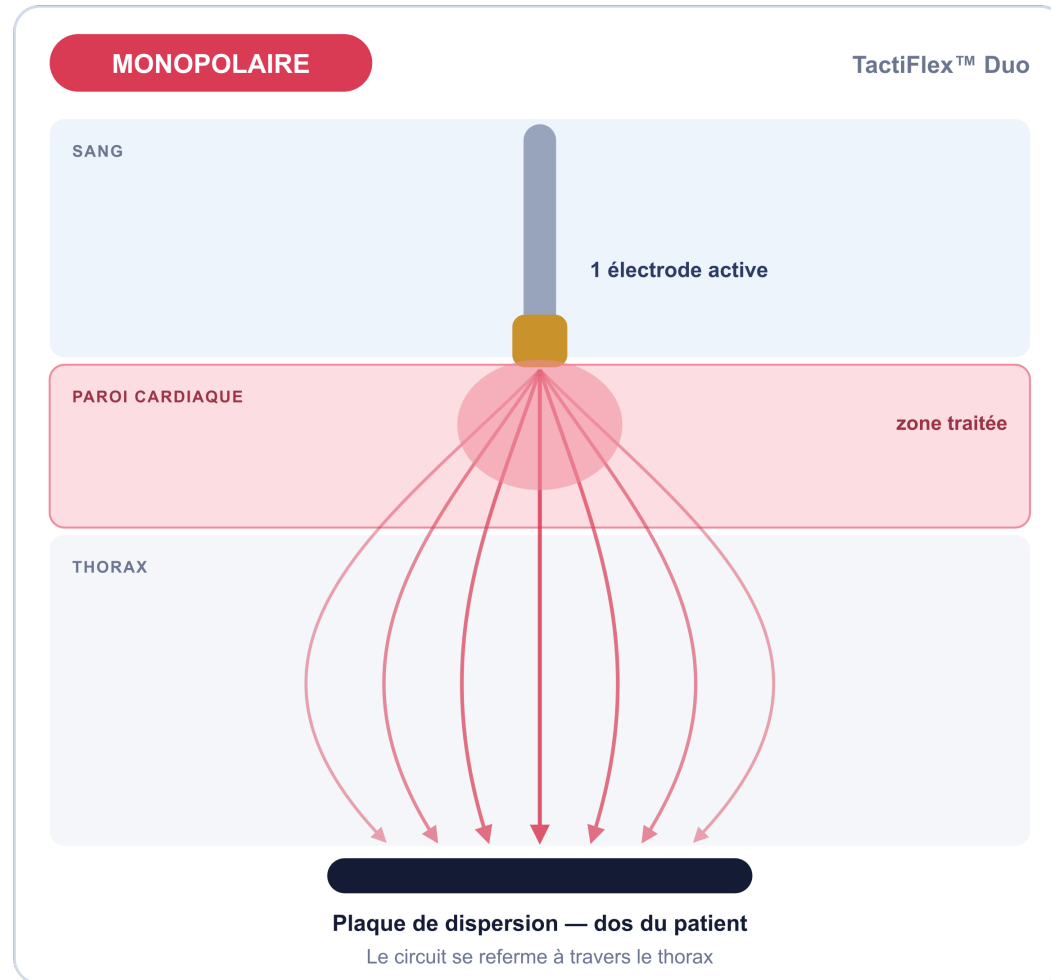
En pratique, cela veut dire

- pas de lésion de l'œsophage
- pas de paralysie phrénique durable
- pas de sténose de veine pulmonaire

Ordres de grandeur issus de travaux expérimentaux : les valeurs varient selon la forme d'onde et la durée des impulsions.

Deux façons de délivrer la même énergie

Toute la différence tient à une question simple : par où le courant revient-il ?



