



Centre Hospitalier Régional  
Universitaire de Lille



# Infections de dispositif intra-cardiaque et autres matériels

---

Diplôme d'Université d'Antibiothérapie et Chimiothérapie Anti-Infectieuse (DUACAI)  
2025-2026

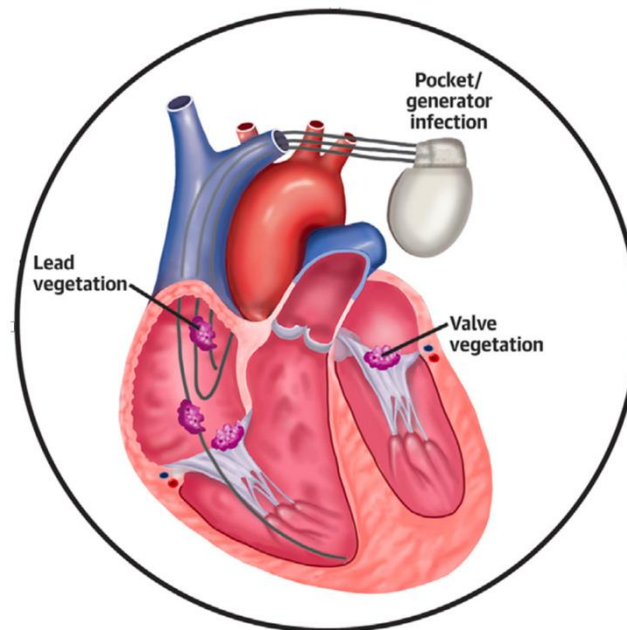
**Dr. Grégoire SALTIEL**

Service de Maladies infectieuses  
Centre Hospitalier Universitaire de Lille

[gregoire.saltiel@chu-lille.fr](mailto:gregoire.saltiel@chu-lille.fr)

# Infections de dispositif électronique cardiaque implantable (DECI)

---



# Généralités

---

# DECI pour les nuls

## Pacemaker (PM)

Objectif : Stimuler l'activité électrique

Indication : Troubles conductifs

## Défibrillateur (DAI)

Objectif : Traiter les TdR ventriculaires

Indication : Prévention 1<sup>re</sup> (FEVG < 35% ou risque rythmique) ou secondaire (ACR récupéré)

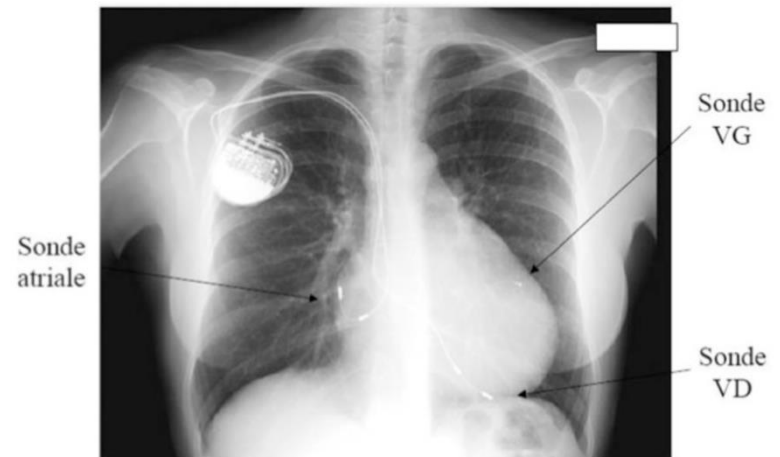
## Resynchronisation (CRT)

Objectif : Traitement de l'insuffisance cardiaque

Indication : IC symptomatique malgré traitement médical + bloc de branche



- **Boitier** (pré-pectoral >>> abdominal)
- **Sondes intra cavitaires** :
  - PM : OD et/ou VD
  - DAI : VD +/- OD
- **+/- Sonde VG extra cavitaire (sinus coronaire), pour resynchronisation (CRT)** :
  - PM : CRT-P
  - DAI : CRT-D



Sondes **endocavitaires** (reliant le boitier à l'endocarde) = **Risque d'infection de sonde +/- endocardite**

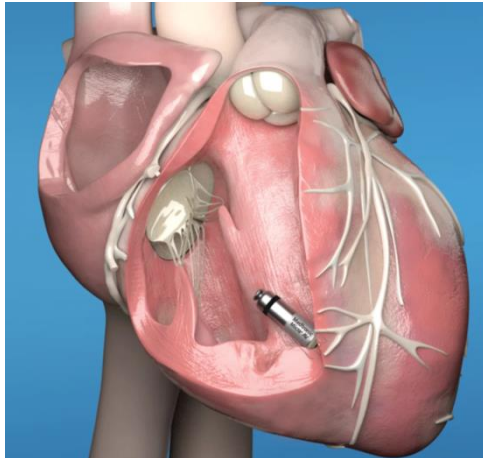
# Des alternatives à moindre risque ?

## Pacemaker sans sonde : MICRA

Pacemaker fixé dans le VD

Avantages : Risque infectieux moindre

Inconvénients : Stimulation plus basique,  
absence de retrait ou changement

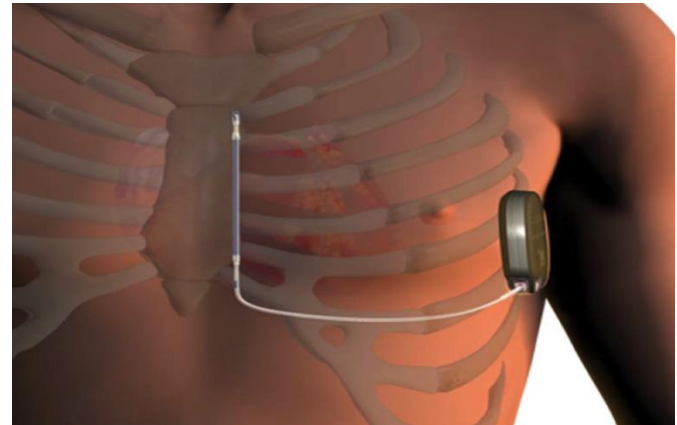


## Défibrillateur sous-cutané (SICD)

Défibrillateur axillaire avec une sonde tunnelisée en pré-sternal

Avantages : Risque infectieux moindre

Inconvénients : Pas de possibilité de stimulation ni  
de resynchronisation



**Pas de sonde endocavitaire = Moindre risque d'endocardite**

# Autres dispositifs

## Stimulation épicardique

En attente de repose de DECI après retrait chez des patients dépendants

### Électrodes épicardiques temporaires

Sondes épicardiques (face externe du cœur)  
placées au cours d'une chirurgie cardiaque  
Reliées à un boîtier externe

### Sonde d'entraînement électro-systolique

Sonde endocavitaires (VD) placée sous scopie  
Reliée à un boîtier externe  
Objectif : Stimulation (idem pacemaker)

### Pacemaker épicardique

Sondes épicardiques (face externe du cœur)  
Reliées à un boîtier abdominal

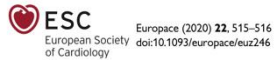
### Life-vest

Défibrillateur externe  
Objectif : Traiter les  
TdR ventriculaires  
(idem DAI)



# Référentiels

## Recommandations européennes (ESC)



**EHRA CONSENSUS PAPER**

**European Heart Rhythm Association (EHRA) international consensus document on how to prevent, diagnose, and treat cardiac implantable electronic device infections—endorsed by the Heart Rhythm Society (HRS), the Asia Pacific Heart Rhythm Society (APHRS), the Latin American Heart Rhythm Society (LAHRS), International Society for Cardiovascular Infectious Diseases (ISCVID) and the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases (ESCMID) in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS)**



**ESC GUIDELINES**

## **2023 ESC Guidelines for the management of endocarditis**

**Developed by the task force on the management of endocarditis of the European Society of Cardiology (ESC)**

## Recommandations américaines (AHA)


Update on Cardiovascular Implantable Electronic Device Infections and Their Prevention, Diagnosis, and Management: A Scientific Statement From the American Heart Association

*Endorsed by the International Society for Cardiovascular Infectious Diseases*

January 9, 2024

## Recommandations internationales (HRS)

**2017 HRS expert consensus statement on cardiovascular implantable electronic device lead management and extraction** 

  
Prise en charge infectiologique  
des infections de dispositif  
électronique cardiaque  
implantable (DECI)

Synthèse et prise de position commune  
de la SPILF et de la SFC à propos du Consensus  
2017 de la Heart Rythm Society (HRS)

# Épidémiologie et pronostic

---

# Épidémiologie

## Infections and associated costs following cardiovascular implantable electronic device implantations: a nationwide cohort study

Clémenty et al. *Eurospace*. 2018

Etude française rétrospective  
78 267 patients (Données du PMSI)

		<b>CIED de novo</b>	<i>P</i> -value (at 36M)	<b>CIED replacement</b>	<i>P</i> -value (at 36M)
		36M infection rate		36M infection rate	
Defibrillators	SCD + DCD	1.6%	0.93 (vs. SCD + DCD)	2.9%	0.36 (vs. SCD + DCD)
	CRT-D	1.6%		3.9%	
Pacemakers	SCP + DCP	0.5%	0.01 (vs. SCP + DCP)	1.4%	0.93 (vs. SCP + DCP)
	CRT-P	1.0%		1.3%	

## Prevention of Arrhythmia Device Infection Trial

The PADIT Trial

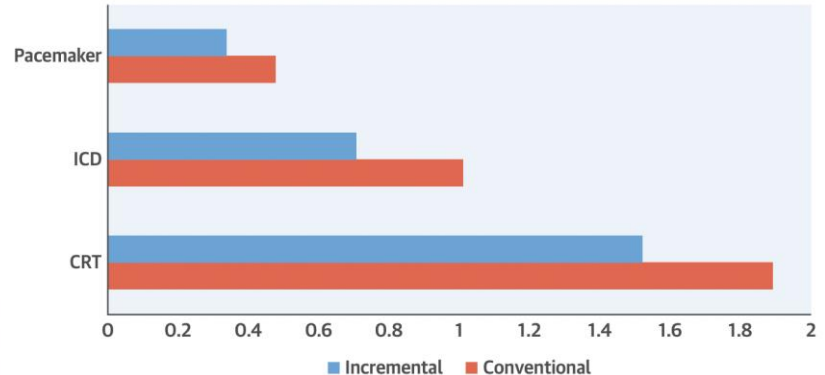
Krahn et al. *JACC*. 2018

Etude canadienne multicentrique  
randomisée sur la prévention des  
infections de DECI

19603 patients

**CENTRAL ILLUSTRATION** Summary of Infection Risks Across Device Platforms in the Prevention of Arrhythmia Device Infection Trial

### Risk of Hospital Admission for CIED Infection at 1 Year (%)



Krahn, A.D. et al. *J Am Coll Cardiol*. 2018;72(24):3098-109.

The consistent modest reduction seen across device types was not significantly different. CIED = cardiac implantable electronic device; CRT = cardiac resynchronization therapy; ICD = implantable cardioverter-defibrillator.

# Épidémiologie

## 2023 ESC Guidelines for the management of endocarditis

**ESC GUIDELINES** Delgado et al. Eurheartj. 2023

Patients at intermediate risk of IE include those with: (i) rheumatic heart disease (RHD); (ii) non-rheumatic degenerative valve disease; (iii) congenital valve abnormalities including bicuspid aortic valve disease; (iv) cardiovascular implanted electronic devices (CIEDs) and (v) hypertrophic cardiomyopathy.<sup>47,103,104</sup> Some epidemiological data suggest that certain conditions stratified as intermediate risk are associated

### Endocardite infectieuse. Épidémiologie, physiopathologie et anatomopathologie

Lung B.. Presse Med. 2019

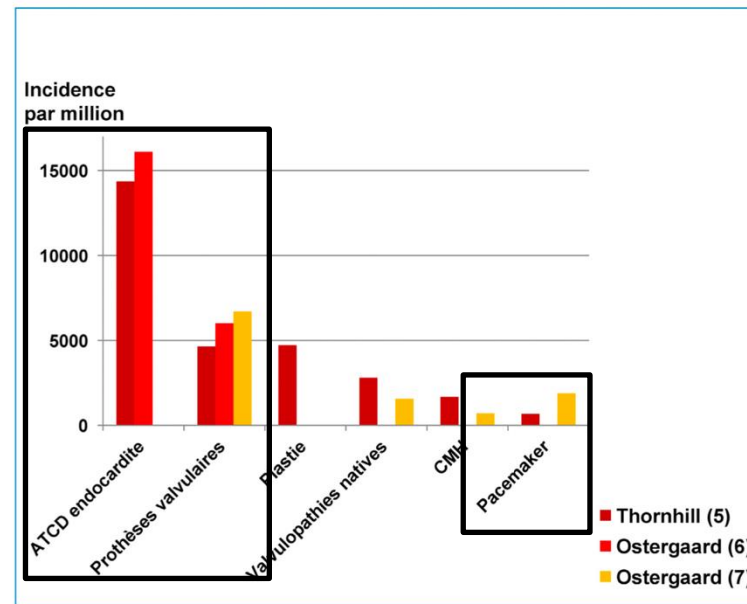


FIGURE 1

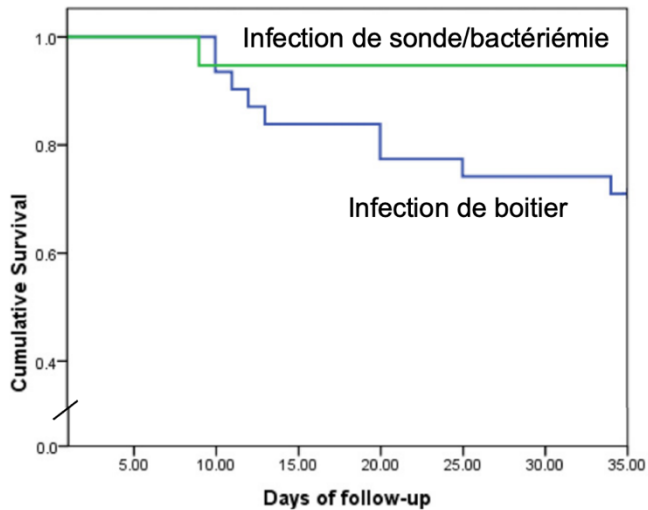
Incidence de l'endocardite selon le type de cardiopathie préexistante

Incidence annuelle par million de patients et par an. CMH : cardiomyopathie hypertrophique.

# Pronostic : Mortalité

Mortalité à 30 jours : Entre 5 et 8%

*Delgado et al. Eurheartj. 2023*



*Viganego et al. Amjcard. 2012*

## Facteurs de mauvais pronostic

- Infection de sonde > Infection de boitier
- Comorbidités (Index de Charlson)
- Extraction incomplète du matériel

**Table 2. Overall Survival According to Pertinent Baseline Characteristics**

Characteristic	Hazard Ratio (95% Confidence Interval)	PValue
Age (<80 y vs ≥80 y)	0.66 (0.32–1.34)	.2549
Charlson comorbidity index (0–3 vs ≥4)	2.22 (1.01–5.56)	.0460
Valvular heart disease	1.02 (0.51–2.12)	.9514
Diabetes mellitus	0.89 (0.43–1.78)	.7513

*Tan et al. CID. 2017*

Multivariate Cox proportional hazard models depicting the relationship between device removal and mortality 30-day mortality

	HR (95% CI)	P
Antimicrobial therapy alone	6.97 (1.36–35.60)	0.019
Antimicrobial therapy with complete device removal	Referent	

*Le et al. Heart Rhythm. 2011*

# Pronostic : Coût

## Infections and associated costs following cardiovascular implantable electronic device implantations: a nationwide cohort study

Clémenty et al. *Eurospace*. 2018

Etude française rétrospective  
78 267 patients (Données du PMSI)

**Table 2** Infection associated costs

	24M infection de novo			24M infection replacement		
	<i>n</i>	Mean	SD	<i>n</i>	Mean	SD
Total	356	€23 234	€50 294	331	€20 623	€18 778

# **Physiopathologie, facteurs de risque et microbiologie**

---

# Physiopathologie

---

## Deux mécanismes distincts

### Infection de site opératoire

Dans les suites de la pose du DECI, après remplacement ou manipulation de la loge

