

FAME

next
HEALTH AND
ENGINEERING



Région
PAYS
de la
LOIRE



Construction et validation de modèles dédiés à la génération de profils anesthésiques

CHLOÉ GRIVAUD & ANTOINE BOUCHET



UN Nantes
Université

PLAN

- ▶ **Contexte et problématique scientifique**
- ▶ **Notre contribution**
 - Enrichissement du générateur par deux nouvelles chirurgies
 - Ajout d'une situation critique
 - Intégration des interactions médicamenteuses
- ▶ **Conclusion et perspectives**



1 CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE SCIENTIFIQUE

LABORATOIRES

Laboratoire des Sciences du Numérique de Nantes (LS2N)

- **Approfondir et diffuser les sciences du numérique**
- **Equipe DUKe - Dr Christine Sinoquet**
- **Dr Hugo Boisaubert**



LABORATOIRES

Laboratoire des Sciences du Numérique de Nantes (LS2N)

- **Approfondir et diffuser les sciences du numérique**
- **Equipe DUKe - Dr Christine Sinoquet**
- **Dr Hugo Boisaubert**



Laboratoire Expérimental de Simulation de Médecine Intensive (LE SiMU)

- **Formation des professionnels de santé**
- **Simulation sur mannequins haute fidélité**
- **Pr Corinne Lejus-Bourdeau**



2010

11.3 millions d'anesthésies en France



ANESTHÉSIE

▶ Une pratique médicale spécifique avec

Des gestes médicaux

Des médicaments

▶ Pour réaliser un acte

Médical

Chirurgical

Obstrétical

▶ Impliquant

La suppression de la douleur

L'immobilisation

La perte de conscience

ANESTHÉSIE

▶ Deux types d'anesthésie :