Honneur au premier cathéter Farapulse®

Introducteur Faradrive® 13 French

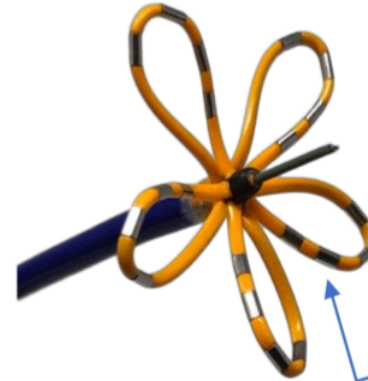
Mode bipolaire

Deux morphologies possible (Fleur et Basket)

Pas de possibilité de « chiffrer le contact »

FLOWER

- Antral positioning
- Radially widest lesion



BASKET

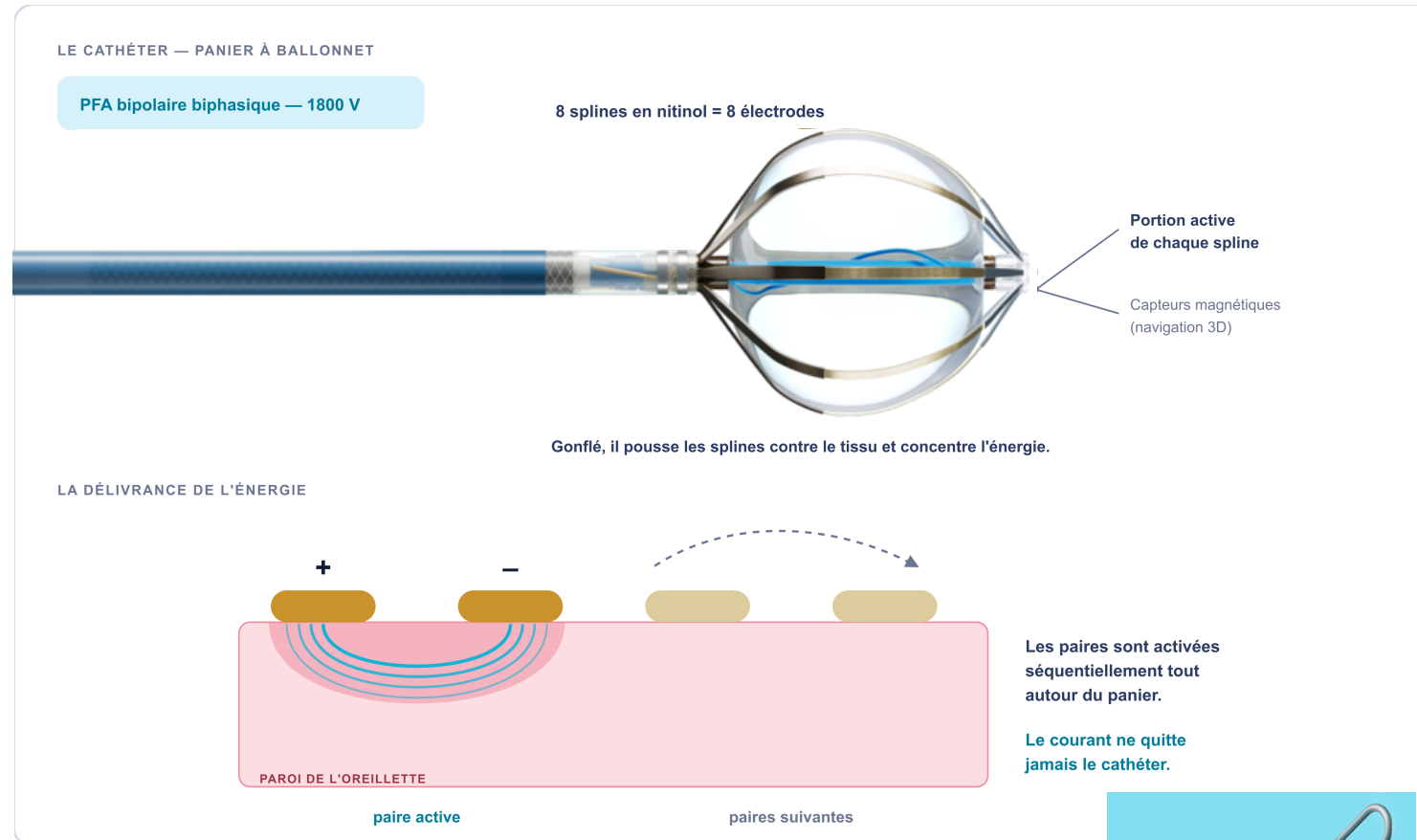
- Ostial positioning
- Self-centering capability



5 splines, each with 4 active electrodes
3rd electrode available for pacing and recording EGMs

Le mode bipolaire — Volt™ PFA

Un cathéter « panier à ballonnet » : 8 splines qui s'appuient sur la paroi.