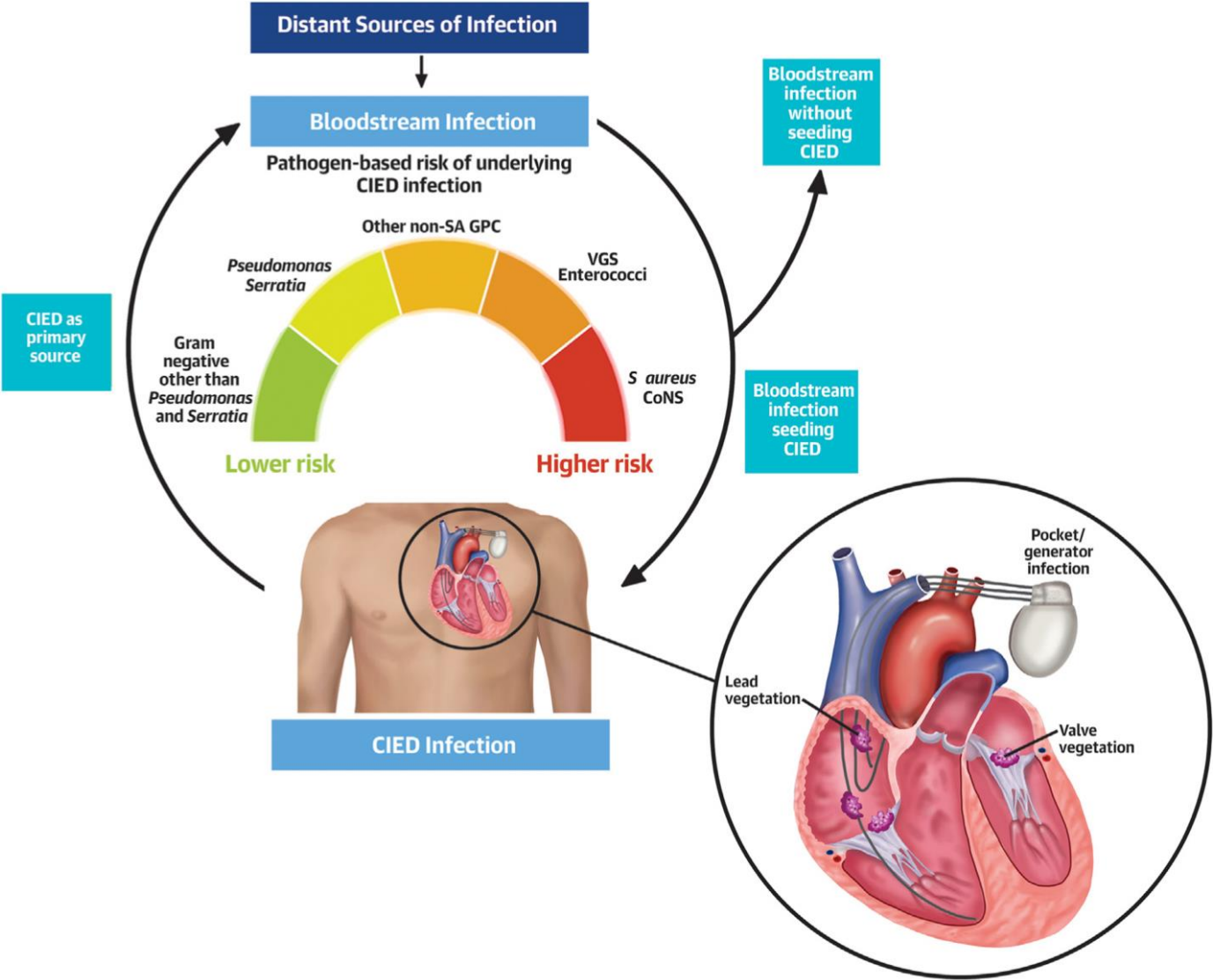
- Évolution vers la colonisation puis l'infection
- À partir des bactéries de la flore cutanée (staphylocoque à coagulase négative)
  - Développement d'un biofilm (importance du retrait du matériel)

### Infection hématogène (idem endocardite sur matériel)

Dans les suites d'une bactériémie

- Risque variable en fonction de la bactérie en cause (*S. aureus* > streptocoque > BG -)
  - Risque d'autant plus important que la bactériémie est prolongée

# Physiopathologie



# Facteurs de risque liés au patient

## Prospective + retrospective studies

Factor	Studies (n)	Total (n)	Pooled estimate	P-value
Patient-related factors				
ESRD <sup>a</sup> (DFG < 15 mL/min ou dialyse)	8	3045	8.73 [3.42, 22.31]	0.00001
History of device infection	4	463	7.84 [1.94, 31.60]	0.004
Fever prior to implantation	3	6652	4.27 [1.13, 16.12]	0.03
Corticosteroid use	10	3432	3.44 [1.62, 7.32]	0.001
Renal insufficiency <sup>b</sup>	5	2033	3.02 [1.38, 6.64]	0.006
COPD	6	2810	2.95 [1.78, 4.90]	0.00003
NYHA class $\geq 2$	3	2447	2.47 [1.24, 4.91]	0.01
Skin disorders	4	6810	2.46 [1.04, 5.80]	0.04
Malignancy	6	1555	2.23 [1.26, 3.95]	0.006
Diabetes mellitus	18	11839	2.08 [1.62, 2.67]	<0.000001
Heparin bridging	2	6373	1.87 [1.03, 3.41]	0.04
CHF	6	1277	1.65 [1.14, 2.39]	0.008
Oral anticoagulants	9	8527	1.59 [1.01, 2.48]	0.04



# Facteurs de risque liés à la procédure

## Prospective + retrospective studies

Factor	Studies (n)	Total (n)	Pooled estimate	P-value
Procedure-related factors				
Procedure duration	9	4850	9.89 [0.52, 19.25]	0.04
Haematoma	12	14228	8.46 [4.01, 17.86]	<0.000001
Lead repositioning	5	1755	6.37 [2.93, 13.82]	0.000003
Inexperienced operator <sup>c</sup>	2	1715	2.85 [1.23, 6.58]	0.01
Temporary pacing	10	10683	2.31 [1.36, 3.92]	0.002
Device replacement/revision/upgrade	26	21214	1.98 [1.46, 2.70]	0.00001
Generator change	20	12134	1.74 [1.22, 2.49]	0.002
Antibiotic prophylaxis	16	14166	0.32 [0.18, 0.55] <sup>d</sup>	0.00005

# Facteurs de risque liés au matériel

Factor	Prospective + retrospective studies			
	Studies (n)	Total (n)	Pooled estimate	P-value
Device-related factors				
Epicardial leads	3	623	8.09 [3.46, 18.92]	0.000001
Abdominal pocket	7	4017	4.01 [2.48, 6.49]	<0.000001
≥2 leads	6	1146	2.02 [1.11, 3.69]	0.02
Dual-chamber device	14	45224	1.45 [1.02, 2.05]	0.04

# Facteurs de risque

**Table S11** The PADIT score for predicting risk of hospitalization for device infection at 1 year after CIED implantation

Predictor	PADIT risk score points
<u>Prior procedure(s) on the same pocket</u>	
None	0
One	1
Two or more	4
<u>Age (years)</u>	
<60	2
60–69	1
≥70	0
<u>Depressed renal function (GFR &lt;30 mL/min)</u>	1
<u>Immunocompromised<sup>a</sup></u>	3
<u>Type of procedure<sup>b</sup></u>	
Pacemaker	0
ICD	2
CRT	4
Revision/upgrade	5

© ESC 2023

## Risque d'hospitalisation pour infection :

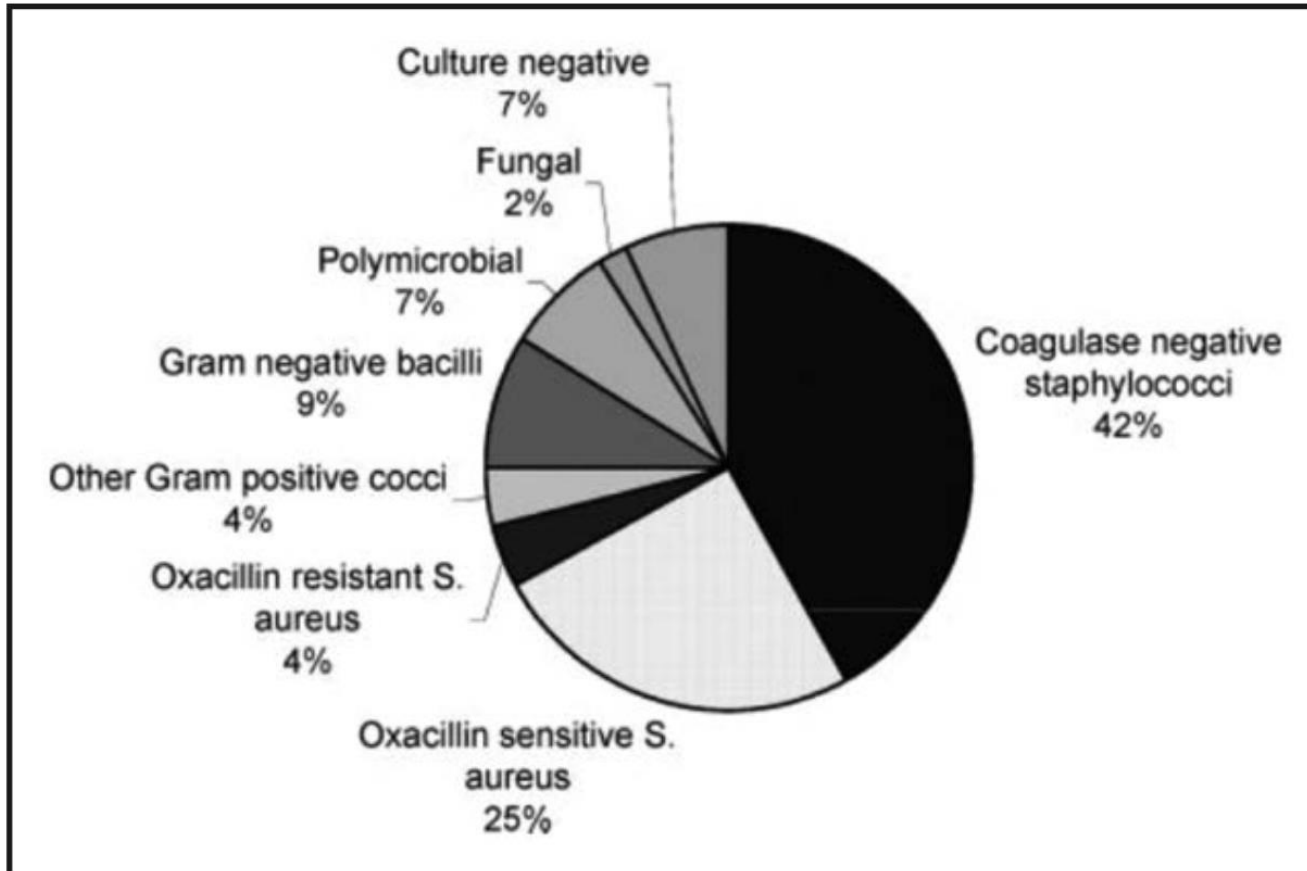
- Risque faible (0-4) : 0.51%
- Risque intermédiaire (5-6) : 1.42%
- Risque élevé ( $\geq 7$ ) : 3.41%



ESC  
European Society  
of Cardiology

European Heart Journal (2023) 00, 1–15  
<https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad193>

# Microbiologie



**Figure 2. Microbiology of cardiovascular implantable electronic device infections.**

Reprinted with permission from Sohail et al.<sup>19</sup> Copyright 2007, by the American College of Cardiology Foundation. Published by Elsevier.

# Microbiologie

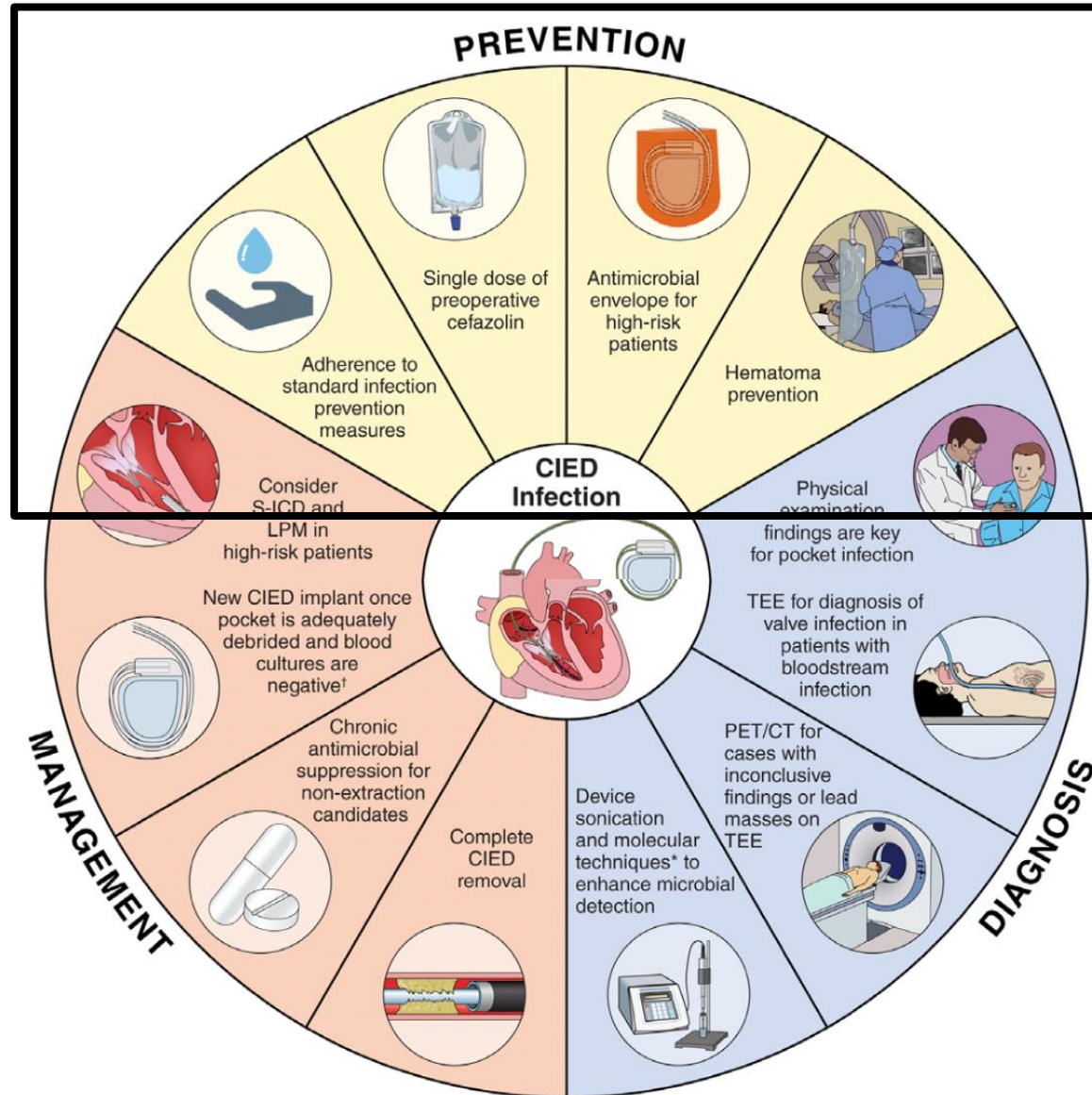
**Table 2** Pathogens isolated in patients undergoing interventions for device infection from three large patient cohorts in North America, Europe, and Asia

Pathogen	Percentage of isolates		
	North America <sup>16</sup>	Europe <sup>17</sup>	Asia <sup>18</sup>
Coagulase-negative staphylococci		69	45.2
Methicillin-resistant	18.8		
Methicillin-sensitive	18.8		
<i>S. aureus</i>		13.8	4.1
Methicillin-sensitive	15.8		
Methicillin-resistant	15.0		
<i>Streptococcus</i> spp.	2.5		
<i>Enterococcus</i> spp.			
Vancomycin-sensitive	2.8		
Vancomycin-resistant	1.4		
<i>Cutibacterium</i> spp. (previously <i>Propionibacterium</i> spp.)		2.5	
<i>Corynebacterium</i>		5	
Gram-negative bacteria	8.9	6.1	9.1
Enterobacteriaceae		3	3.2
Non-fermentative bacilli, incl. <i>Pseudomonas</i> spp.		1.5	5.9
Anaerobes	1.6		
Fungi	0.9	1	0.9
Mycobacteria	0.2		

# Prévention

---

# Prévention



# Prévention : Recommandations

## Mesures pré-procédurales

- Vérification de l'indication et de l'absence de contre-indication infectieuse
- Réduction au maximum du risque hémorragique
- Environnement stérile, opérateur entraîné
- Rasoir électrique
- **Antibioprophylaxie**

## Mesures per-procédurales

- Préparation chirurgicale à la **chlorhexidine alcoolique 2%**
- Limitation au maximum du risque hémorragique
- *Utilisation d'une enveloppe antibiotique en cas de facteur de risque ?*

## Mesures post-procédurales

- Pansement pendant 2-10 jours, éducation du patient sur les soins locaux
- **Différer au maximum les réinterventions**

# Prévention : Antibio prophylaxie

**Implantation (ou réintervention) d'un DECI**  
Antibio prophylaxie systématique

**Soins dentaires chez un patient porteur de DECI**  
Absence d'antibio prophylaxie

## Recommandations d'antibio prophylaxie

- **Céfazoline** : 1<sup>ère</sup> intention
- **Vancomycine** dans certaines situations spécifiques :
  - Allergie aux bêta-lactamines
  - Antécédents d'infection à SARM
  - Ecologie locale à haut risque de SARM / SERM
- **Absence d'indication à une poursuite de l'antibiothérapie après l'implantation**
- **Nettoyage de la loge au sérum salé**

# Prévention : Antibioprophylaxie élargie ?

## Prevention of Arrhythmia Device Infection Trial

The PADIT Trial

JOURNAL OF THE AMERICAN COLLEGE OF CARDIOLOGY

VOL. 72, NO. 24, 2018

### Étude randomisée multicentrique : 19603 patients

- Antibioprophylaxie conventionnelle : Céfazoline
- Antibioprophylaxie expérimentale : Vancomycine + Lavage de la loge à la bacitracine + Céfalexine 48h post implantation