Anesthésie générale



Anesthésie loco-régionale



MÉDICAMENTS EN ANESTHÉSIE GÉNÉRALE

HYPNOTIQUES



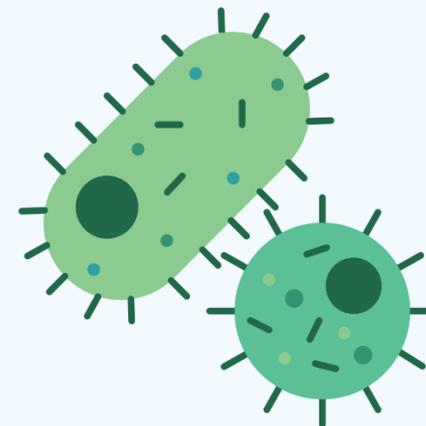
Induction de l'anesthésie

CURARES



Relâchement musculaire

ANTIBIOTIQUES



Prévention des infections

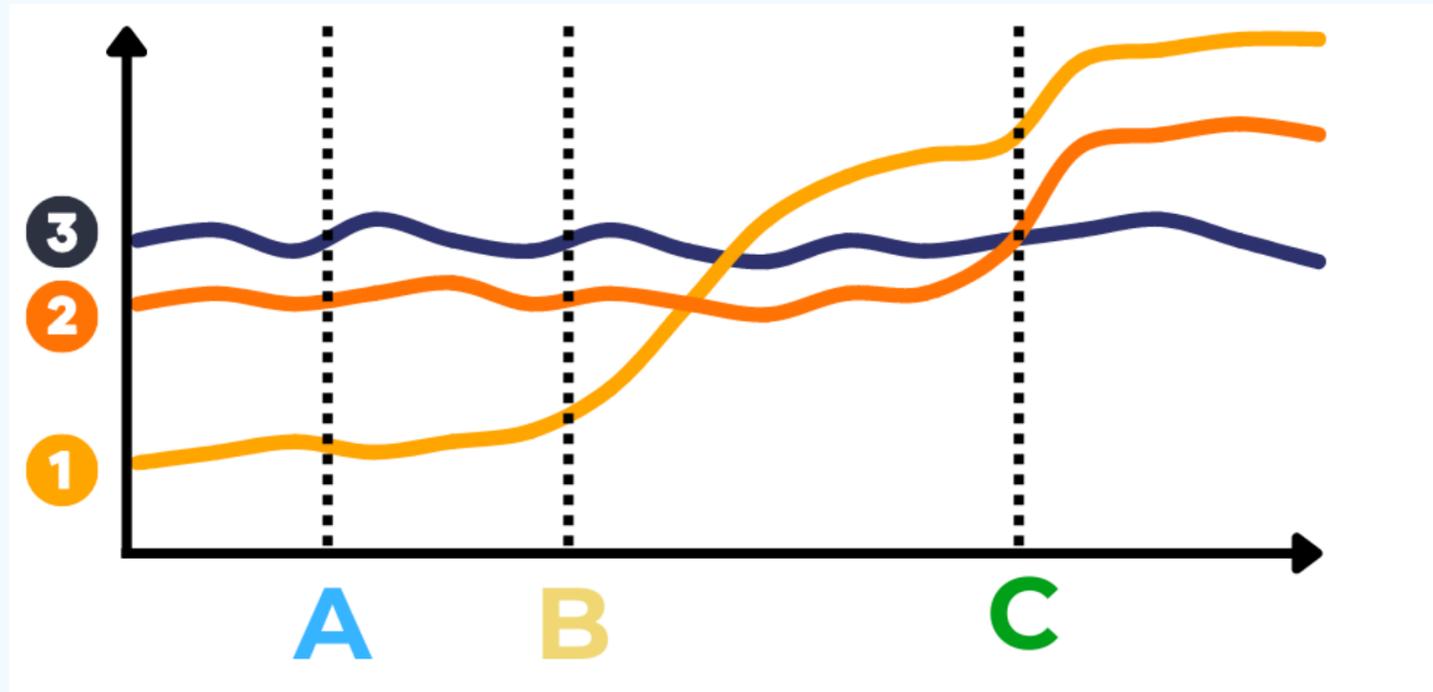
ANALGESIQUES



Gestion de la douleur

TRAVAUX PRÉCÉDENTS

Générateur de profils anesthésiques réalistes



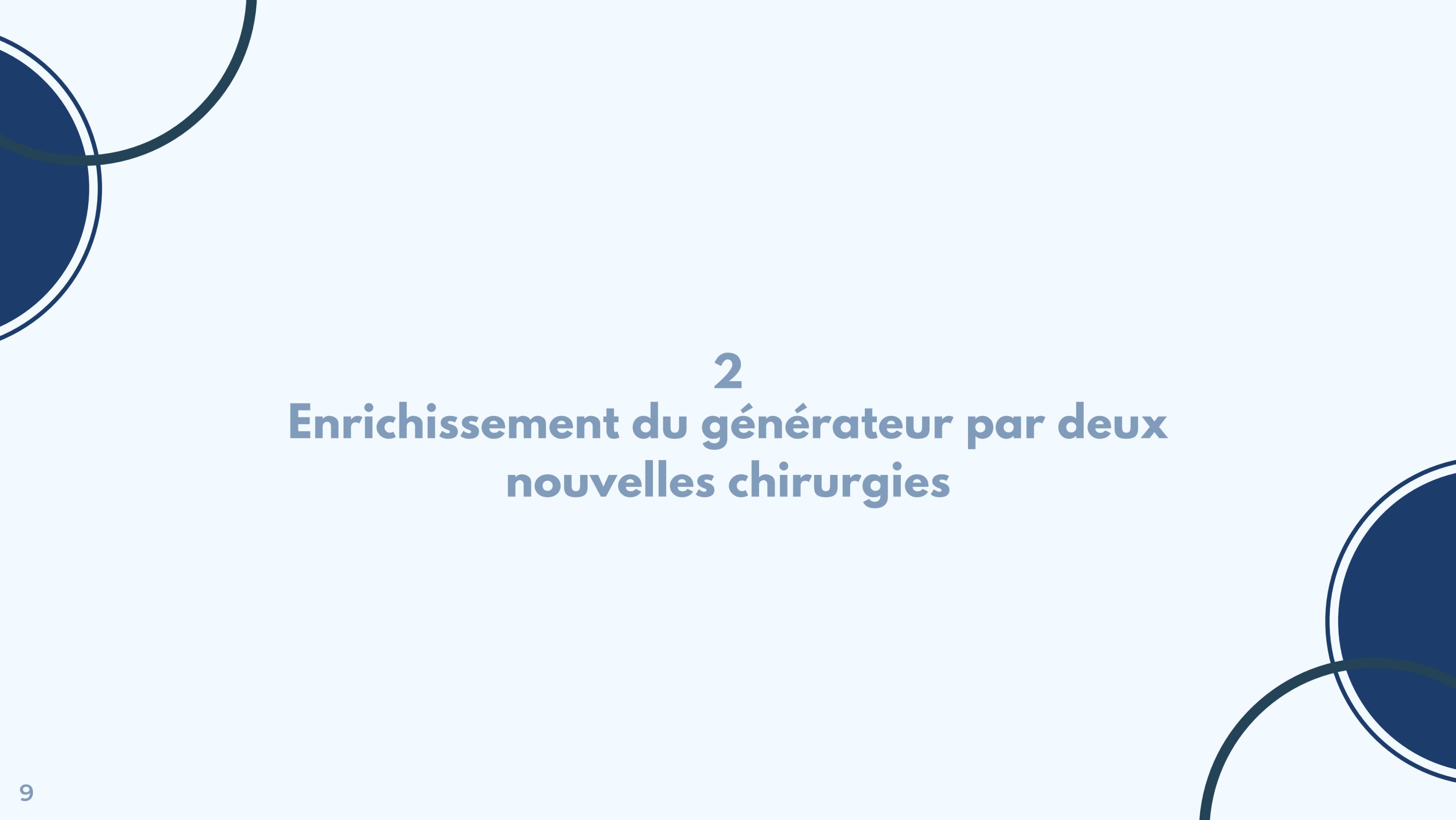
+



- Cure d'une hernie inguinale sous coelioscopie
- Mise en place d'une prothèse de genou