1 Deux électrodes voisines

Le courant part d'une spline et revient sur sa voisine : aucune plaque nécessaire.

2 Un champ confiné

L'énergie reste dans la zone inter-électrodes : les tissus profonds sont épargnés.

3 Le ballonnet fait le contact

Gonflé, il plaque les splines sur la paroi : moins d'énergie perdue dans le sang.

En salle : pas de plaque, mais un cathéter volumineux à manipuler.



Introduceur Agillis 14 Fr

Le mode monopolaire — TactiFlex™ Duo

Un cathéter focal « point par point », à énergie duale PFA + radiofréquence.

1 Une seule électrode active

L'extrémité du cathéter délivre le champ ; la plaque collée dans le dos ferme le circuit.

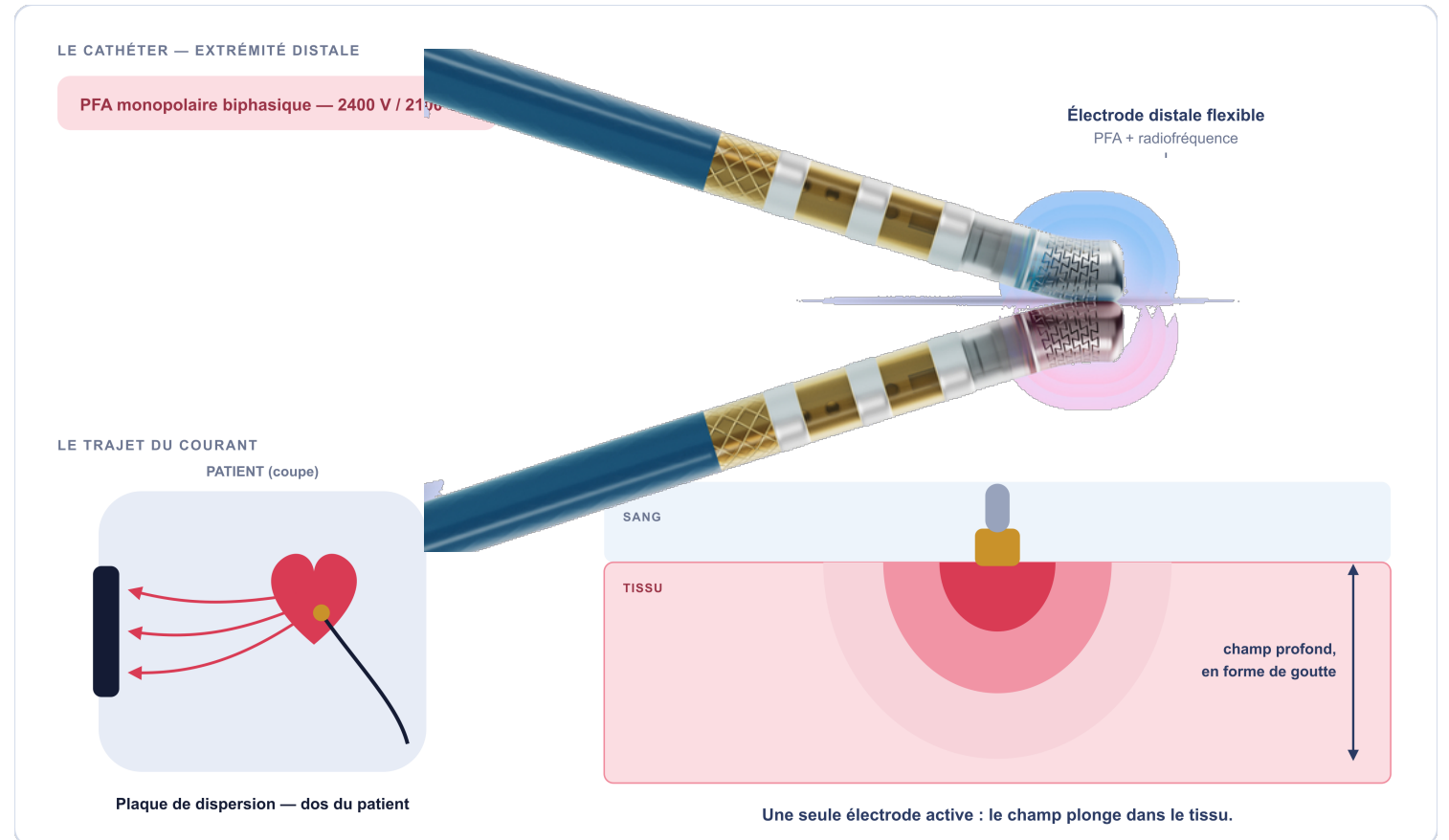
2 Un champ profond, en goutte

Le courant plonge dans le tissu avant de diverger — utile pour les parois épaisses.

3 Contact mesuré en continu

Le capteur de force et l'index de lésion guident chaque application, point par point.

**En salle : plaque bien collée,
peau propre et sèche, ECG stable.**



Travail « à l'ancienne » permettant une approche « ciselée »
Introduceur SL0 ou Agill's 8,5 Fr

Monopolaire ou bipolaire : le comparatif

Deux logiques de circuit, deux profils d'utilisation — et des conséquences concrètes pour le soin.