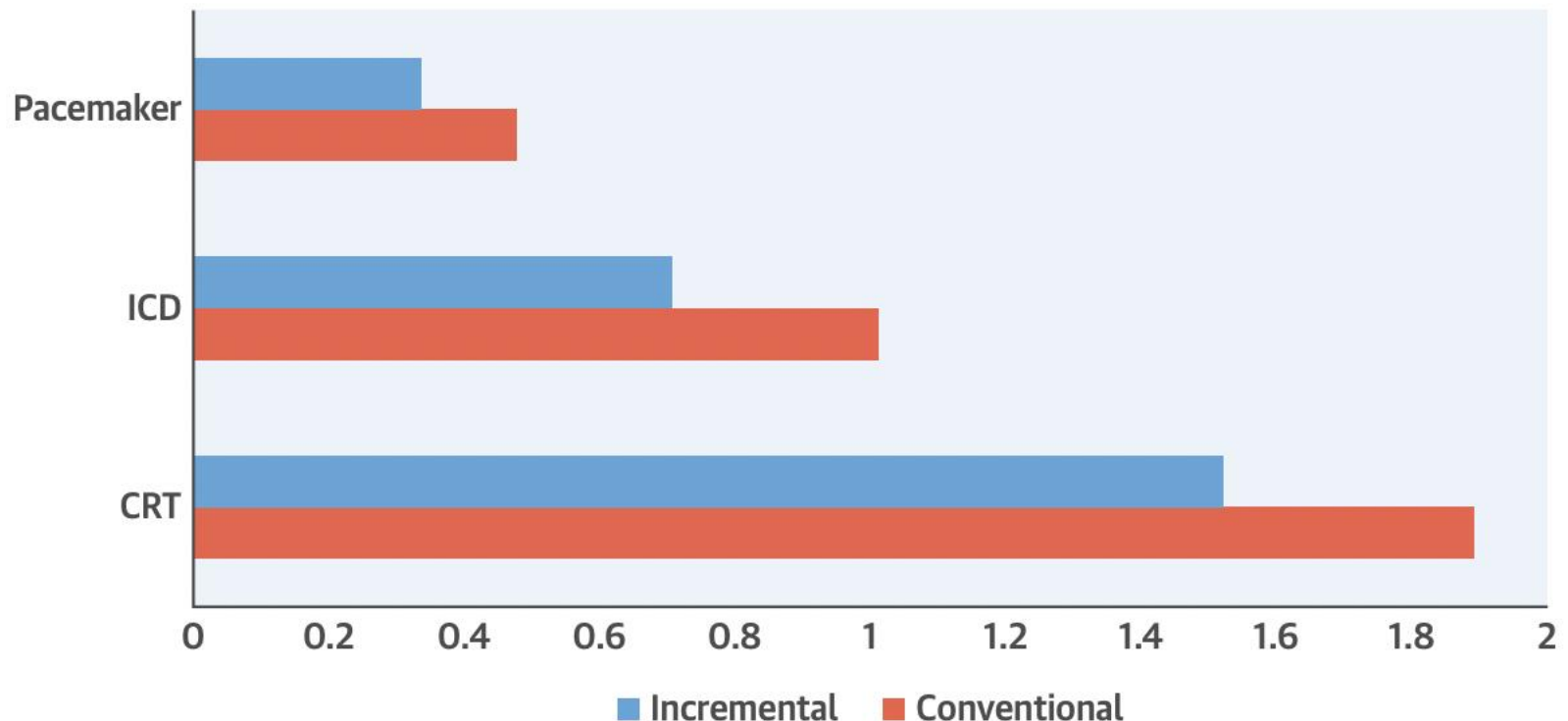
	High-Risk Patients			Incremental vs. Conventional		
	All (N = 12,826)	Conventional (n = 6,285)	Incremental (n = 6,541)	OR†	95% CI	p Value
Hospitalization due to device infection	143 (1.11)	77 (1.23)	66 (1.01)	0.82	0.59-1.15	0.26

	All Patients			Incremental vs. Conventional		
	All (N = 19,559)	Conventional (n = 9,605)	Incremental (n = 9,954)	OR†	95% CI	p Value
Hospitalization due to device infection	177 (0.90)	99 (1.03)	78 (0.78)	0.77	0.56-1.05	0.10

# Prévention : Antibioprophylaxie élargie ?

## Risk of Hospital Admission for CIED Infection at 1 Year (%)



Pas de différence significative

# Prévention : Enveloppe antibiotique ?

The NEW ENGLAND  
JOURNAL of MEDICINE

ESTABLISHED IN 1812

MAY 16, 2019

VOL. 380 NO. 20

Antibacterial Envelope to Prevent Cardiac Implantable Device  
Infection

Tarakji et al. NEJM. 2019

**Étude randomisée multicentrique : 6983 patients**

- Enveloppe antibiotique (libération rifampicine + minocycline pendant 7 jours)
- Groupe contrôle

End Point	Envelope (N = 3495)	Control (N = 3488)	Total (N = 6983)	Hazard Ratio (95% CI)
	<i>number of patients (percent)</i>			
Primary end point: major CIED infection within 12 mo	25 (0.7)	42 (1.2)	67 (1.0)	0.60 (0.36–0.98)*
Type of major CIED infection				
Pocket infection	14 (0.4)	36 (1.0)	50 (0.7)	0.39 (0.21–0.72)
Bacteremia or endocarditis	11 (0.3)	6 (0.2)	17 (0.2)	1.57 (0.61–4.05)

# Prévention : Enveloppe antibiotique ?

---

Update on Cardiovascular Implantable Electronic Device Infections and Their Prevention, Diagnosis, and Management: A Scientific Statement From the American Heart Association

*Endorsed by the International Society for Cardiovascular Infectious Diseases*

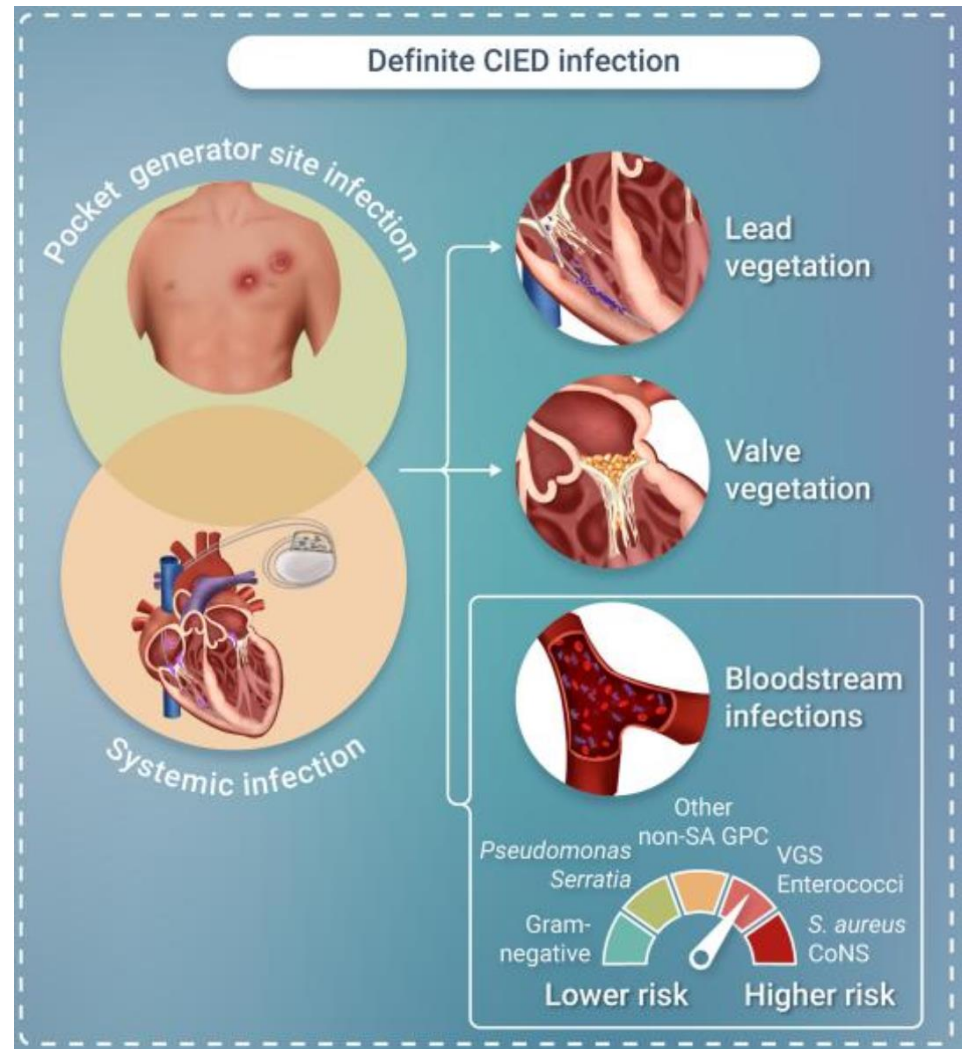
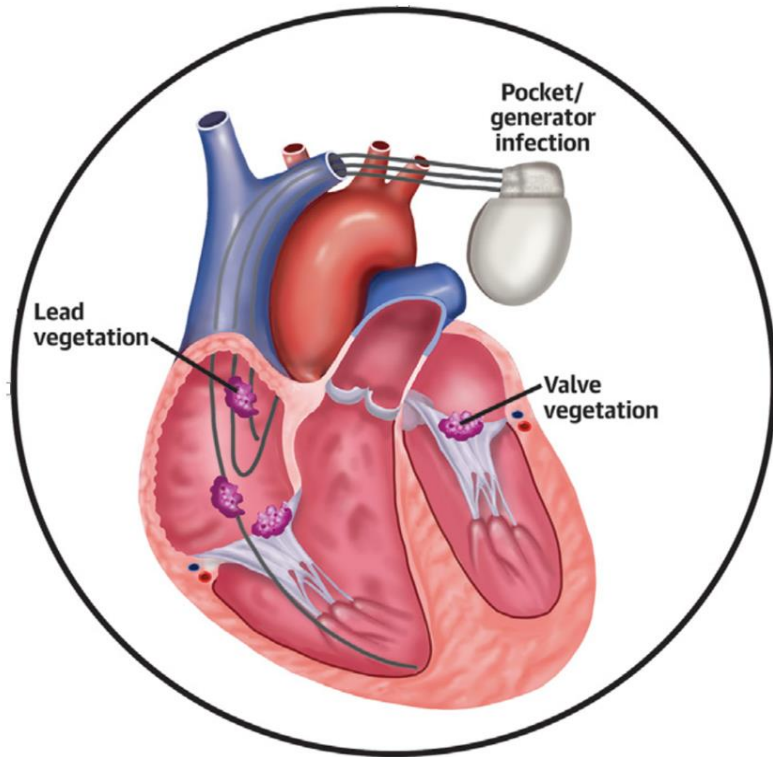
## ***Clinical Perspective***

- Risk factors associated with CIEDI are well-defined and evaluation by a risk score may be useful in defining high risk (see Management section for details regarding risk score).
- Use of the antimicrobial envelope may be considered in patients at high risk of CIEDI, including patients at high risk of perioperative hematoma formation.

# Diagnostic

---

# Diagnostic



# Diagnostic

## Infection du site d'implantation (présence de signes locaux)

### Superficielle

- < 30 jours suivant la pose
- Absence de signes généraux
- Inflammation limitée à la peau et au tissu-sous cutanée de la zone d'incision

### Profonde : Infection de boîtier

*Toute collection au contact du matériel*

- Signes locaux d'inflammation ++
- Déformation, adhérence ou extériorisation du matériel possible
- Signes généraux et bactériémie possibles (*suspicion d'infection systémique associée*)

## Infections systémiques (avec ou sans infection de boîtier)

### Infection de sonde : « EI sur sonde »

- Végétation visualisée sur le trajet d'une sonde (ETO ou TEP-TDM)

### Infection de valve : EI valvulaire

- Cf. cours « Endocardite infectieuse »

# Objectifs : distinguer les 4 entités suivantes



Photo : Noémie Tence



Photo : Serge Boveda

Extériorisation  
de matériel



Photo : Serge Boveda



Photo : Serge Boveda

Infection du site  
d'implantation =  
signes locaux  
d'inflammation



Infection de sonde(s) =  
**pas d'atteinte  
valvulaire =  
pas d'endocardite**

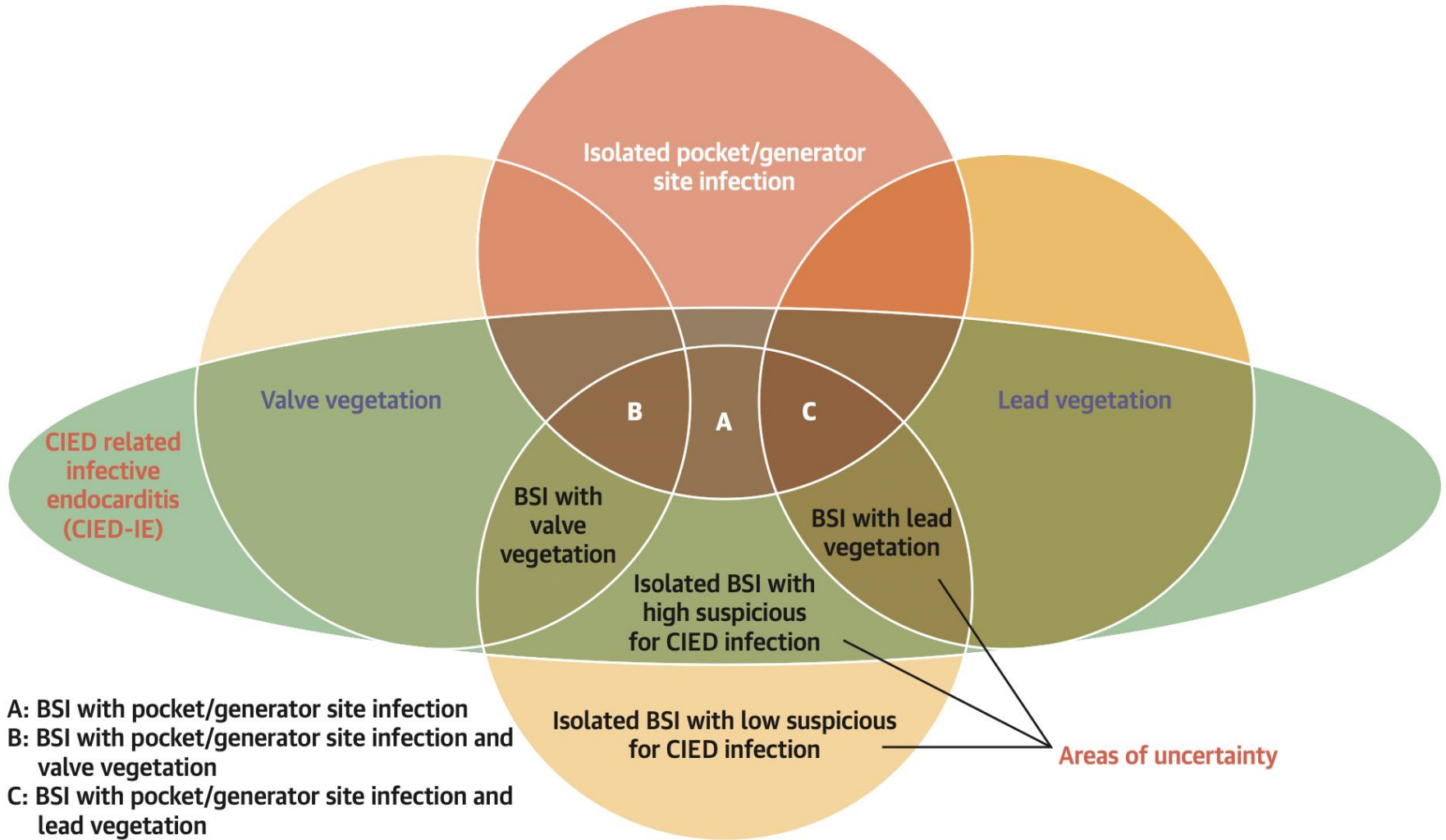


Photo : Serge Boveda

Endocardite associée à  
un matériel implanté =  
**atteinte valvulaire =  
endocardite**

# Diagnostic

Pocket/generator site infection in CIED patients



- A: BSI with pocket/generator site infection
- B: BSI with pocket/generator site infection and valve vegetation
- C: BSI with pocket/generator site infection and lead vegetation

Bloodstream infection (BSI) in CIED patients

**Table 5** Recommendations for diagnosis of **CIED infections and/or infective endocarditis**; the Novel 2019 International CIED Infection Criteria

'Definite' CIED/IE = presence of either 2 major criteria or 1 major + 3 minor criteria

'Possible' CIED/IE = presence of either 1 major + 1 minor criteria or 3 minor criteria

'Rejected' CIED/IE diagnosis = patients who did not meet the aforementioned criteria for IE

### Critère majeur microbiologique

A. Blood cultures positive for typical microorganisms found in CIED infection and/or IE  
(*Coagulase-negative staphylococci*, *S. aureus*)

B. Microorganisms consistent with IE from 2 separate blood cultures:

- a. Viridans streptococci, *Streptococcus gallolyticus* (*S. bovis*), HACEK group, *S. aureus*; or
- b. Community-acquired enterococci, in the absence of a primary focus

C. Microorganisms consistent with IE from persistently positive blood cultures:

- a.  $\geq 2$  positive blood cultures of blood samples drawn  $>12$  h apart; or
- b. All of 3 or a majority of  $\geq 4$  separate cultures of blood (first and last samples drawn  $\geq 1$  h apart); or
- c. Single positive blood culture for *Coxiella burnetii* or phase I IgG antibody titre  $>1:800$



**Table 5** Recommendations for diagnosis of CIED infections and/or infective endocarditis: the Novel 2019 International CIED Infection Criteria