Patient étudié

- Homme
- Environ 30 ans
- Sans antécédents médicaux

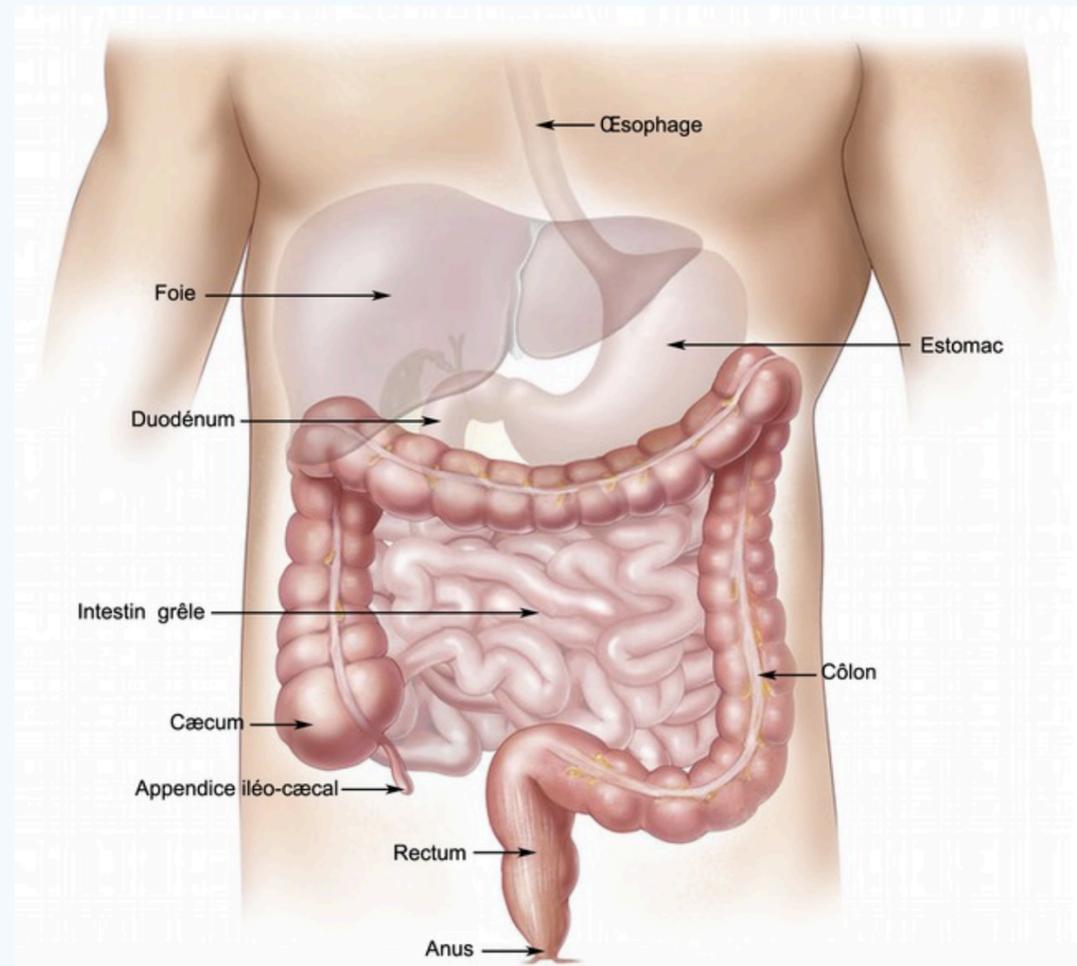


2

Enrichissement du générateur par deux nouvelles chirurgies

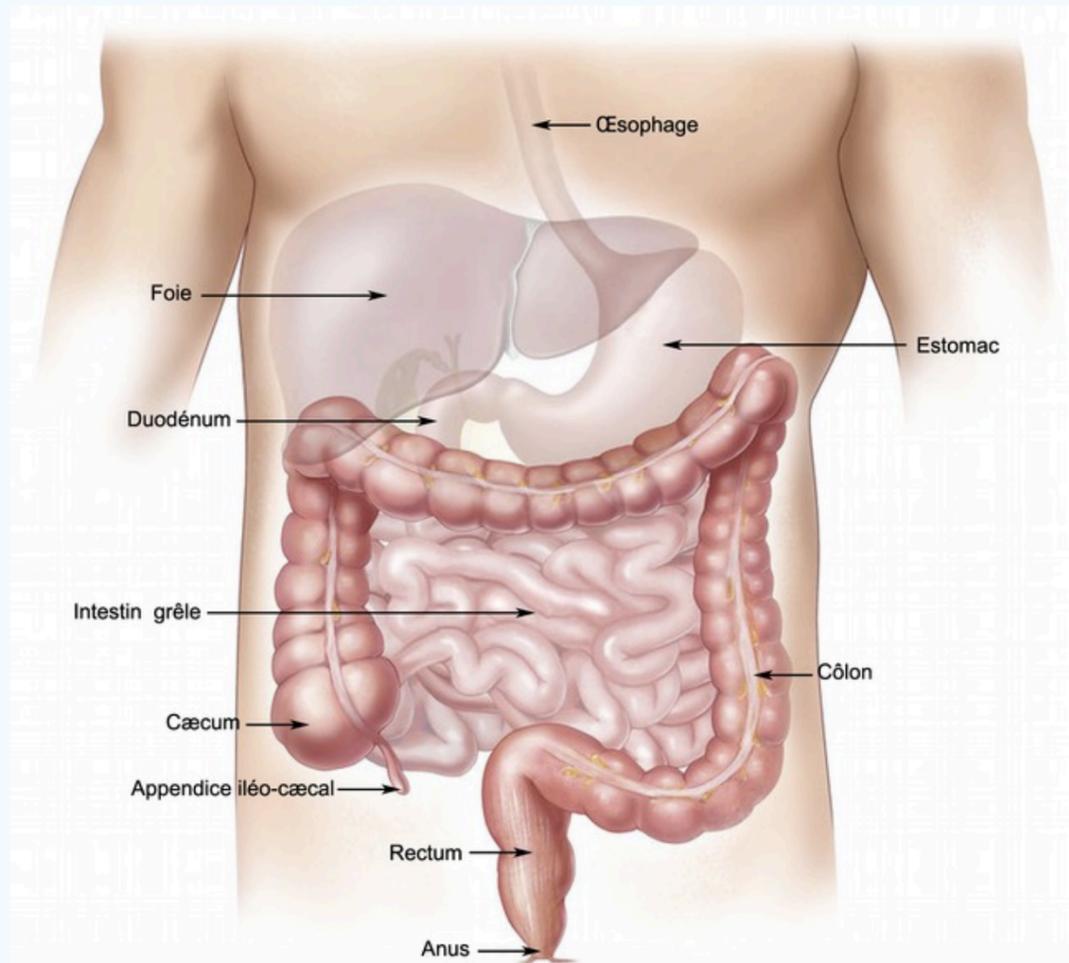
► Appendicectomie

Ablation de l'appendice

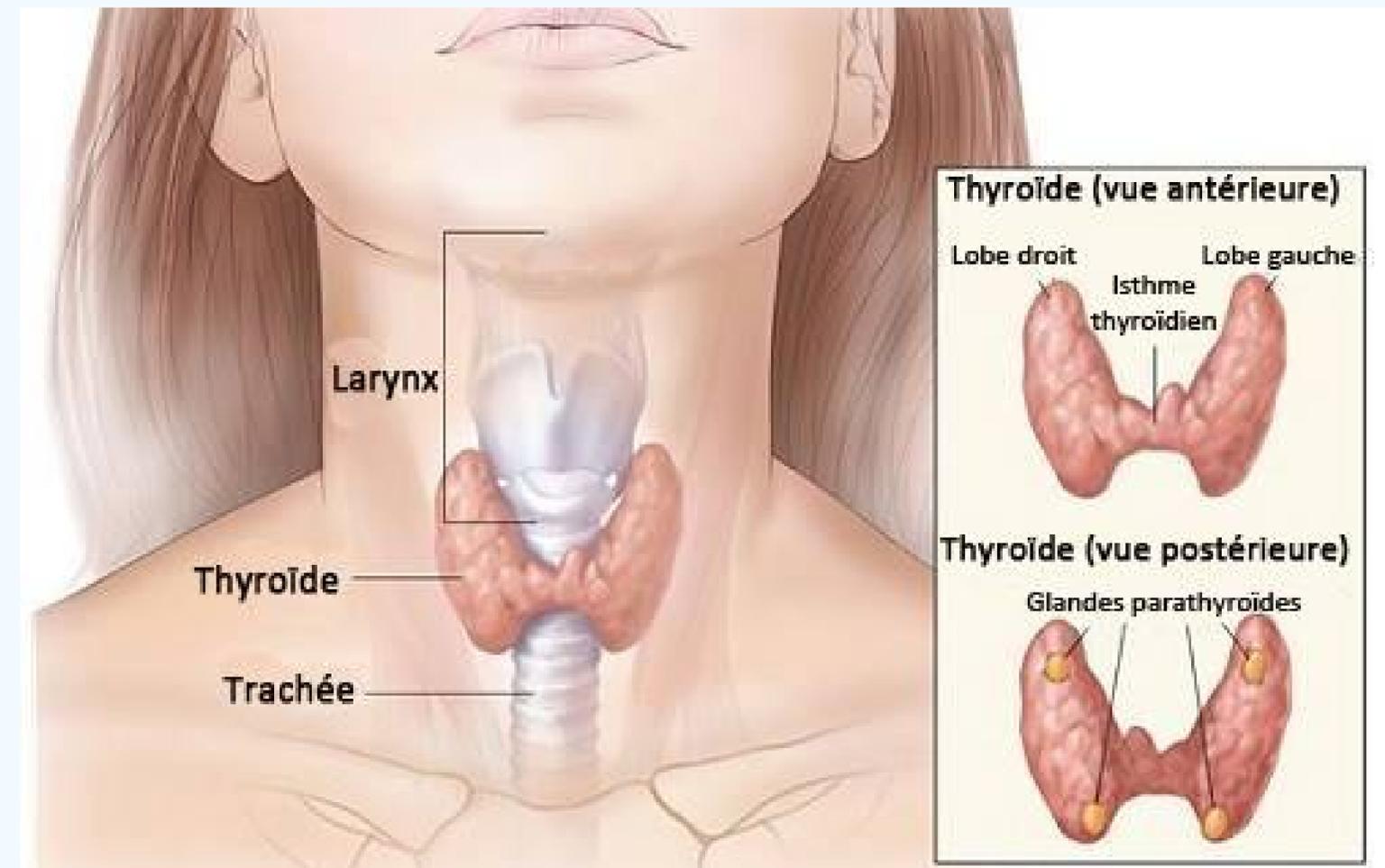


NOUVELLES CHIRURGIES

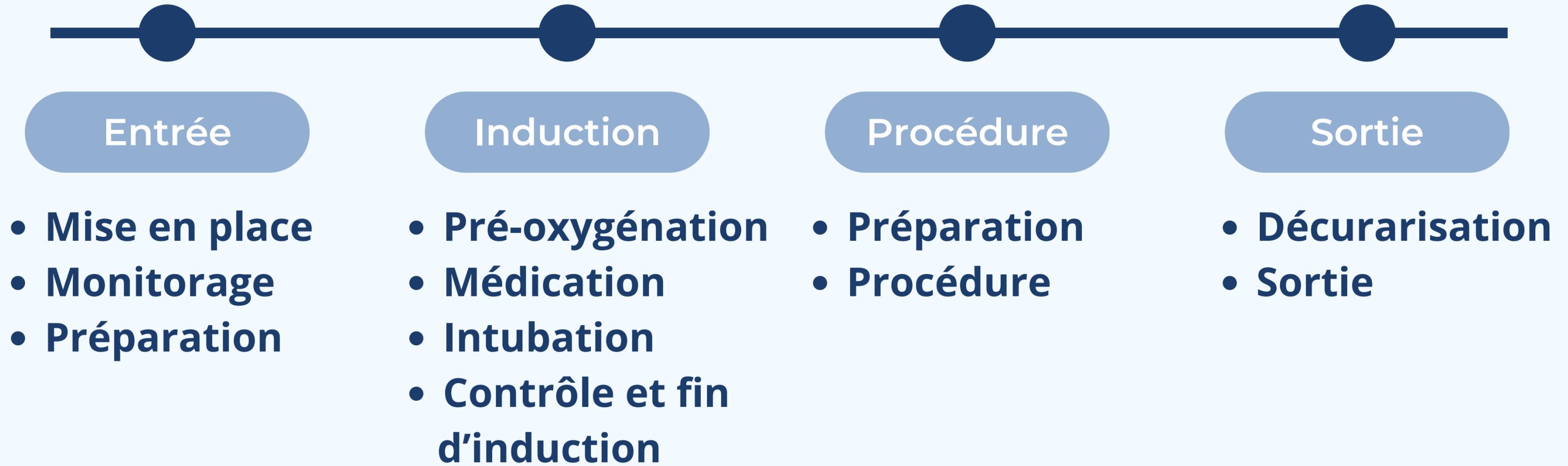
▶ Appendicectomie Ablation de l'appendice



▶ Thyroïdectomie Ablation partielle ou totale de la glande thyroïde



DEROULEMENT D'UNE CHIRURGIE SOUS ANESTHESIE GÉNÉRALE



IMPLEMENTATION

Grammaire formelle

▶ Notation de Backus-Naur

`<phrase> ::= <sujet> <verbe> <complément>
 | <sujet> <verbe>`

`<sujet> ::= <je> | <tu> | <il> | <nous> | <vous> | <ils>`

▶ **Éléments non-terminaux (substituables)**

▶ **Éléments terminaux (non-substituables)**

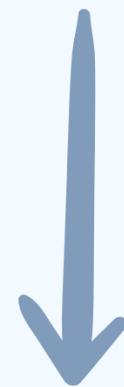
IMPLEMENTATION

Grammaire formelle

▶ Notation de Backus-Naur

$\langle \text{phrase} \rangle ::= \langle \text{sujet} \rangle \langle \text{verbe} \rangle \langle \text{complément} \rangle$
 $\quad \quad \quad | \langle \text{sujet} \rangle \langle \text{verbe} \rangle$

$\langle \text{sujet} \rangle ::= \langle \text{je} \rangle | \langle \text{tu} \rangle | \langle \text{il} \rangle | \langle \text{nous} \rangle | \langle \text{vous} \rangle | \langle \text{ils} \rangle$



Cas de l'anesthésie

$\langle \text{chirurgie} \rangle ::= \langle \text{entrée} \rangle \langle \text{induction} \rangle \langle \text{procédure} \rangle \langle \text{sortie} \rangle$