MONOPOLAIRE · TactiFlex™ Duo

BIPOLAIRE · Volt™ PFA

Retour du courant

Plaque de dispersion collée dans le dos

Une électrode voisine du cathéter

Trajet dans le corps

Le courant traverse le thorax

Il ne quitte jamais le cathéter

Forme du champ

Profond, en goutte, autour de la pointe

Confiné entre les électrodes

Type de cathéter

Focal, point par point, force de contact

Panier à ballonnet, 8 splines

Stimulation musculaire

Plus marquée

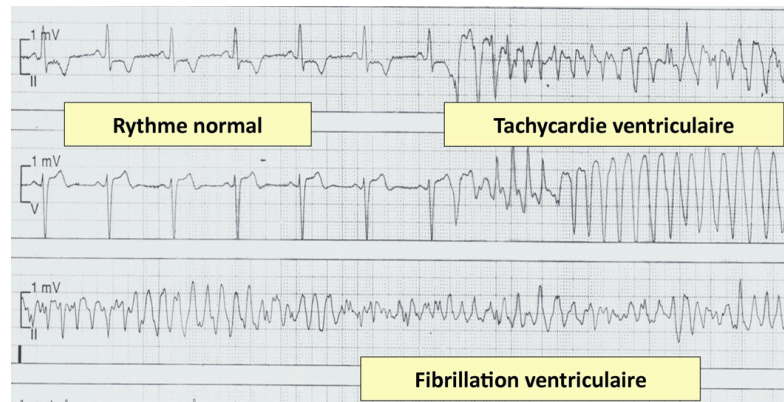
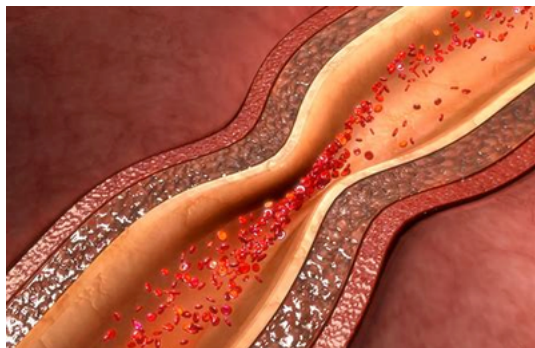
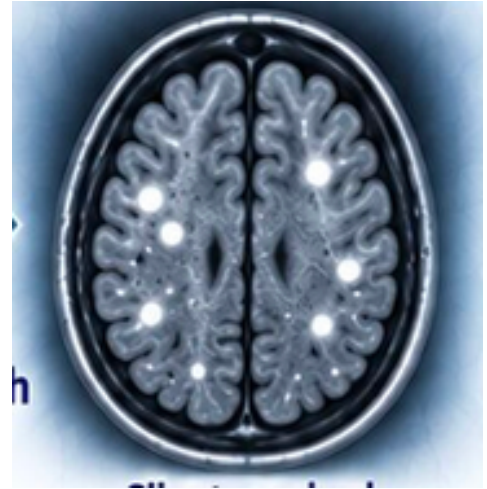
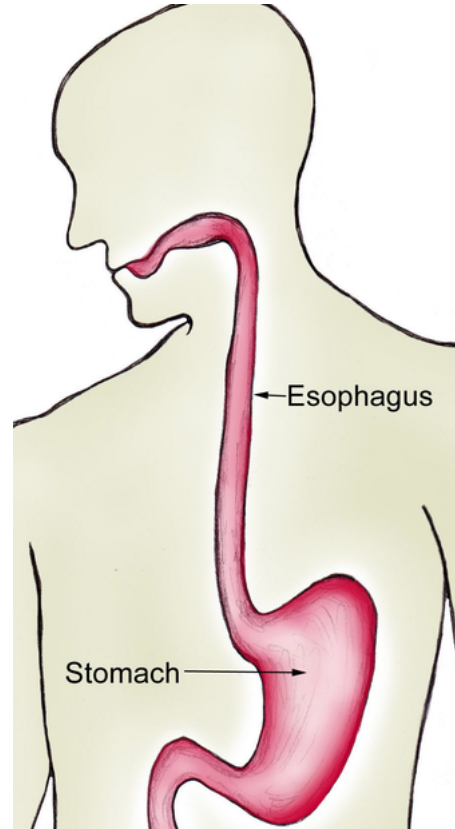
Plus contenue

Geste type

Lésions ciblées, retouches, parois épaisses

Isolation des veines pulmonaires