Critère majeur d'imagerie

D. Echocardiogram (*including ICE*) positive for:

a. CIED infection:

i. Clinical pocket/generator infection

ii. Lead-vegetation

b. Valve IE

i. Vegetations

ii. Abscess, pseudoaneurysm, intracardiac fistula

iii. Valvular perforation or aneurysm

iv. New partial dehiscence of prosthetic valve

E. [ $^{18}\text{F}$ ]FDG PET/CT (caution should be taken in case of recent implants) or radiolabelled WBC SPECT/CT detection of abnormal activity at pocket/generator site, along leads or at valve site

F. Definite paravalvular leakage by cardiac CT



ESC

European Society  
of Cardiology

Europace (2020) 22, 515–516  
doi:10.1093/europace/euz246

**EHRA CONSENSUS PAPER**

**Table 5** Recommendations for diagnosis of CIED infections and/or infective endocarditis: the Novel 2019 International CIED Infection Criteria

### Critères mineurs

- a. Predisposition such as predisposing heart condition (e.g. new onset tricuspid valve regurgitation) or injection drug use
- b. Fever (temperature  $>38^{\circ}\text{C}$ )
- c. Vascular phenomena (including those detected only by imaging): major arterial emboli, septic pulmonary embolisms, infectious (mycotic) aneurysm, intracranial haemorrhage, conjunctival haemorrhages, and Janeway's lesions
- d. Microbiological evidence: positive blood culture which does not meet a major criterion as noted above or serological evidence of active infection with organism consistent with IE or pocket culture or leads culture (extracted by non-infected pocket)



**Critères ESC** : Ne s'appliquent qu'aux infections **systemiques**  
(infection de sonde ou EI valvulaire)



**Table. American Heart Association Clinical Definitions of Cardiovascular Implantable Electronic Device Infection**

	Pocket infection
Definite	<p><b>Preextraction</b></p> <p>Device erosion through skin; purulent drainage from pocket; fluctuance; sinus tract; with or without positive blood cultures</p> <p>OR</p> <p>[<sup>18</sup>F]FDG PET/CT* with abnormal activity at pocket/generator site</p> <p><b>Postextraction</b></p> <p>Intraoperative findings consistent with infection, including purulence within the generator pocket site or inflammation</p> <p>OR</p> <p>Positive device, tissue, sonicate fluid cultures, positive broad range PCR/sequencing, or metagenomic next-generation sequencing with intraoperative findings consistent with infection</p>
Possible	<p>Pocket erythema, induration, or tenderness within 3 mo of implantation, with no alternative explanation‡</p>
Rejected	<p>Firm alternative explanation for local findings that may include superficial cellulitis at the surgical site without device involvement, retained suture, contact dermatitis, or allergy to device components</p>

**Table. American Heart Association Clinical Definitions of Cardiovascular Implantable Electronic Device Infection**

	Lead or valvular infection
Definite	<p><b>Preextraction</b></p> <p>Two or more positive blood cultures for <i>Staphylococcus aureus</i> or the same species of coagulase-negative staphylococci with no alternative source</p> <p>AND</p> <p>TEE findings consistent with echodensity on the device lead† or vegetation(s) on the heart valve</p> <p>OR</p> <p>[<sup>18</sup>F]FDG PET/CT with abnormal heterogeneous activity along leads, or native or prosthetic heart valves</p> <p><b>Postextraction</b></p> <p>Positive device, tissue, sonicate fluid culture, broad range PCR/sequencing or metagenomic next-generation sequencing with the same organism isolated from blood cultures</p>
Possible	<p>Persistent (&gt;72 h) bacteremia due to nonstaphylococcal organisms§ despite adequate pathogen-directed therapy, with no alternative source, ±TEE findings consistent with echodensity on the device lead OR embolic phenomena (frequently septic pulmonary emboli)</p> <p>Presence of SIRS criteria,   negative blood cultures, no alternative source of infection and [<sup>18</sup>F]FDG PET/CT with abnormal activity along leads, or heart valves</p>
Rejected	<p>Firm alternative source of bloodstream infection with resolution of syndrome after pathogen-directed treatment course</p> <p>TEE alone demonstrating a lead echodensity in the absence of SIRS criteria   or positive blood cultures with alternative source of infection that responds to targeted antimicrobial therapy and source control.</p>

# Outils diagnostiques : Bactériologie

## Recommandations

- **Hémocultures** (3 paires au minimum, prélevées à des moments différents)
- **Prélèvements lors de l'extraction :**
  - Pus prélevé dans la poche
  - Tissu à la curette
  - Portion distale des sondes
  - Connecteur
- Prélèvement local non recommandé.

# Outils diagnostiques : ETT/ETO

## Recommandations

- **Devant une suspicion d'infection de DECI : ETT + ETO systématique :**
  - Recherche d'*infection de sonde*
  - Recherche d'*endocardite valvulaire*
- **Après une extraction percutanée du DECI pour une infection de sonde :**
  - ETT systématique : Végétation valvulaire résiduelle ?
  - ETO en cas de persistance des signes infectieux

La normalité de l'ETO n'élimine pas le diagnostic d'infection de DECI (même répétée à 5-7 jours).

# Outils diagnostiques : TEP-scanner

## Recommandations

- **Devant une suspicion d'infection de DECI : TEP-TDM en cas de doute diagnostique :**
  - Recherche d'*infection de boitier*
  - Recherche d'*infection de sonde*
  - Recherche d'*endocardite valvulaire* (valve prothétique >> valve native)
  - Recherche de localisations emboliques et recherche de la porte d'entrée

La normalité du TEP-TDM n'élimine pas le diagnostic d'infection de DECI.  
La scintigraphie aux leucocytes marquées est une alternative au TEP-TDM.



ESC

European Society  
of Cardiology

European Heart Journal (2023) **00**, 1–95  
<https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad193>



ESC

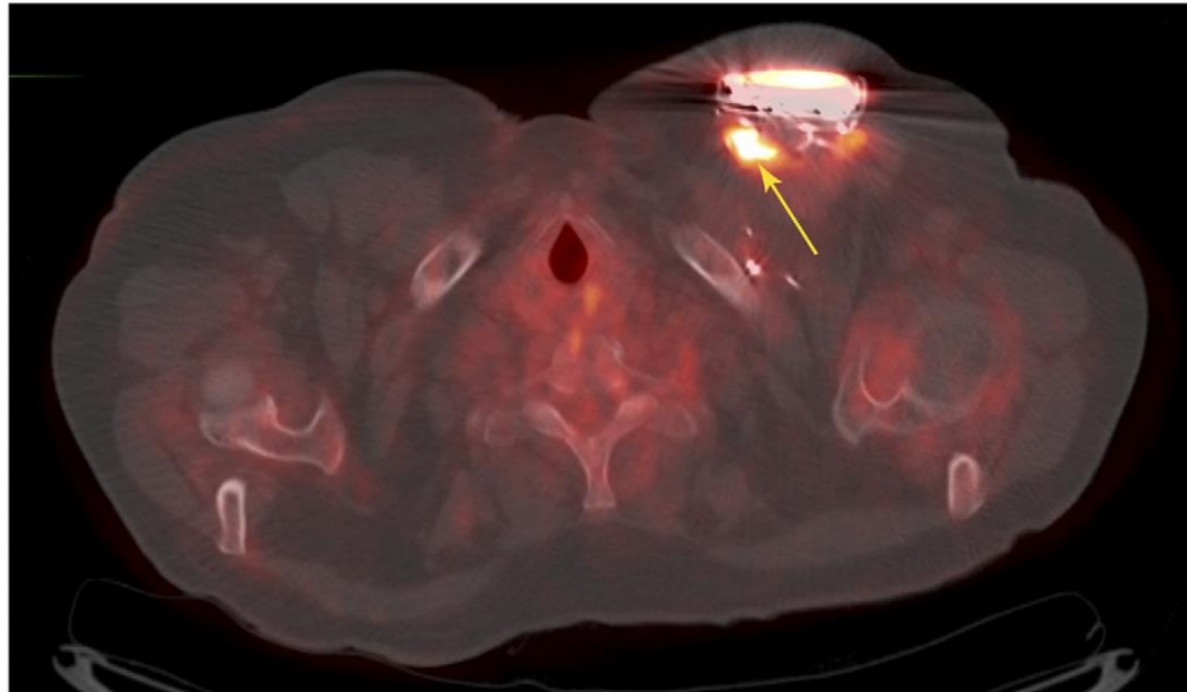
European Society  
of Cardiology

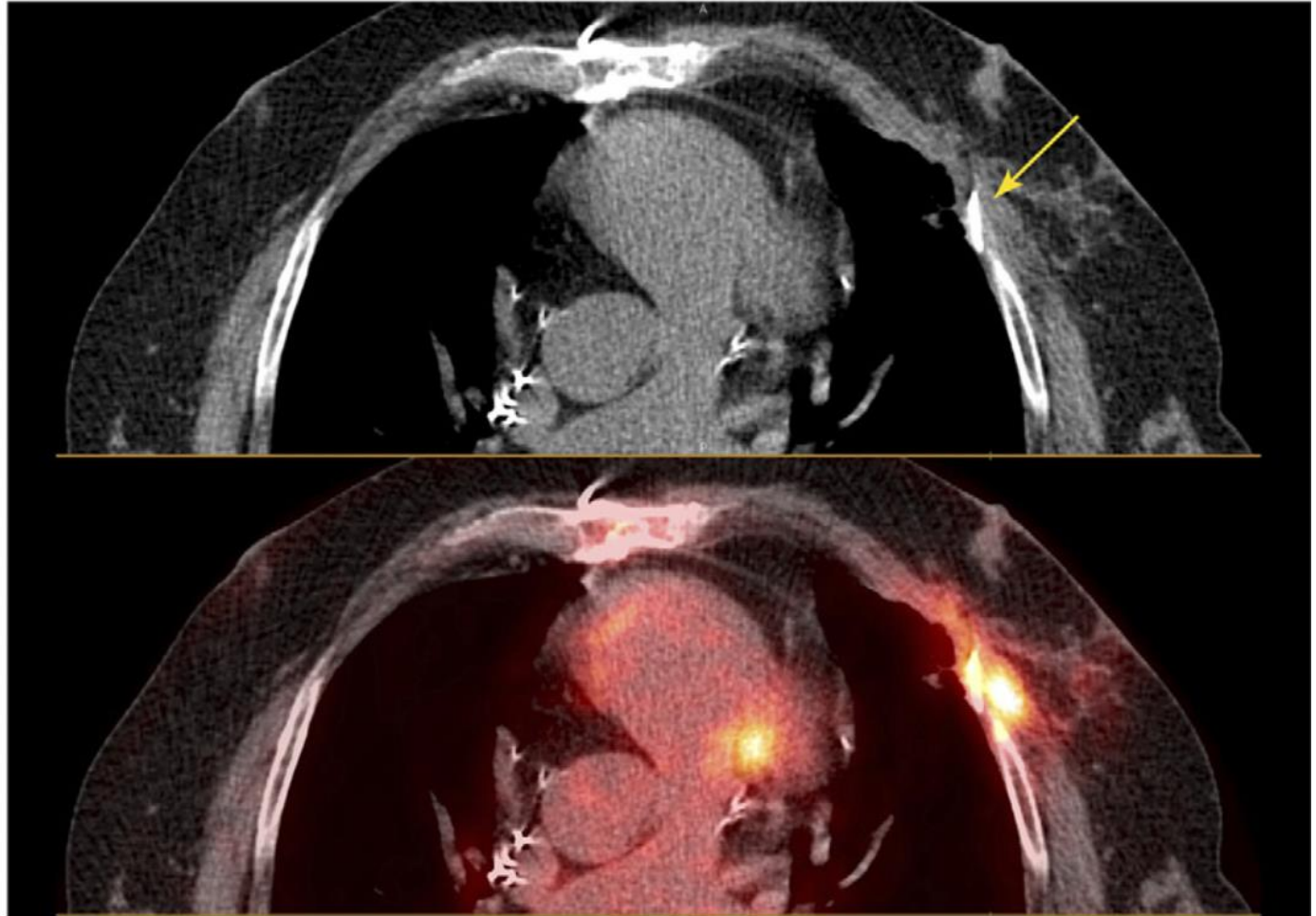
Europace (2020) **22**, 515–516  
[doi:10.1093/europace/euz246](https://doi.org/10.1093/europace/euz246)

**EHRA CONSENSUS PAPER**

## Usefulness of Fluorine-18 Positron Emission Tomography/ Computed Tomography for Identification of Cardiovascular Implantable Electronic Device Infections

Jean-François Sarrazin, MD,\* François Philippon, MD,\* Michel Tessier, MD,† Jean Guimond, MD,†  
Franck Molin, MD,\* Jean Champagne, MD,\* Isabelle Nault, MD,\* Louis Blier, MD,\* Maxime Nadeau,\*  
Lyne Charbonneau, RN,\* Mikaël Trottier, MD,† Gilles O'Hara, MD\*





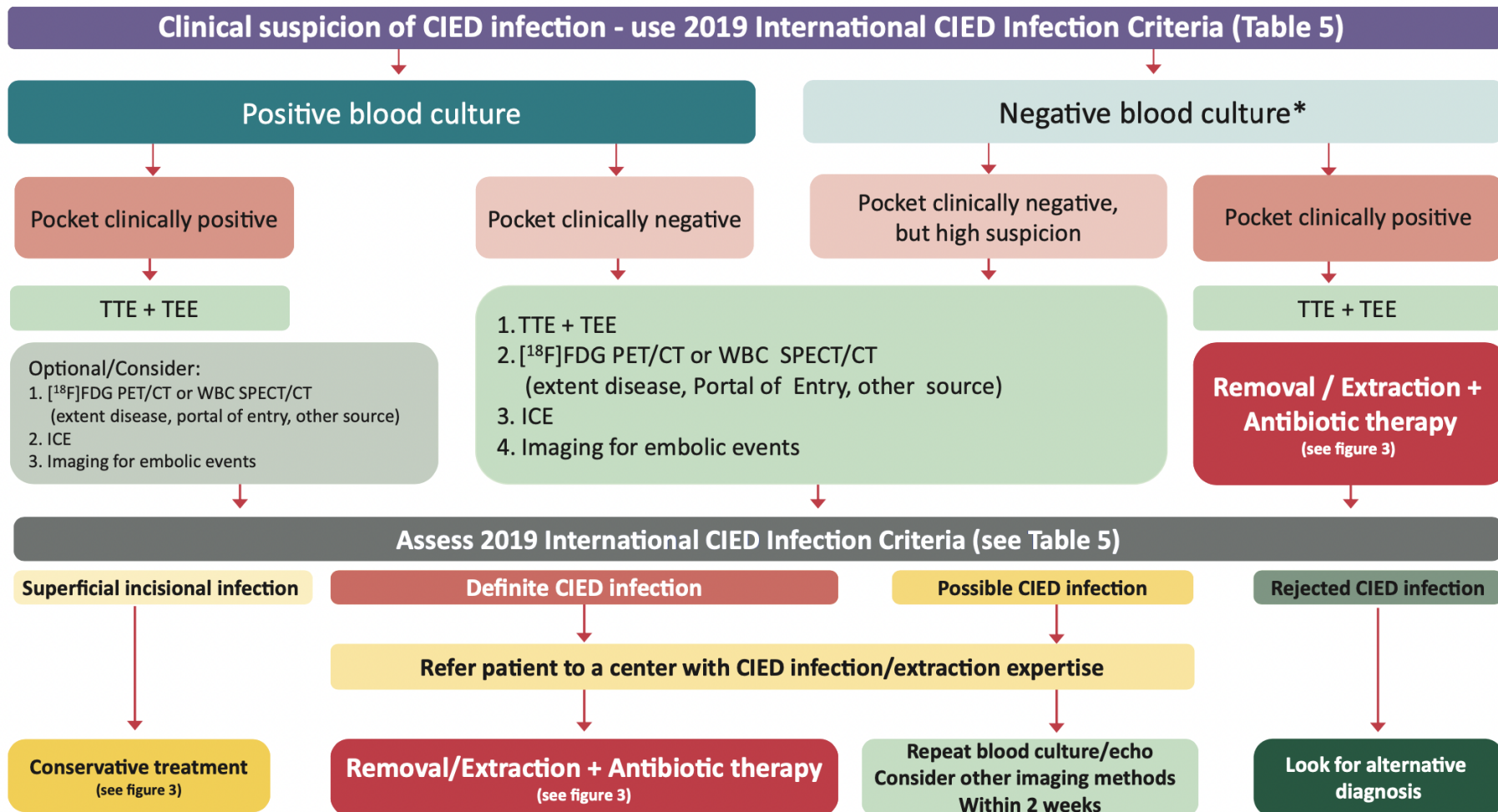
**Cardiovascular Implantable Electronic Device Infection in a Patient With an Infected Epicardial Lead and Positive  $^{18}\text{F}$ -FDG PET/CT (Group A)**

# Outils diagnostiques

**TABLE 1** Evolution of Society Guidelines in the Definitions and Diagnostic Tools for Cardiac Implantable Electronic Device Infection

Guideline, Year	TEE	PET-CT
American Heart Association, 2003 <sup>5</sup>	+	–
American Heart Association, 2010 <sup>6</sup>	+	–
British Heart Rhythm Society, 2015 <sup>7</sup>	+	+/- <sup>c</sup>
European Society of Cardiology, 2015 <sup>8</sup>	+	+/- <sup>d</sup>
Heart Rhythm Association, 2017 <sup>9</sup>	+	+/- <sup>d</sup>
European Heart Rhythm Association, 2019 <sup>10</sup>	+	+
European Society of Cardiology, 2023 <sup>11</sup>	+	+