▶ **Éléments non-terminaux (substituables)**

▶ **Éléments terminaux (non-substituables)**

IMPLEMENTATION

Exemple : Appendicectomie

<chirurgie> ::= <entrée><induction><procédure><sortie>



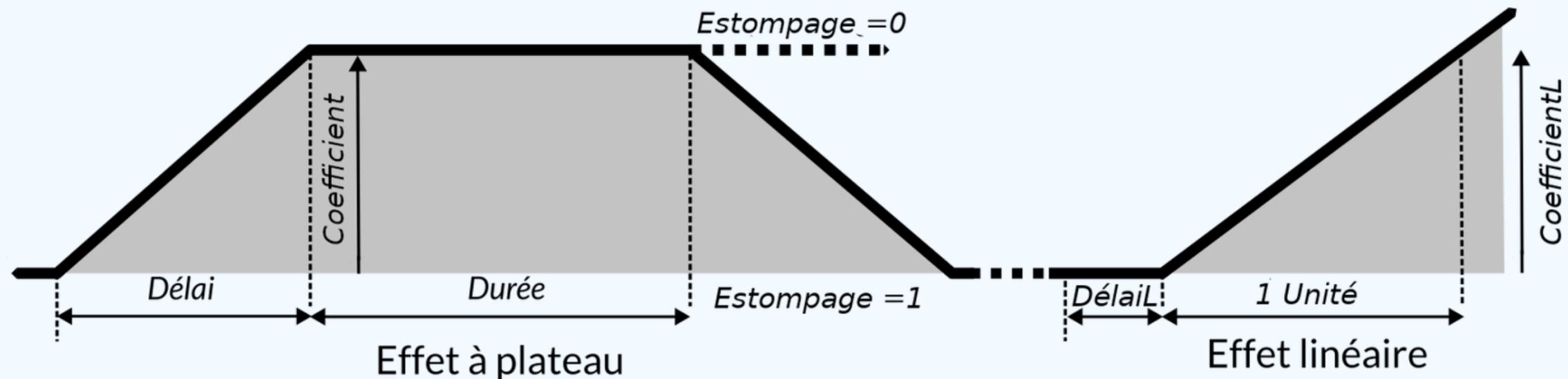
**<préparation> ::= <mise_en_place_chir> <auscul_pul> <points_support>
<mise_à_disposition>**

**<chirurgie> ::= <incision> <trocarts> <inflation> <auscul_pul>
<recrut_alvéolaire> <exploration_abdominale> <repérage_appendice>
<dissec_meso_appendice> <ligature_appendice> <section_appendice>
<electrocoagulation> <extraction_appendice> <toilette_péritonéale>
<ablation_trocarts> <déflation> <fermeture> <pansement>**

MODELISATION DES IMPACTS

- Recherches bibliographiques
- Utilisation des travaux précédents
- Echanges avec Pr Corinne Lejus-Bourdeau