Aucun mode n'est « meilleur » : ils répondent à des cibles/stratégies différentes



Electroporation et **Hémolyse +/- IRA**

1^{er} cas décrit : Farapulse® 70 applications

Electroporation et **spasme coronaire**

Isthme cavotricuspide ou isthme mitral

Nitrés (3 mg/5 min cedocard)

Farapulse®

Electroporation et **Arythmie ventriculaire**

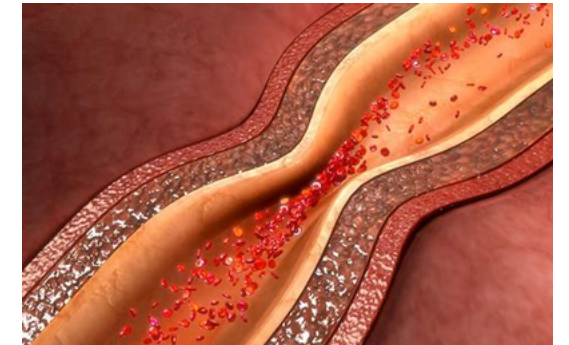
Sphere 9®

Electroporation et **bradycardie**

Atropine 500 mg en début de procédure

Glaucome/prostatique : Robinul

Sonde temporaire



Silent cerebral lesion burden differs across PFA platforms

2-center observational study | 88 patients | MRI 18–24 h after PFA-PVI

SAME
RHYTHM.
A SAFER
TOMORROW.