# Conduite à tenir diagnostique (EHRA 2019)



# Conduite à tenir diagnostique (EHRA 2019)

**2 questions à se poser :** Signes locaux d'infection de boitier ? Hémocultures positives ?

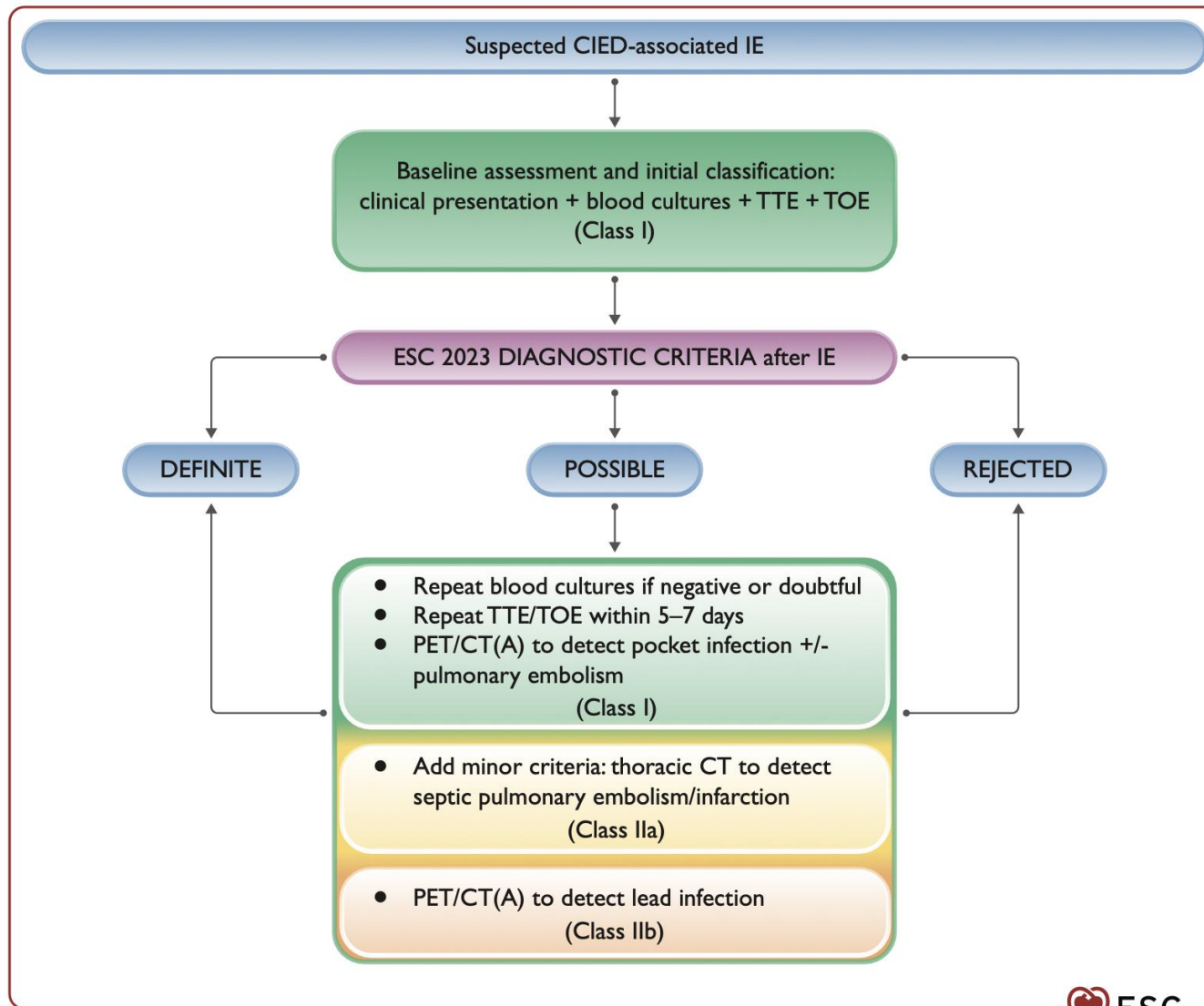
## Hémocultures positives

- **Signes cliniques d'infection de boitier :** *Question : Infection de sonde ou EI valvulaire en plus ?*
  - ETO
  - TEP-TDM si ETO normale
- **Absence de signe d'infection de boitier :** *Question : Infection de boitier, de sonde, EI valvulaire ?*
  - ETO
  - TEP-TDM

## Hémocultures négatives

- **Signes cliniques d'infection de boitier :** *Question : Infection de sonde ou EI valvulaire en plus ?*
  - ETO
  - TEP-TDM non systématique (faible rentabilité si HC négative et retrait du matériel dans tous les cas)
- **Absence de signe d'infection de boitier mais forte suspicion d'infection :** *Question : Infection de boitier, de sonde, EI valvulaire ?*
  - ETO
  - TEP-TDM

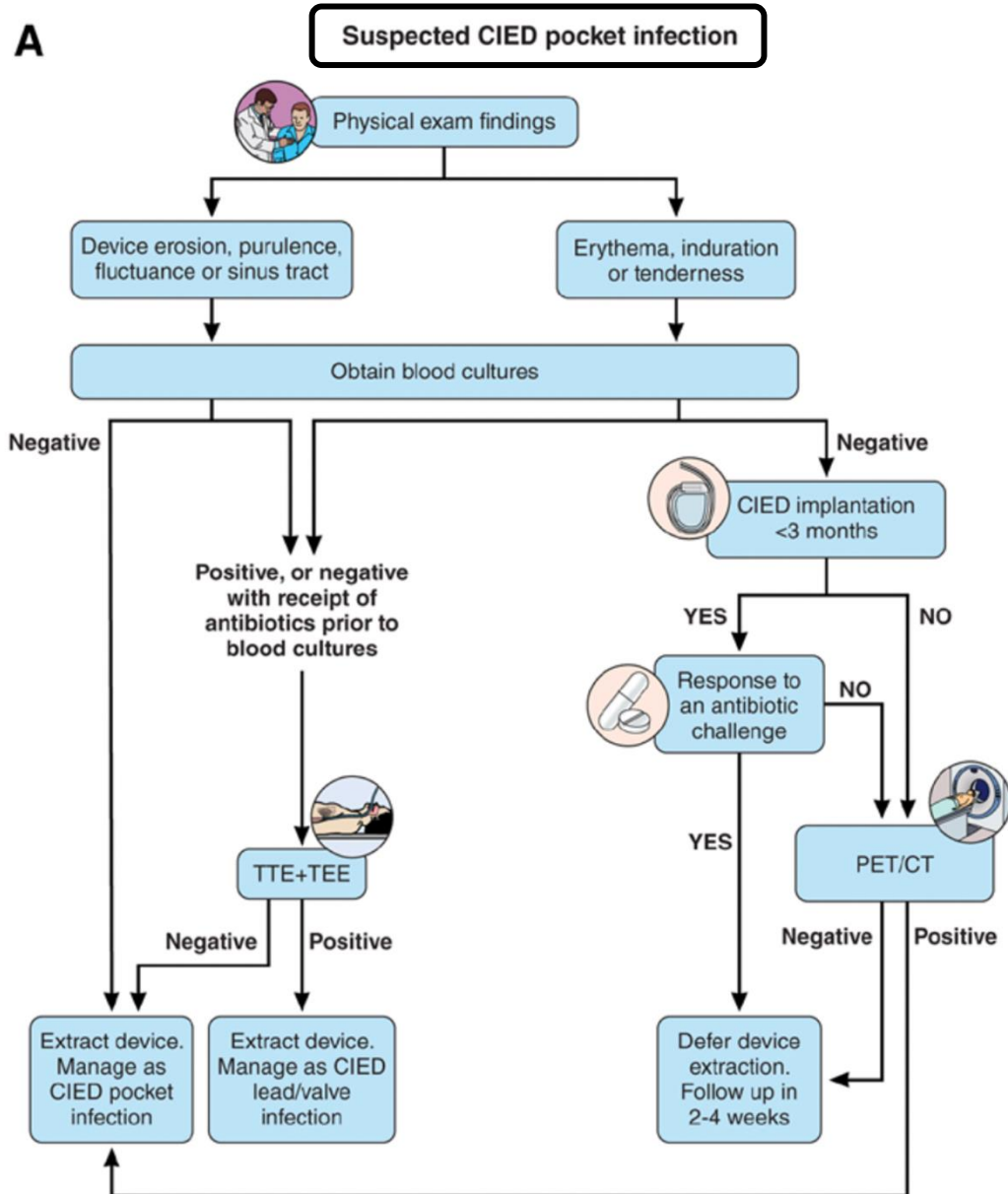
# Conduite à tenir diagnostique (ESC 2023)



ETO  
systématique

TEP-TDM si  
ETO normale

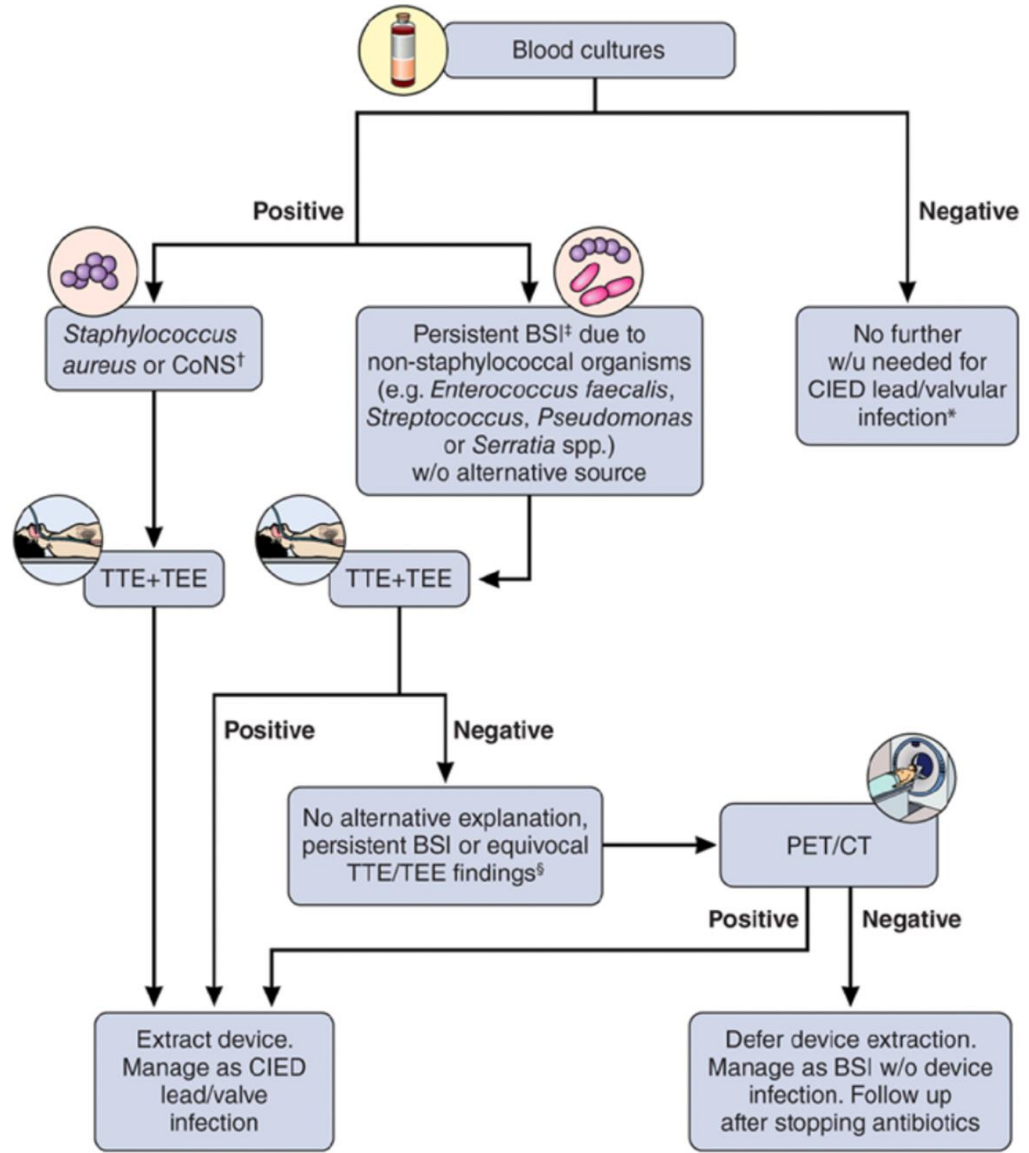
# Conduite à tenir diagnostique (AHA 2023)



# Conduite à tenir diagnostique (AHA 2023)

B

Suspected CIED lead/valvular infection without pocket infection



# Conduite à tenir diagnostique : Résumé

## Signes locaux évocateurs d'infection de boîtier

- **Hémocultures** : Deux paires
- **Imagerie** : Objectif : Rechercher une infection de sonde ou une EI valvulaire compliquant l'infection de boîtier :
  - **ETT + ETO systématique**
  - **TEP-TDM** si ETO normale

## Bactériémie/fongémie chez un patient porteur de DECI

**JACC FOCUS SEMINAR: INFECTIVE ENDOCARDITIS**

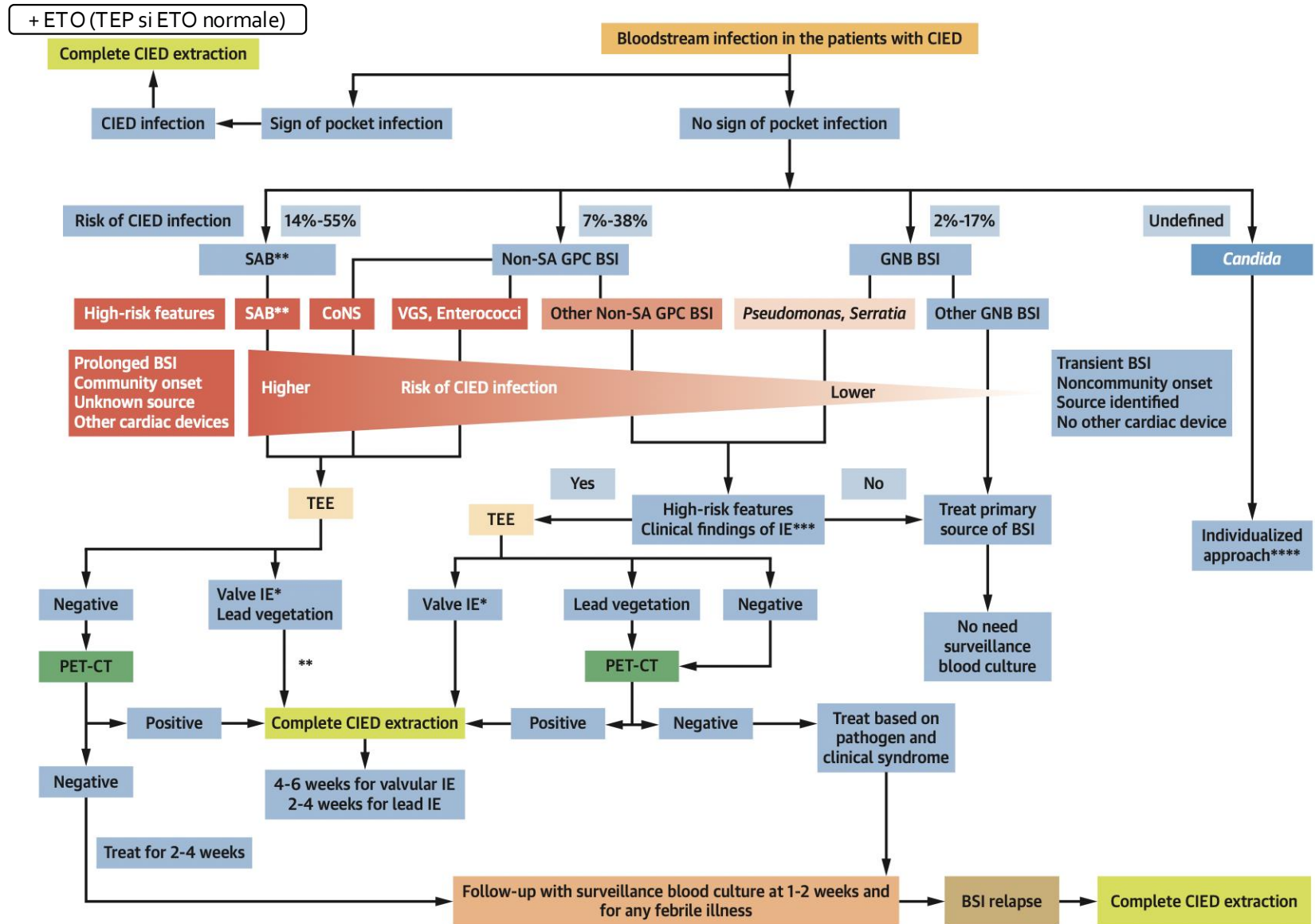
JACC FOCUS SEMINAR

## Infective Endocarditis Involving Implanted Cardiac Electronic Devices

JACC Focus Seminar 1/4

Supavit Chesdachai, MD,<sup>a</sup> Zerelda Esquer Garrigos, MD,<sup>a,b</sup> Christopher V. DeSimone, MD, PhD,<sup>c</sup>  
Daniel C. DeSimone, MD,<sup>a,c</sup> Larry M. Baddour, MD<sup>a,c</sup>