Exemple : Impact d'un médicament sur un paramètre physiologique



CAS PARTICULIER : THYROÏDECTOMIE

CURARES

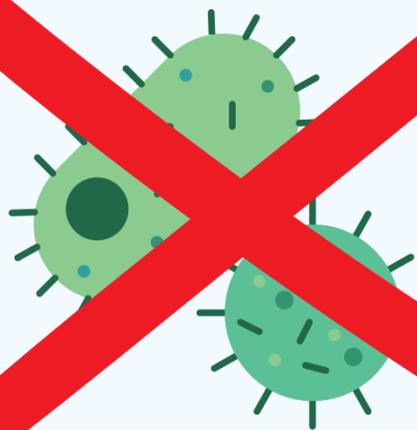


Relâchement musculaire

- **Monitoring des nerfs laryngés récurrents**
- **Facilite la chirurgie**

Besoin de modifications du générateur

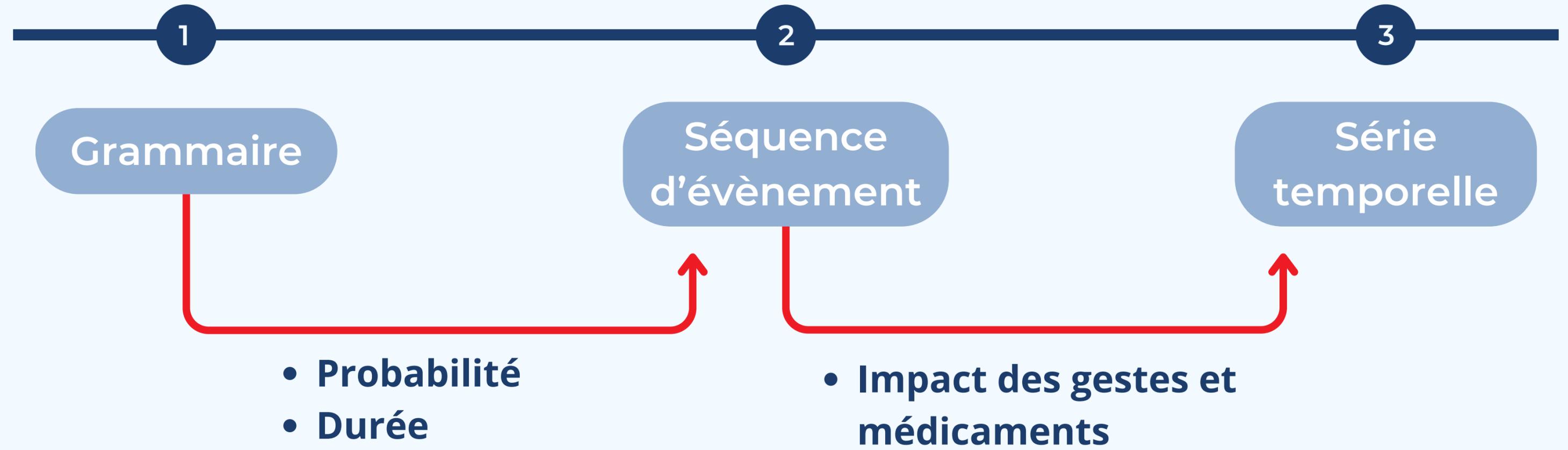
ANTIBIOTIQUES



Prévention des infections

Classe d'Altemeier I : chirurgie propre

FONCTIONNEMENT DU GENERATEUR



FONCTIONNEMENT DU GENERATEUR

1

Grammaire

- Probabilité
- Durée

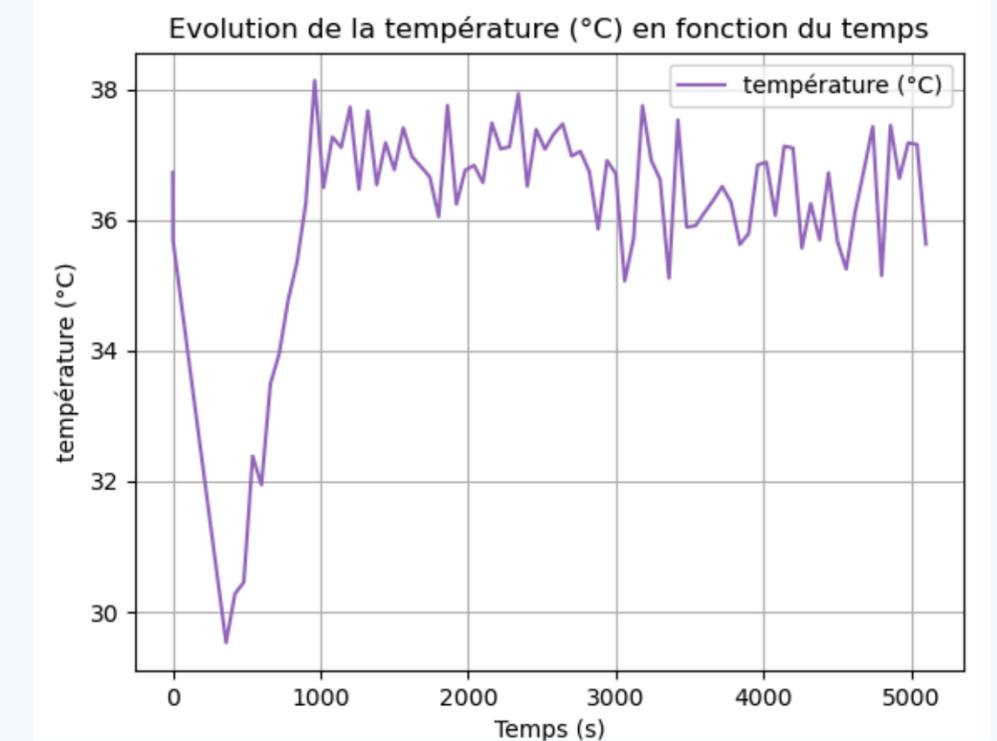
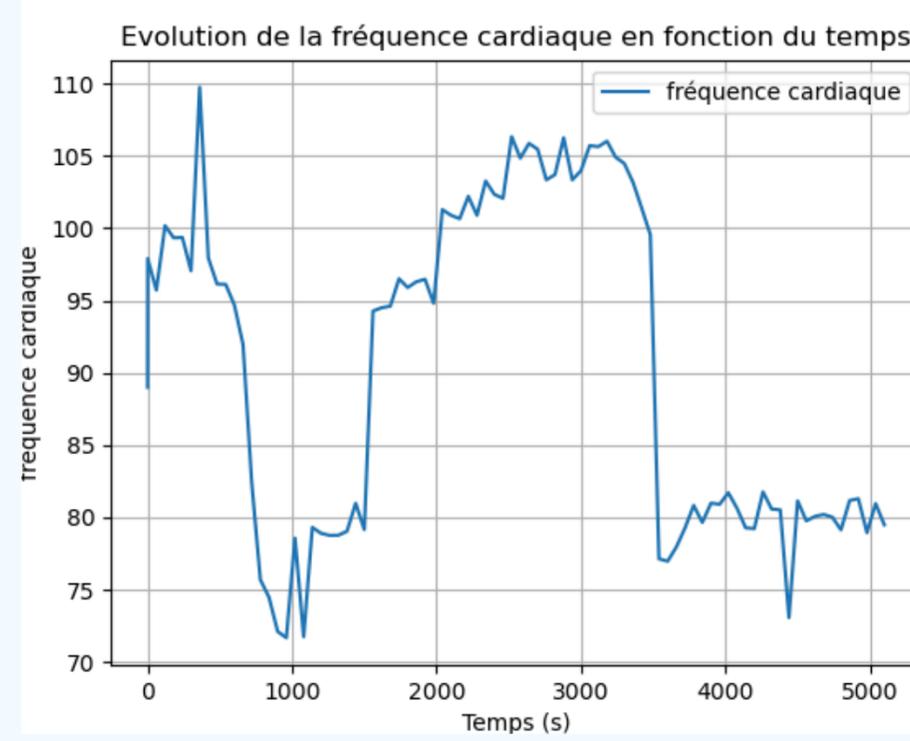
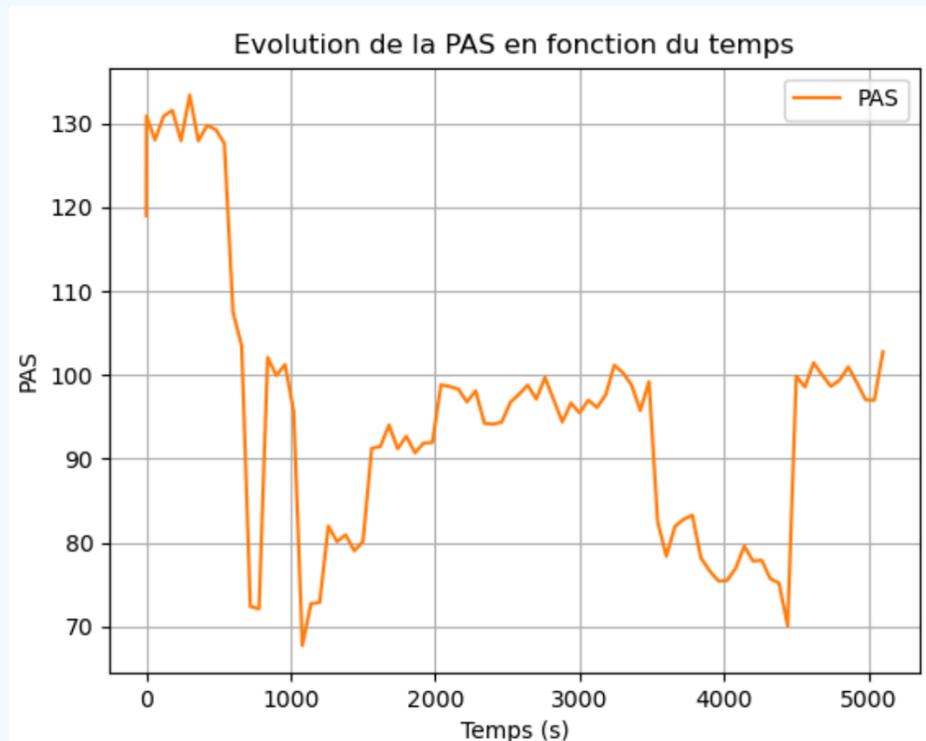
2