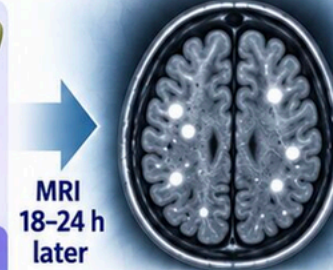
VARIPULSE / VLCC
VLCC15 (15 mL/min)
VLCC30 (30 mL/min)



FARAWAVE / PC
(FARAWAVE)



PulseSelect / CC
(PulseSelect)



MRI
18–24 h
later

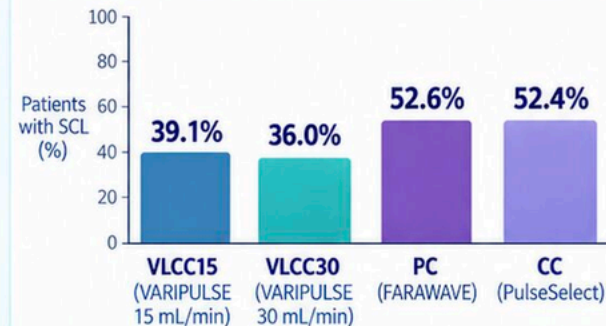
**Silent cerebral
lesions (SCL)**
Looking beyond the heart.



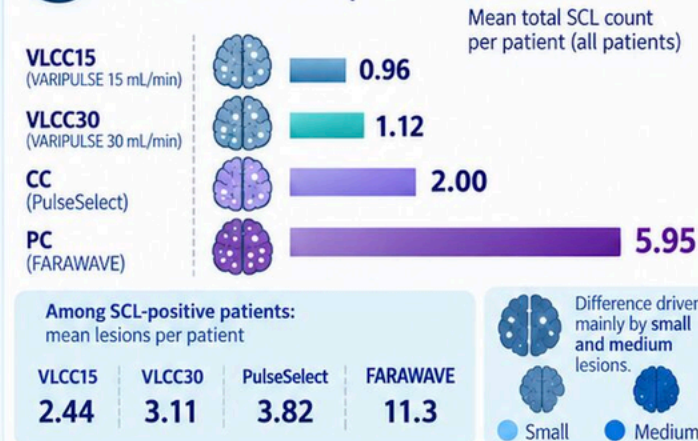
No new
neurological
symptoms ✓

A SCL incidence Similar across platforms

Overall SCL positivity: **44.3%**



B Lesion burden Different across platforms



KEY TAKE-HOME MESSAGE

Binary SCL incidence alone may miss important differences in cerebral embolic burden.

Quantitative lesion burden may be a more informative cerebral safety endpoint than SCL present/absent alone.



LIMITATIONS

Small, nonrandomized observational study.
Hypothesis-generating only; not proof that one platform is superior.



DIFFERENT APPROACHES.
A CLEARER PICTURE.
FOR A BRIGHTER TOMORROW.

Sécurité : ce que montrent les données

0,63 %

d'événements indésirables majeurs, toutes causes confondues

0

fistule atrio-œsophagienne

0

sténose de veine pulmonaire, aucune paralysie phrénique durable

Pourquoi c'est plus sûr

- **Pas de chaleur** — ni brûlure de l'œsophage, ni lésion thermique de voisinage.
- **Seuil plus élevé ailleurs** — nerf phrénique et muscle lisse restent sous leur seuil.
- **Matrice préservée** — collagène et élastine ne sont pas dénaturés : pas de rétraction, donc pas de sténose.
- **Procédures plus courtes** — moins de temps de cathéter, moins d'anesthésie.

Ce qui reste à surveiller

- **Tamponnade** · 0,36 % — liée au geste, pas à l'énergie : surveiller TA et douleur.
- **Spasme coronaire** · 0,14 % — surtout près de l'isthme : trinitrine préventive.
- **Hémolyse** : parfois très significative en fonction des catheters. Quasi absente dans le cas du Volt
- **Contractions musculaires** — constantes : curarisation et anesthésie Générale plus confortable pour le patient.

PFA en 2026 : trois RCT qui changent la discussion

First-line therapy

AVANT GUARD

NEJM 2026

FA persistante non traitée
PFA vs antiarythmique

Succès à 12 mois
56% vs 30%

HR échec 0,46
p<0,001

PFA = option initiale crédible

• effet réel vs sham •

PFA-SHAM

Circulation 2026

FA symptomatique
PFA vs procédure sham

Récidive à 6 mois
6,7% vs 83,3%

P(superiority)>0,99

L'effet de l'ablation n'est pas
un placebo

jusqu'où ablater en FA persistante ?