# Conduite à tenir diagnostique : Résumé



SAB : *S. aureus* bacteriemia  
 CoNS : *Staphylocoque à coagulase négative*  
 VGS : *Streptocoques du groupe viridans*

# Traitement médical

---

# Principes généraux

**1<sup>er</sup> objectif** : Savoir ce que l'on traite :

- Infection superficielle du site d'implantation
- Infection de boîtier (signes locaux et/ou hypermétabolisme au TEP et/ou culture +)
- Infection de sonde (végétation à l'ETO et/ou hypermétabolisme au TEP et/ou culture +)
- Endocardite infectieuse valvulaire (cf. endocardite)

- **Ablation du matériel : Systématique** (dans la mesure du possible) sauf infection superficielle du site d'implantation
- **Durée = Aucune donnée solide, le plus souvent 2 semaines sauf exceptions :**
  - EI valvulaire associée
  - Matériel laissé en place
  - Infection à *Staphylococcus aureus* (même matériel retiré)
- **J1 d'antibiothérapie** = Négativation des hémocultures et ablation du matériel

# Antibiothérapie probabiliste

Forte suspicion d'infection de DECI et absence de documentation

## Sepsis chez un patient porteur de DECI sans autre point d'appel

**Modalités** : ATB IV sans délai (après hémocultures)

**Molécules** :

- **Daptomycine 10 mg/kg/jour** (en 1 injection par jour)
- **+ Cefotaxime 150 mg/kg/jour** (en 4-6 perfusion) ou Céfepime 80 mg/kg/jour si nosocomial
- +/- Gentamicine 8 mg/kg si choc septique

## Signes locaux d'infection de DECI sans sepsis

**Modalités** : ATB IV au bloc opératoire après l'extraction du matériel

**Molécules** : Daptomycine 10 mg/kg/24h

## Suspicion d'infection superficielle

Cf. diapo suivante

# Infection superficielle du site d'implantation

---

Inflammation limitée à la peau et au tissu sous-cutané de la zone d'incision, dans les 30 jours suivant la pose, sans signes généraux

## **Modalités :**

- Antibiothérapie empirique
- Per os d'emblée

## **Molécules :** Couverture CG+ (SERM) : Au choix :

- Pristinamycine 1g x 3/jour
- Clindamycine 600 mg x 3/jour (900 x 3 si poids > 100 kg)
- Linezolide 600 mg x 2/jour

**Durée :** 7-10 jours

# Infection de boitier

Infection du boitier (signes locaux d'inflammation ou hypermétabolisme au TEP-TDM ou culture positive) sans infection de sonde ni EI valvulaire associée

## Hémocultures négatives

**Modalités** : ATB IV puis relais per os (après retrait du matériel)

**Molécules** :

- Probabiliste : Cf. ATB probabiliste
- Adaptée :
  - SAMS/SEMS : Clindamycine si sensible
  - SARM/SERM : Linézolide
  - E. faecalis : Amoxicilline
  - E. faecium : Linezolide
  - Streptocoque. : Amoxicilline

**Durée** : 7-14 jours après ablation (14 jours si *S. aureus* ou abcès)

## Hémocultures positives

**Modalités** : ATB IV

**Molécules** :

- Probabiliste : Cf. ATB probabiliste
- Adaptée :
  - SAMS/SEMS : C1G
  - SARM/SERM : Daptomycine
  - E. faecalis : Amoxicilline
  - E. faecium : Teicoplanine
  - Streptocoque : Amoxicilline

**Durée** : 14 jours après ablation (4 semaines si *S. aureus* ? *HRS 2017 – ESC 2023*)

# Infection de sonde

Végétation visualisée sur le trajet d'une sonde (ETO et/ou hypermétabolisme au TEP-TDM) ou culture de de l'extrémité distale de la sonde positive sans EI valvulaire

**Modalités :** ATB IV

**Molécules :**

- Probabiliste : Cf. ATB probabiliste
- Adaptée :
  - SAMS/SEMS : C1G (+/- bithérapie en l'absence de retrait ?)
  - SARM/SERM : Daptomycine (+/- bithérapie ?)
  - *E. faecalis* : Amoxicilline
  - *E. faecium* : Teicoplanine
  - Streptocoque : Amoxicilline

**Durée :**

- 14 jours après ablation (4 semaines si *S. aureus* ?)
- 6 semaines puis ATB suppressive en l'absence d'ablation

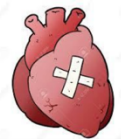
# Endocardite valvulaire

Cf. Cours Endocardite infectieuse



## Antibiothérapie des endocardites et médiastinites

Dr Pauline THILL  
Unité de Maladies Infectieuses et Tropicales  
CHU Lille



# Extraction du matériel

---

# Généralités

- **Pierre angulaire du traitement +++ :**
  - *Mortalité à J30 en cas de maintien du matériel : HR = 6,97 (Y Le et al. Heart Rhythm. 2011)*
- **Ablation de tout le matériel** (qu'il s'agisse d'une infection de sonde ou de boîtier)
- **Geste à risque :**
  - Risque embolique en cas de végétation sur sonde (surtout si végétation > 20 mm)
  - Risque de perforation lors du retrait (présence d'un chirurgien cardiaque sur site si possible)

# Généralités

- **Sous quel délai :** Idéalement < 3 jours (*mortalité diminuée par rapport à un retrait à J7*)
- **Modalités :**
  - Extraction percutanée
  - Chirurgicale à discuter si végétation > 20 mm (ou aspiration de la végétation au préalable ?)
  - Lavage ++ de la loge du boitier
- **Post-retrait :**
  - Contrôle des hémocultures à 48h.
  - En cas d'infection de sonde : Recherche d'EI valvulaire :
    - ETT systématique
    - +/- ETO (si signes infectieux ou hémocultures positives en post-retrait ou non échogène ou prothèse)



ESC

European Society  
of Cardiology

European Heart Journal (2023) **00**, 1–95  
<https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad193>

**AHA SCIENTIFIC STATEMENT**

2023 American Heart Association,



ESC

European Society  
of Cardiology

Europace (2020) **22**, 515–516  
[doi:10.1093/europace/euz246](https://doi.org/10.1093/europace/euz246)



# Extraction du matériel (ESC 2023)

Complete system extraction without delay is <u>recommended</u> in patients with <u>definite</u> CIED-related IE under initial empirical antibiotic therapy. <sup>698,699</sup>	<b>I</b>	<b>B</b>
In cases of <u>possible CIED</u> -related IE with occult <u>Gram-positive bacteraemia or fungaemia</u> , complete system removal should <u>be considered</u> in case bacteraemia/fungaemia persists after a course of antimicrobial therapy. <sup>673–676</sup>	<b>IIa</b>	<b>C</b>
In cases of <u>possible CIED</u> -related IE with occult <u>Gram-negative bacteraemia</u> , complete system removal may <u>be considered</u> in case of <u>persistent/relapsing bacteraemia</u> after a course of antimicrobial therapy. <sup>680,690,691</sup>	<b>IIb</b>	<b>C</b>
Complete CIED extraction should <u>be considered</u> in case of <u>valvular IE, even without definite lead</u> involvement, taking into account the identified pathogen and requirement for valve surgery.	<b>IIa</b>	<b>C</b>

# Extraction du matériel (EHRA 2019)

Complete CIED removal is indicated in bacteraemia or fungaemia with *S. aureus*, CoNS, *Cutibacterium* spp., and *Candida* spp



In bacteraemia with alpha- or beta-haemolytic *Streptococcus* spp. and *Enterococcus* spp., a complete CIED removal may be performed as first-line treatment or in case of recurrent/continued bacteraemia despite appropriate antibiotic therapy as a second step therapy



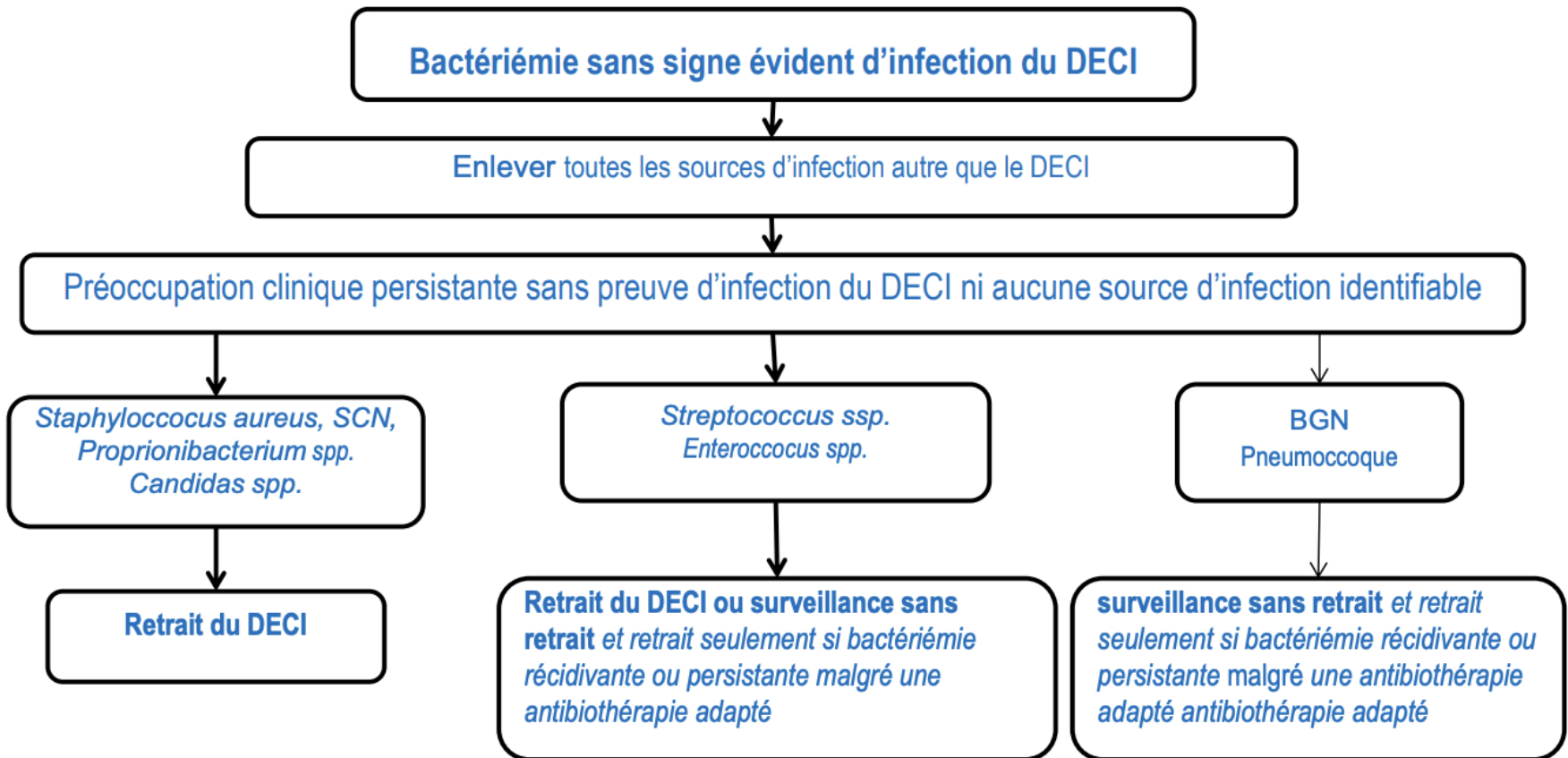
In case of bacteraemia with non-pseudomonal/*Serratia* Gram-negative bacteria or *Pneumococcus* spp. CIED removal should be performed in the case of recur-  
rent/continued bacteraemia despite appropriate antibiotic therapy when there is no other identifiable source for recurrence or continued infection



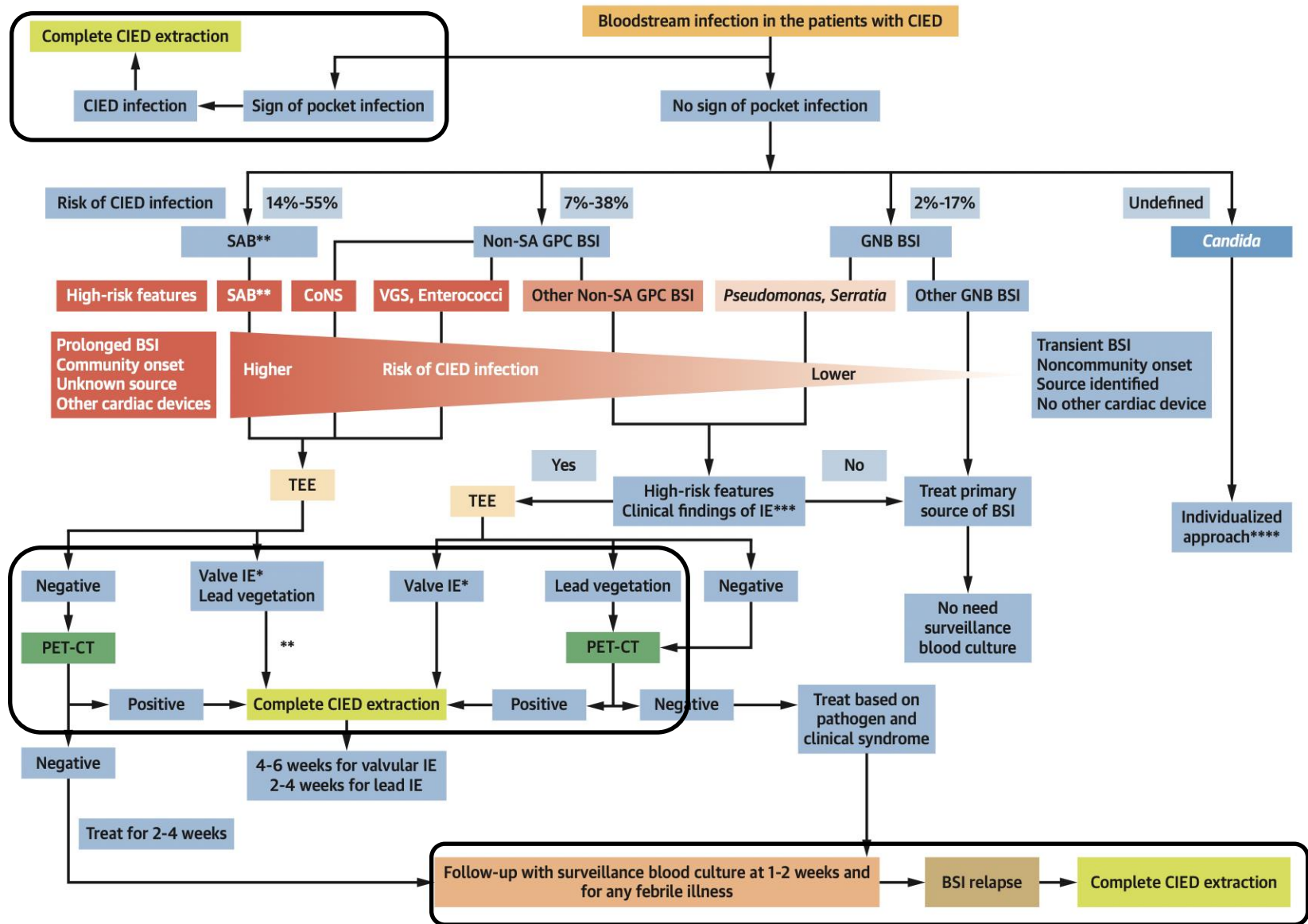
Complete CIED removal is recommended in patients with infective endocarditis with or without definite involvement of the CIED system



# Extraction du matériel



# Extraction du matériel



# Extraction du matériel : Synthèse

**Infection prouvée de DECI**  
(sonde et/ou boitier)

Retrait du matériel (*Grade I*)

**EI valvulaire**  
(avec ou sans infection de DECI)

Retrait du matériel (*Grade IIa*)

**Bactériémie/fongémie  
isolée**

(normalité ETO et TEP-TDM)

## Décision en fonction du pathogène

- *Staphylococcus aureus*, Staphylocoque à coagulase négative, *Cutibacterium acnes*, *Candida* : **Retrait du DECI d'emblée** (surtout si bactériémie/fongémie persistante)
- Streptocoque, entérocoque, *Pseudomonas aeruginosa*, *Serratia marcescens* : Au choix : **Retrait du DECI d'emblée** ou **seulement si bactériémie persistante/récurrente**
- Pneumocoque ou autre BG - : **Retrait seulement si bactériémie persistante/récurrente**

# Réimplantation du matériel

---

# Réimplantation

1<sup>ère</sup> question

Repose de matériel indispensable ? (30% de non-indication)

2<sup>ème</sup> question

Site de la repose et délai ?