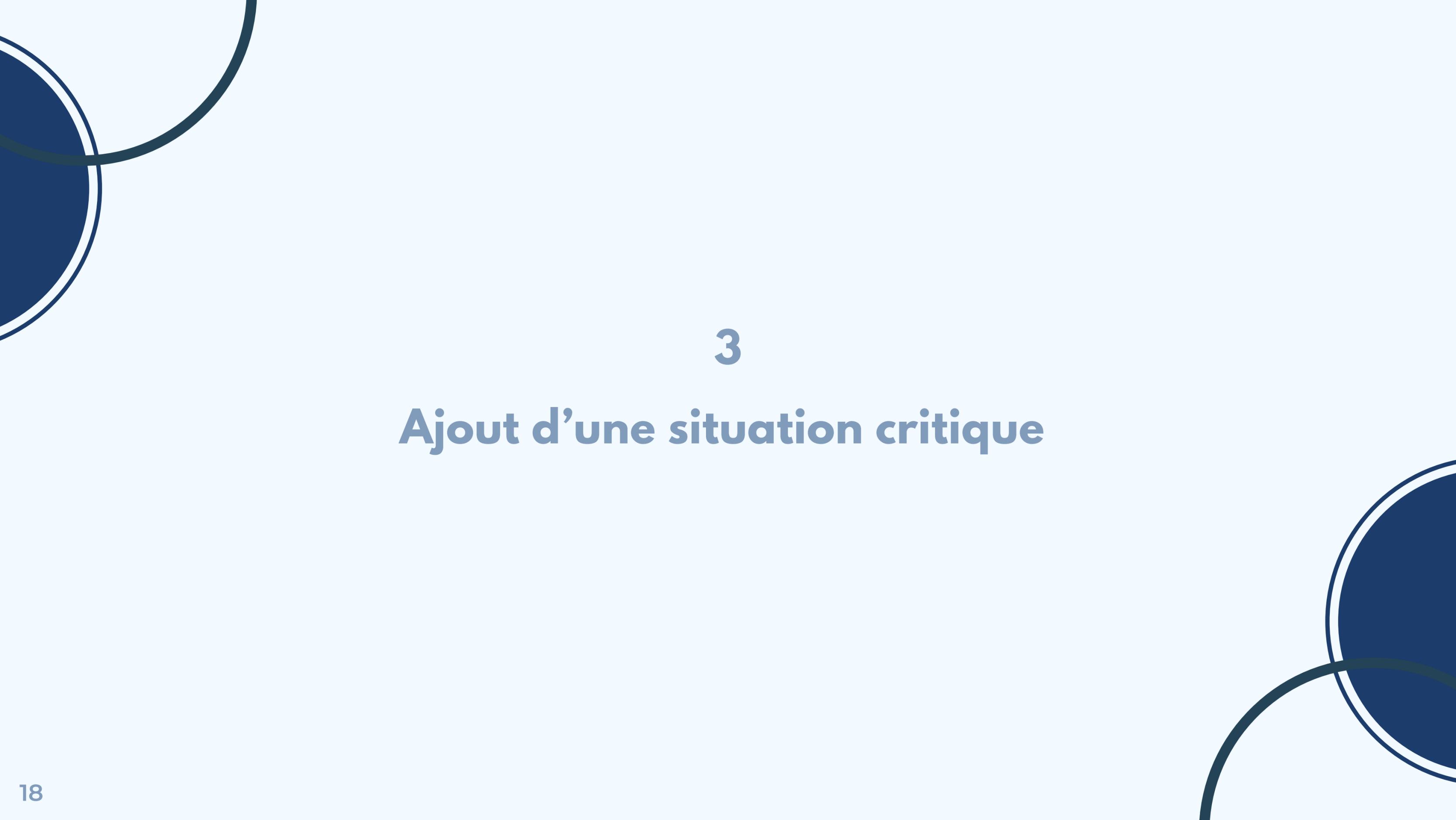
Séquence d'évènement

- Impact des gestes et médicaments

3

Série temporelle





3

Ajout d'une situation critique

CHOC ANAPHYLACTIQUE

- ▶ **Réaction d'hypersensibilité**
- ▶ **Évènement rare et indésirable : 1/10 000**
- ▶ **Expressions différentes selon les patients:**
 - Signes cutanés
 - Hypotension légère
 - Bronchospasme
 - Arrêt cardiaque
 - ...