PIFPAF-PFA

JAMA 2026

FA persistante
PVI+PWI vs PVI seule

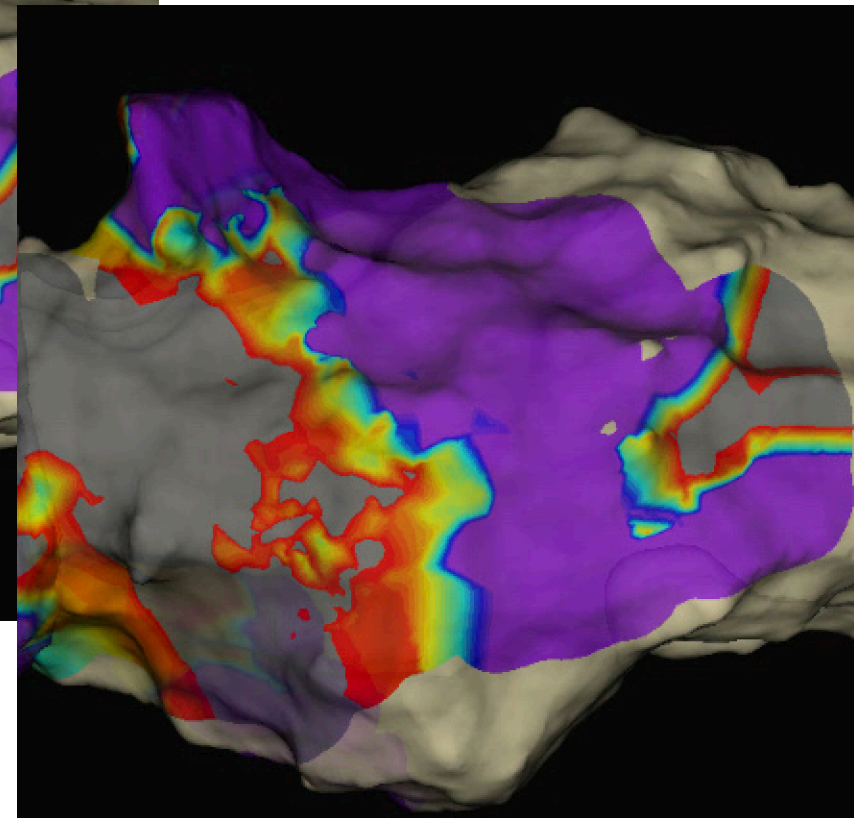
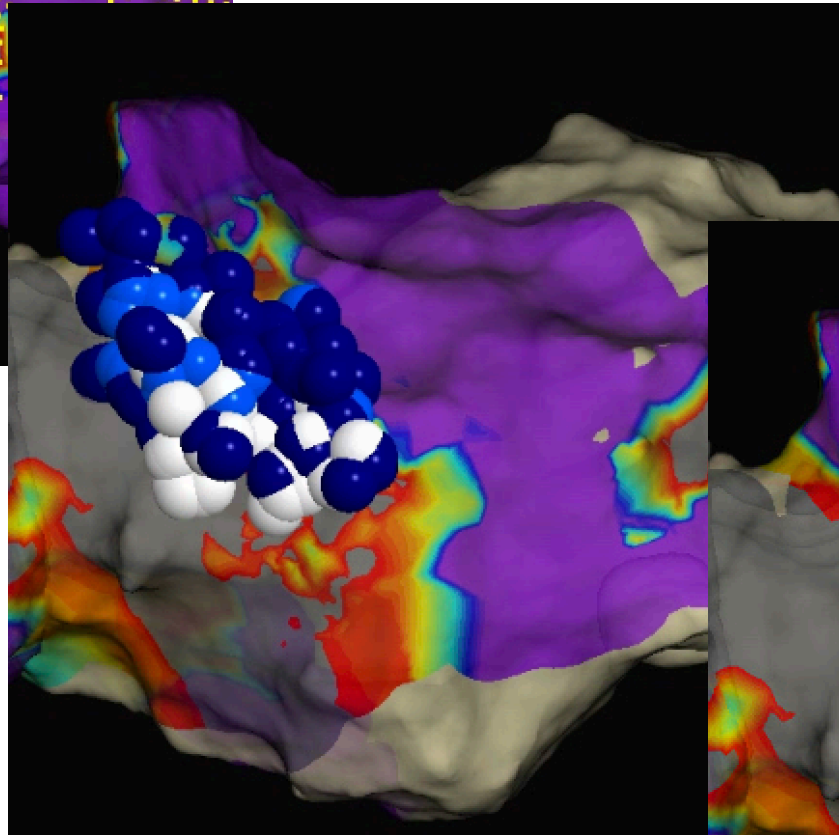
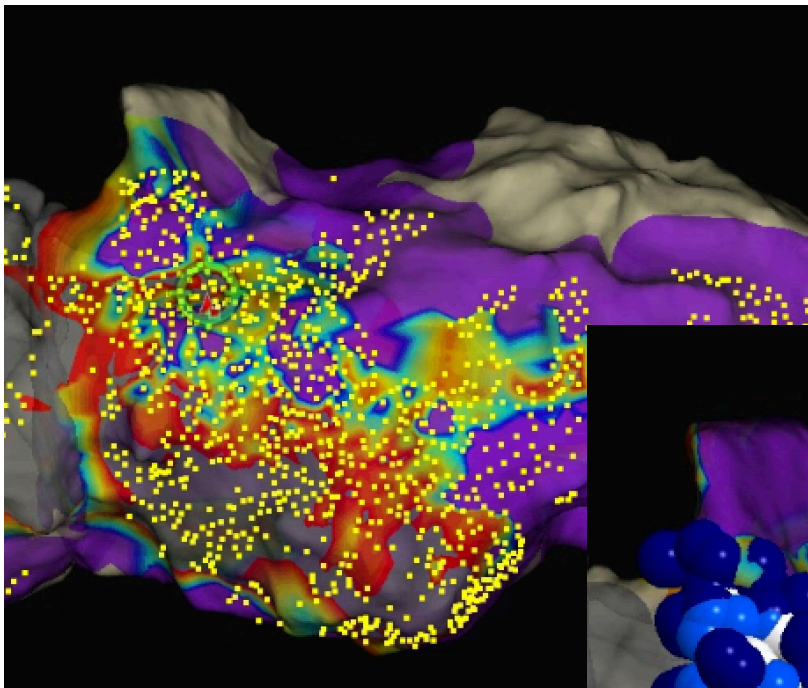
Récidive ≥30 s
50,6% vs 60,6%

RR 0,75
p=0,13

Pas de bénéfice
démonstré de la PWI systématique

Ablation PFA TV ischémique

148 tirs de 4 sec



Le rôle infirmier : six points de vigilance

Ce qui change concrètement par rapport à une ablation thermique.

1 Anesthésie et curarisation

Le champ stimule tous les muscles striés.
AG profonde et curare : sans cela,
contractions significative à chaque tir.

2 Qualité du signal ECG

Les tirs sont synchronisés sur l'onde R.
Électrodes bien collées, tracé stable : c'est
une sécurité, pas un confort.

3 Plaque de dispersion

En mode monopolaire uniquement : peau
propre, sèche, plaque parfaitement
adhérente avant le premier tir.

4 Hydratation et diurèse

L'hémolyse est dose et cathéter
dépendante. Remplissage et surveillance
de la diurèse quand les applications sont
nombreuses.

5 Prévention du spasme

Nitrés à disposition, surtout pour les lésions
proches des coronaires. Surveiller le
segment ST après les tirs.

6 Surveillance post-procédure

Point de ponction, tension, douleur
thoracique. Le risque de tamponnade reste
celui de tout cathétérisme gauche.