If CIED reimplantation is indicated after extraction for CIED-related IE, it is recommended to be performed at a site distant from the previous generator, as late as possible, once signs and symptoms of infection have abated and until blood cultures are negative for at least 72 h in the absence of vegetations, and negative for at least 2 weeks if vegetations were visualized.<sup>701,711</sup>

I

C



ESC

European Society  
of Cardiology

European Heart Journal (2023) 00, 1–95  
<https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad193>

# Réimplantation chez les patients dépendants

Après retrait d'un pacemaker, chez un patient stimulo-dépendant

En attente de repose

**Sondes d'entraînement électro-systoliques**  
Sondes endocavitaires (VD) placées sous scopie  
Reliées à un boîtier externe

Chez les patients à très haut risque infectieux

**Pacemaker sans sonde : MICRA**  
Pacemaker fixé dans le VD



Après retrait d'un DAI, chez un patient à haut risque de trouble du rythme

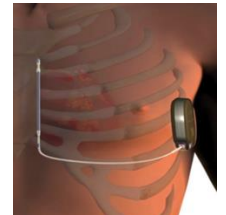
En attente de repose

**Life-vest**  
DAI externe



Chez les patients à très haut risque infectieux

**DAI sous-cutané (SICD)**  
Défibrillateur axillaire (sonde tunnelisée en pré-sternal)



# Antibiothérapie suppressive

---

# Généralités

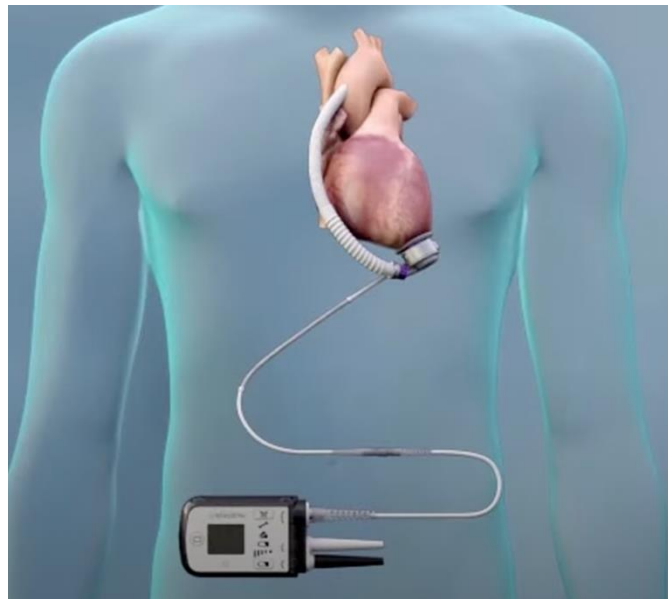
- **Indication** : Maintien en place (ou extraction incomplète) du matériel
- **Modalités** : Après une antibiothérapie curative IV de 6 semaines
- **Molécules** : À adapter à l'identification et aux effets indésirables (doxycycline, cotrimoxazole, céfalexine, amoxicilline...)
- **Durée : Variable (1 à 2 ans voire à vie), en fonction :**
  - Du type d'infection initiale
  - Du matériel en place (totalité du matériel ? Sonde abandonnée ?)
  - De la tolérance de l'antibiothérapie
  - De l'évolution du TEP-TDM ?

## Regional Antibiotic Delivery for Implanted Cardiovascular Electronic Device Infections



# Infections d'assistance ventriculaire gauche (LVAD)

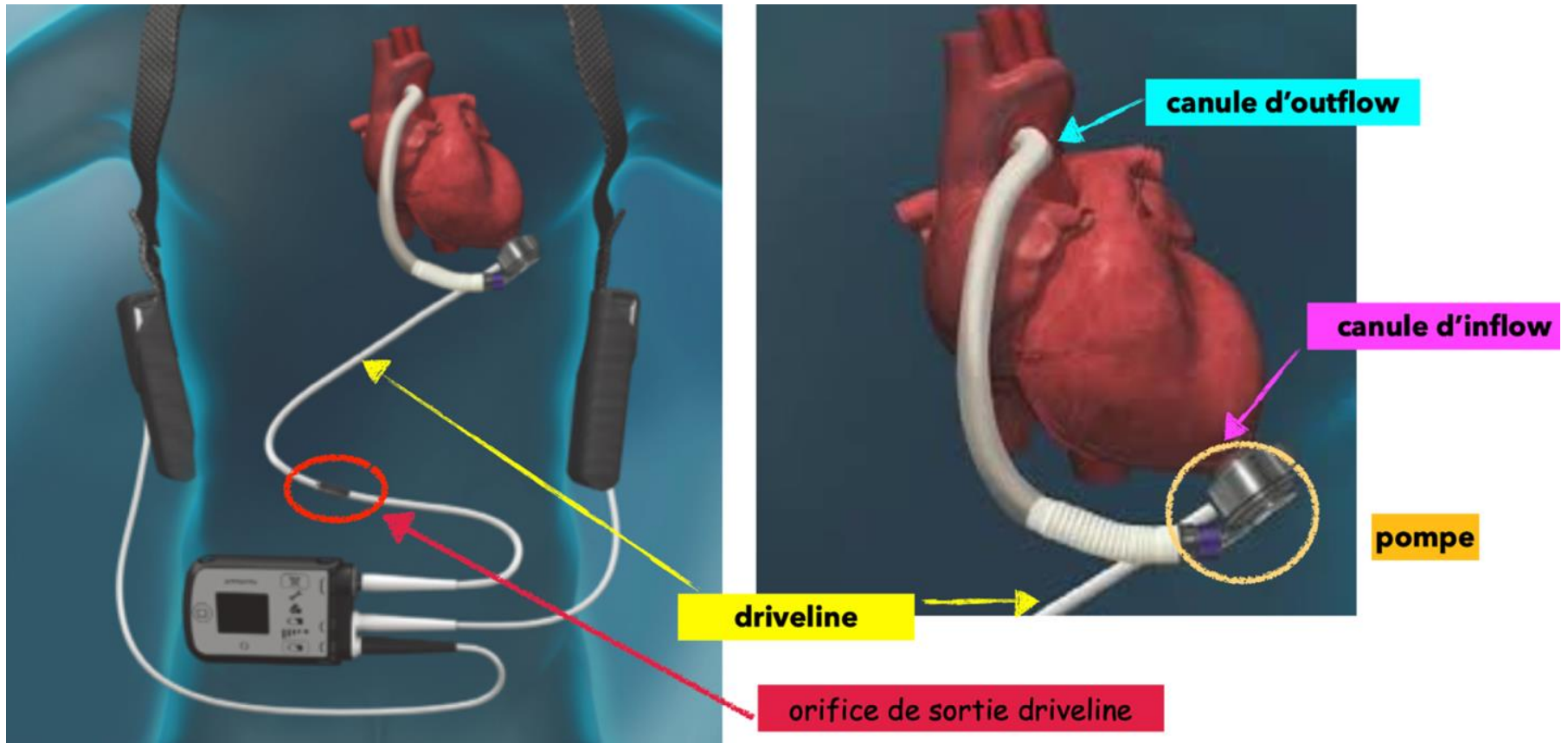
---



# Généralités

Systeme d'assistance ventriculaire gauche (LVAD) : HeartMate3®

Indication : Défaillance ventriculaire gauche isolée



# Indications de HeartMate3<sup>®</sup>

---

## ***Bridge to transplantation***

Patient en attente de transplantation cardiaque

## ***Destination therapy***

Patient récusé d'un projet de transplantation cardiaque, sans perspective de guérison de son insuffisance cardiaque

## ***Bridge to decision (candidacy)***

Patient en cours d'éligibilité à la transplantation dont le projet n'est pas encore établi

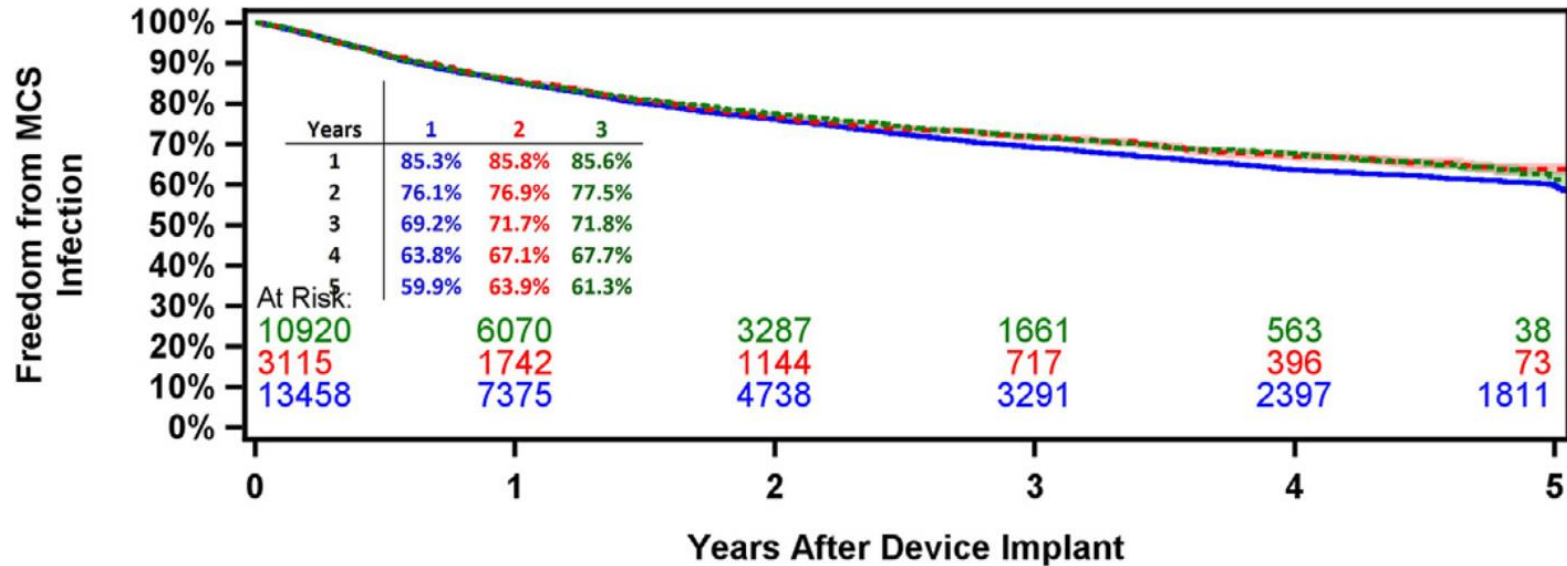
## ***Bridge to recovery***

Perspective de récupération de l'insuffisance cardiaque

# Épidémiologie

D

Time to First MCS Infection by Era and Device Type  
Intermacs: January 1, 2013 - December 31, 2022



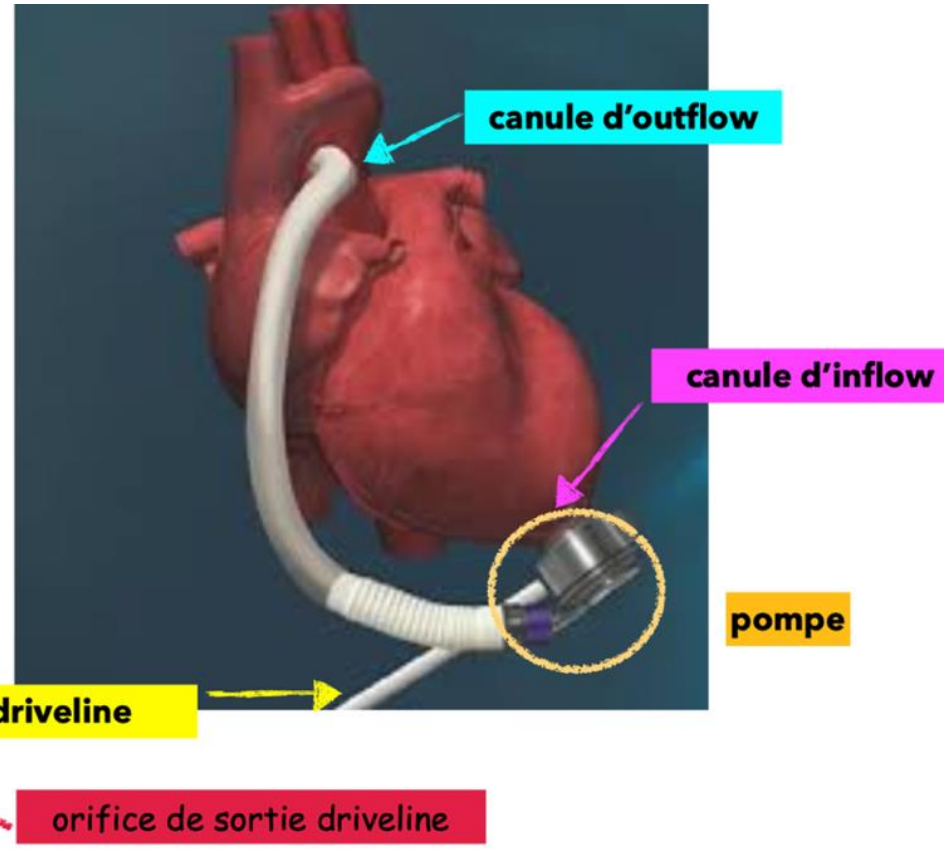
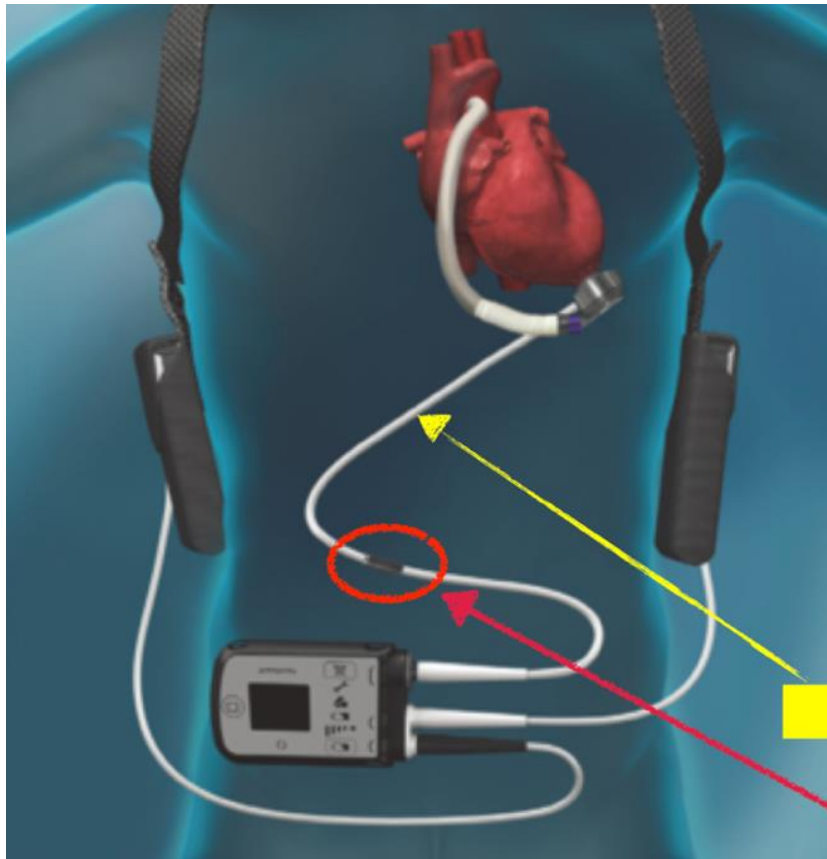
— 1. Historical Non-Mag-Lev 2013-2017 (n = 13458, MCS Infection = 3198)  
- - - 2. Non-Mag-Lev 2018-2022 (n = 3115, MCS Infection = 627)  
- · - · - 3. Mag-Lev 2018-2022 (n = 10920, MCS Infection = 2025)

Risque d'infection : 35-45% à 5 ans

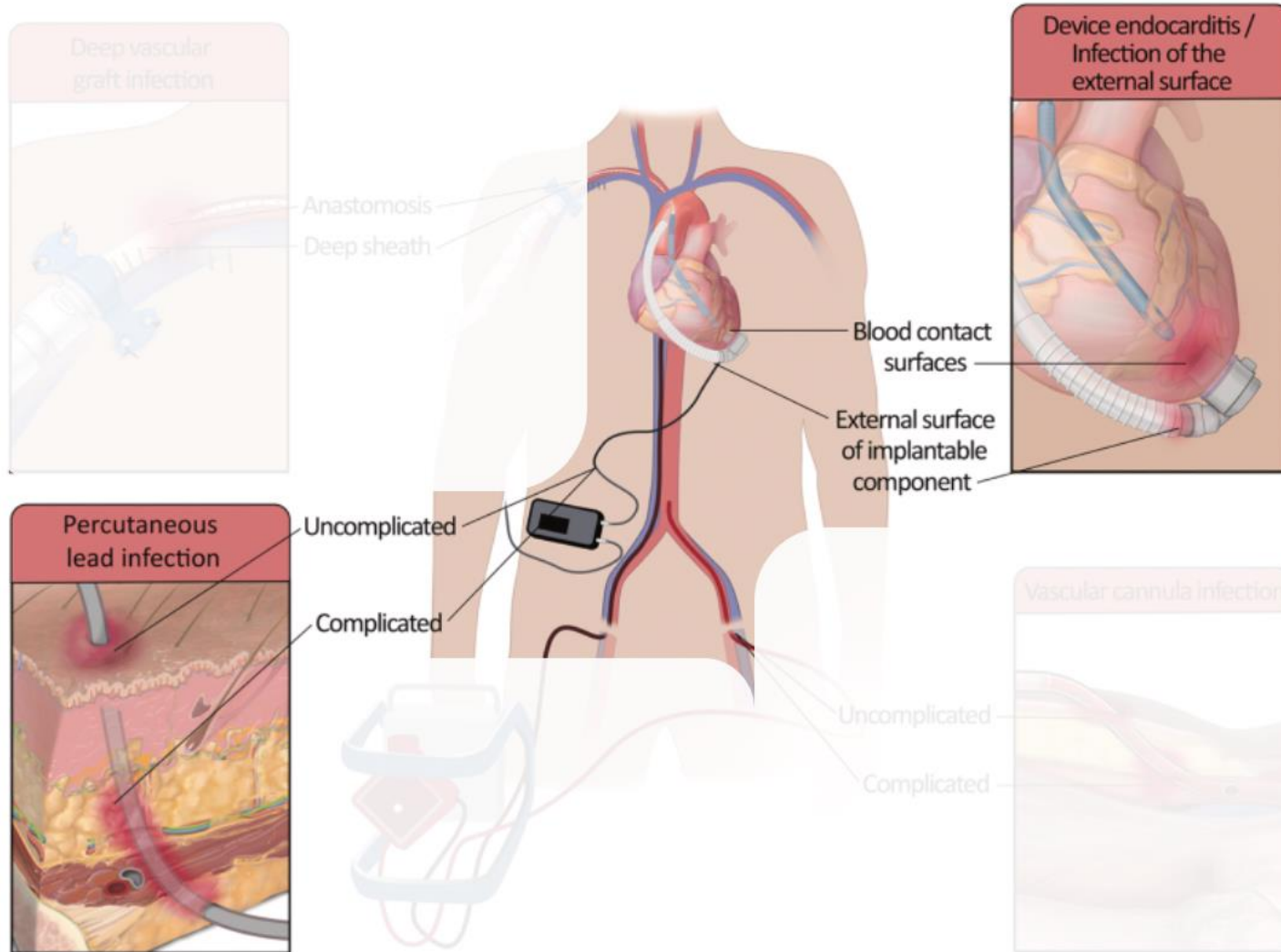
# Définitions

**Infections profondes**  
Pompe ou canules

**Infections de câble (driveline)**  
Complicquées ou non compliquées



# Définitions



# Définitions : Infection profonde

## Infections profondes (pompe ou canules)

### Diagnostic à retenir si :

- Positivité des hémocultures périphériques (sans autre porte d'entrée retrouvée)
- Infiltration ou collection en regard de la pompe ou des canules (TDM).
- Hypermétabolisme de la pompe ou des canules (TEP-TDM).
- Endocardite valvulaire associée.
- Médiastinite associée.

**ETO systématique en cas d'hémoculture positive, à la recherche d'une endocardite valvulaire associée.**

# Définitions : Infection de câble

## Infections de câble compliquée

Douleur, sensibilité, érythème, écoulement et/ou induration du site de sortie du câble.

### Et :

- Absence de signes généraux.
- Négativité des hémocultures.
- Absence d'abcès au niveau de l'orifice de sortie, d'infiltration ou de collection profonde du câble (si TDM réalisé).
- Absence d'hypermétabolisme du câble (si TEP-TDM réalisé).

## Infections de câble non compliquée

Douleur, sensibilité, érythème, écoulement, induration et/ou **fistule** au niveau du site de sortie du câble.

### Et/ou :

- Fièvre, signes généraux.
- Absès au niveau de l'orifice de sortie (TDM)
- Infiltration ou collection du câble (TDM).
- Hypermétabolisme du câble (TEP-TDM).

En cas d'hémoculture positive = **Infection profonde**

# Microbiologie

## Épidémiologie microbiologique variable

Prépondérance de **Gram positifs**  
(flore cutanée)  
Staphylocoque méti-R fréquent

Infections à **Gram négatifs** non rares  
*P. aeruginosa* possible

**Table III.** Characteristics of LVAD-associated infections<sup>a, b</sup>

	Total LVAD-associated infection (any site; n = 201)	Percutaneous driveline infection (n = 171)	Pocket infection (n = 51)	Pump/cannula infection (n = 26)	P
Time from LVAD implantation to infection (mo), median (IQR)	6.5 (3.1-12.4)	6.9 (3.9-13.0)	6.2 (2.3-13.5)	4.6 (1.3-8.0)	.056
Pathogens (%) <sup>a, b</sup>					
<i>S aureus</i>	113 (56)	85 (50)	20 (39)	8 (31)	.116
<i>Enterobacteriaceae</i>	61 (30)	45 (26)	12 (23)	4 (15)	.474
<i>P aeruginosa</i>	34 (17)	26 (15)	5 (10)	3 (11)	.581
Coagulase-negative staphylococci	13 (6)	9 (5)	4 (8)	0	.344
<i>Candida</i> species	13 (6)	3 (2)	5 (10)	5 (19)	<b>&lt;.001</b>

# Diagnostic : Microbiologie

## Hémocultures systématiques

- Trois paires (soit 6 flacons au total) espacées chacune d'au moins une heure, à partir d'une ponction veineuse distincte.
- Minimum 10 mL par flacon
- Hémocultures différentielles cathéter et périphérie le cas échéant

## Prélèvement local ?

- Uniquement si écoulement purulent.
- A réaliser lors de la réfection du pansement de HeartMate3<sup>®</sup>
- Prélèvement de l'écoulement purulent à l'aiguille (pas d'écouvillon)

## Prélèvement profond ?

- Uniquement si reprise chirurgicale (rare)

# Diagnostic : Imagerie

## Scanner abdomino-pelvien

- Infiltration ou collection en regard de la pompe ou des canules ?
- Abscès au niveau de l'orifice de sortie ?
- Infiltration ou de collection profonde du câble ?

## TEP-scanner

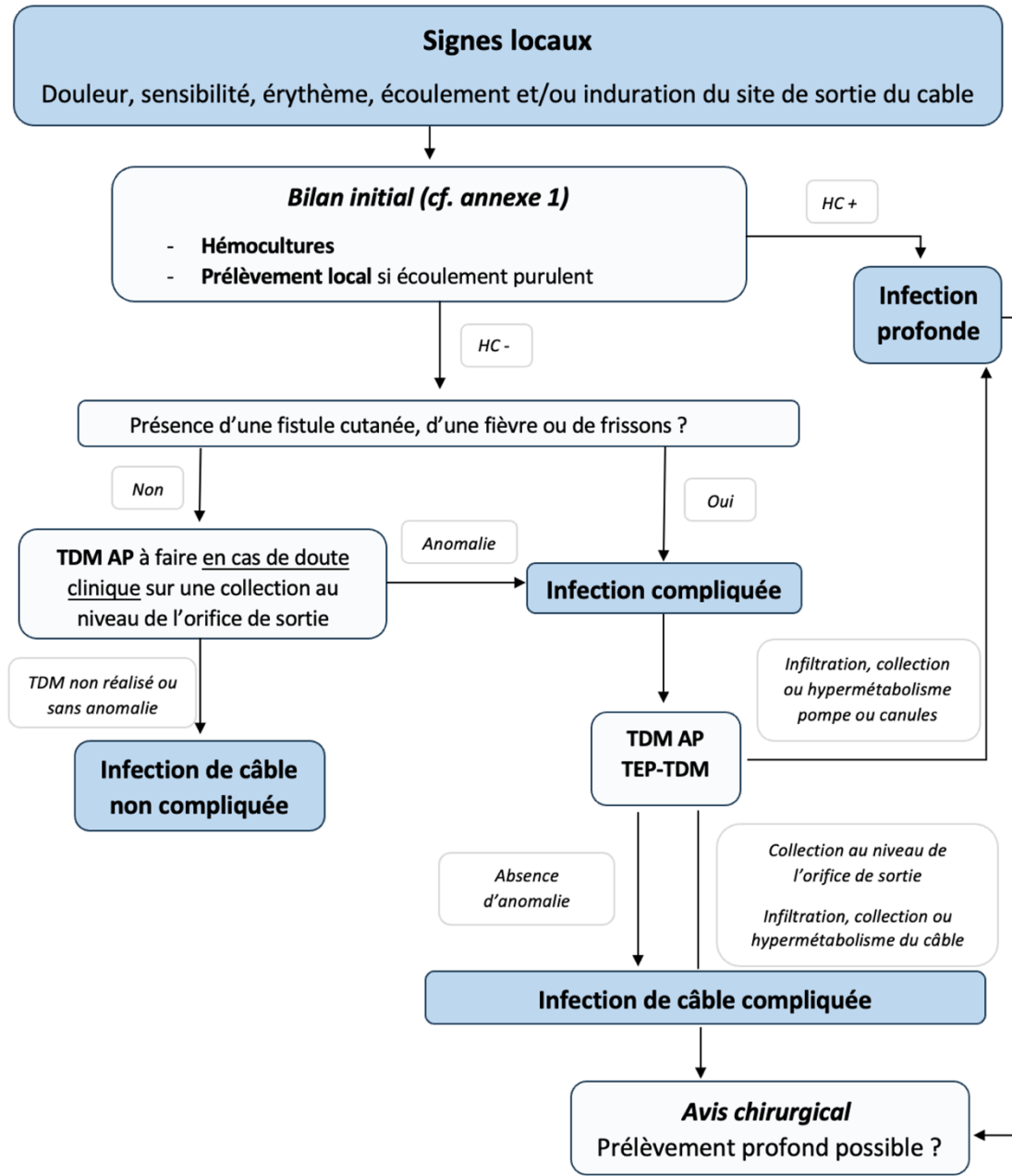
- Hypermétabolisme de la pompe ou des canules ?
- Hypermétabolisme du câble (TEP-TDM).

## ETO

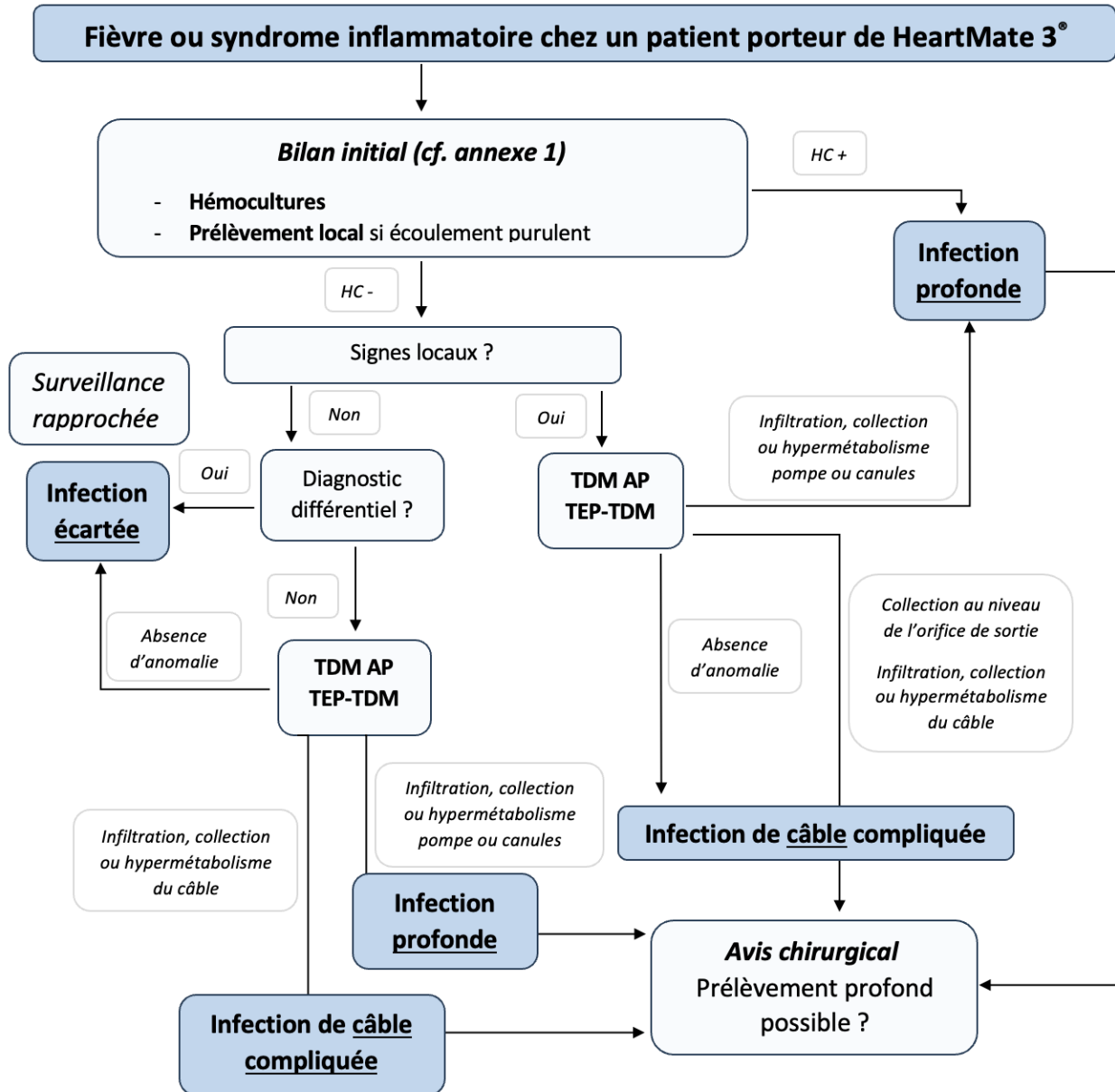
- Recherche d'endocardite valvulaire si hémocultures positives

**Aucun examen systématique**

# Prise en charge diagnostique



# Prise en charge diagnostique



# Traitement

## Généralités

- **Aucune recommandation**
- Modalités variables selon le diagnostic retenu : IV ou per os, durée, antibiothérapie suppressive ou non...
- Peu de prélèvements microbiologiques de bonne qualité

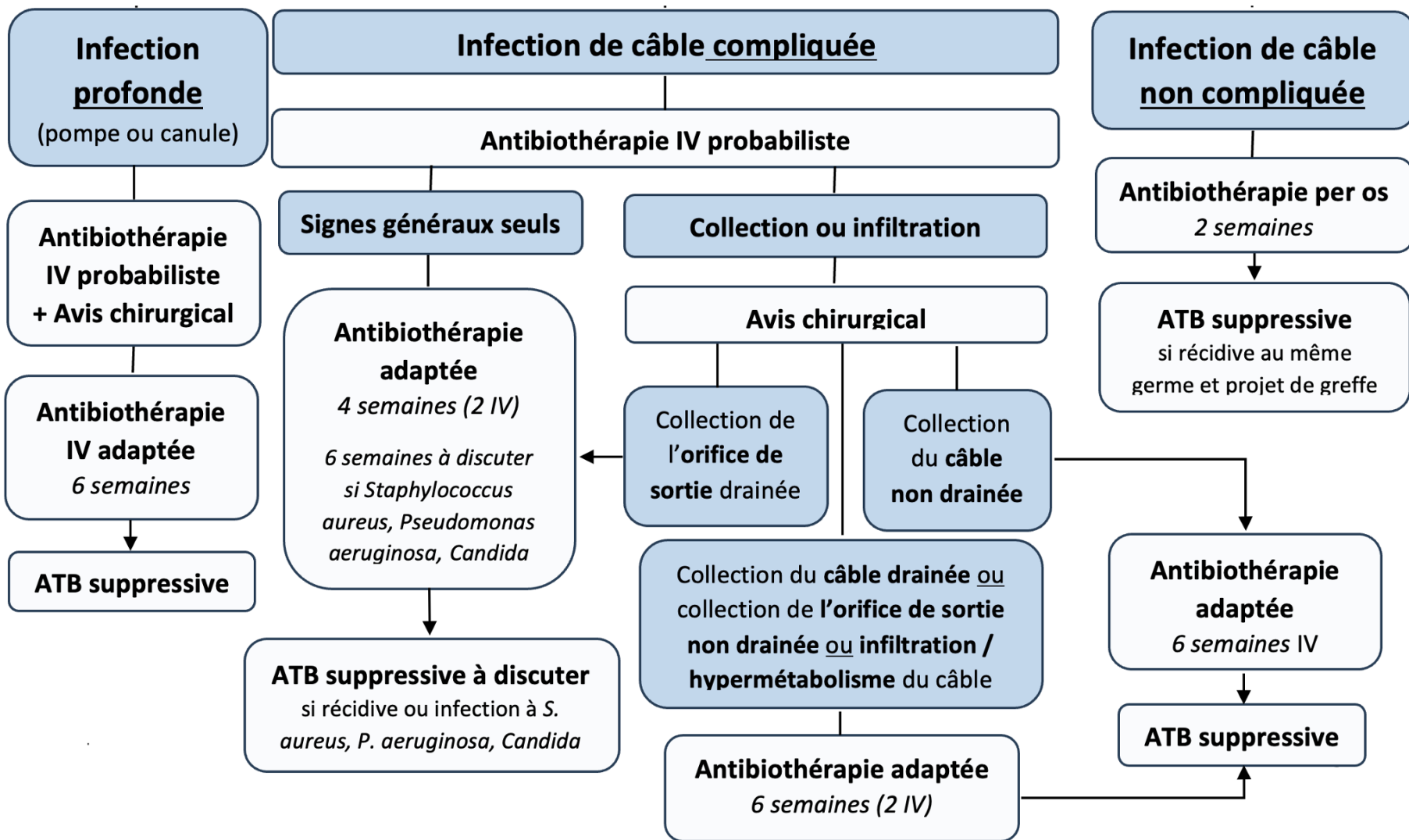
## Antibiothérapie probabiliste

- Après les prélèvements d'hémocultures +/- prélèvements locaux
- Recommandé si suspicion d'infection profonde ou d'infection de câble compliquée
- **Propositions** : TAZOCILLINE 16g/24h + DAPTOMYCINE 10-12 mg/kg/24h

## Traitement chirurgical

- A discuter mais rarement réalisée
- Changement du matériel impossible
- Drainage en cas de collection sous-cutané ou d'abcès profond

# Traitement



# Merci pour votre attention

---

Si question : [gregoire.saltiel@chu-lille.fr](mailto:gregoire.saltiel@chu-lille.fr)