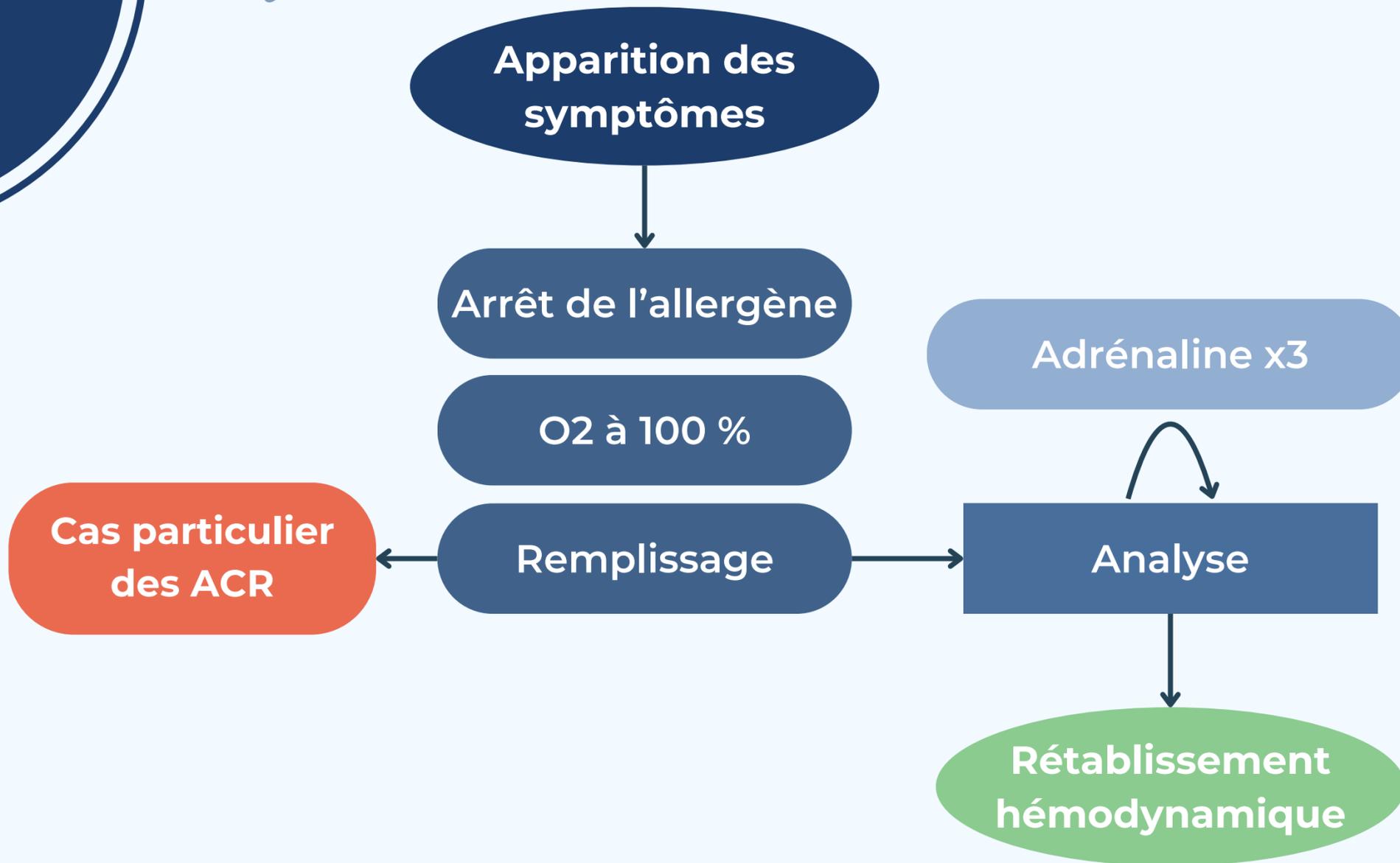
CHOC ANAPHYLACTIQUE

► Classification de Ring & Messmer et leur prévalence dans la population

Grade	Symptômes	Prévalence
I	Signes cutanées	19 %
II	Hypotension et/ou Bronchospasme modérée	25 %
III	Hypotension et/ou Bronchospasme sévère	49 %
IV	Arrêt cardio-respiratoire	7 %

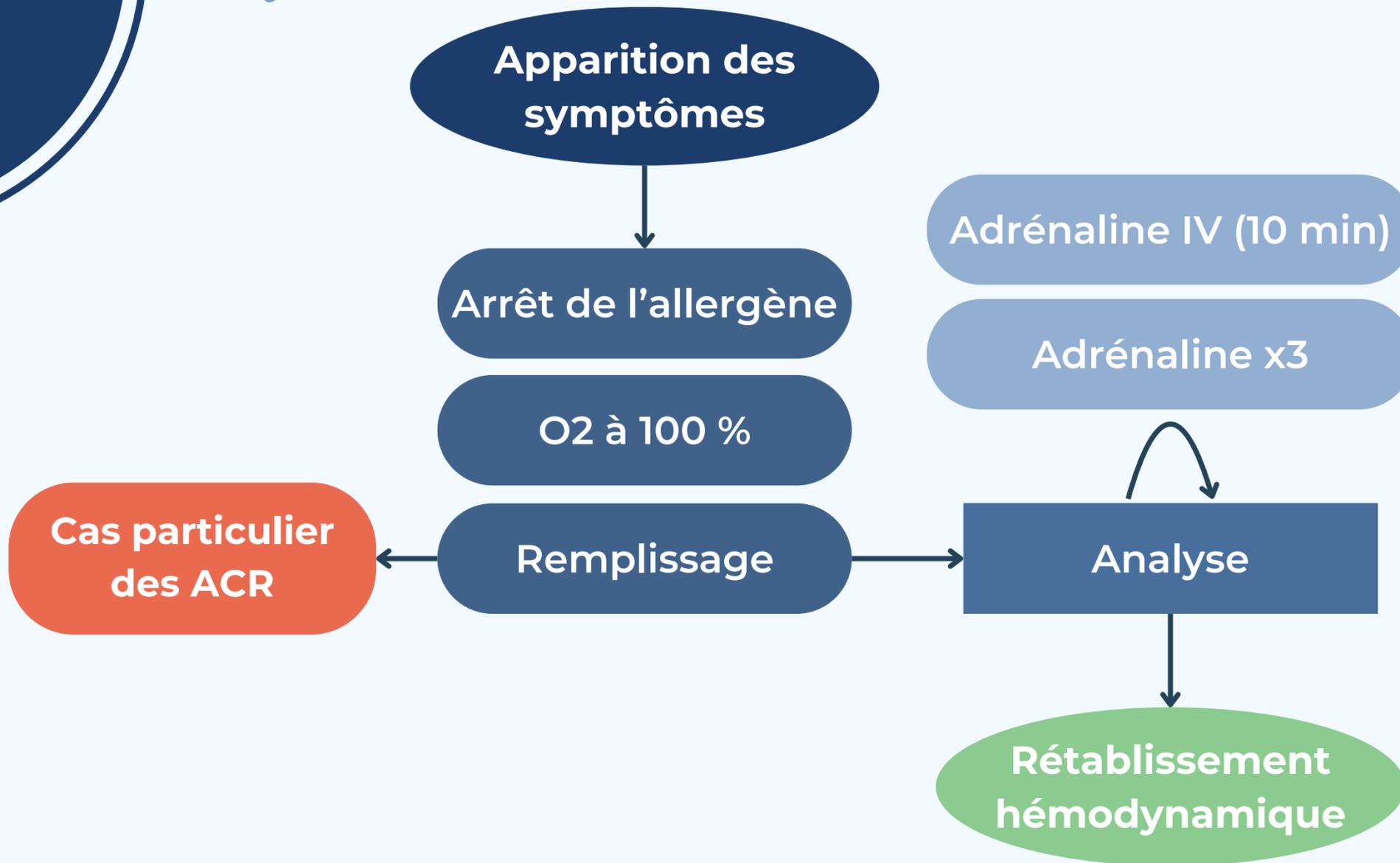
CHOC ANAPHYLACTIQUE

► Modèle choc anaphylactique selon les recommandations



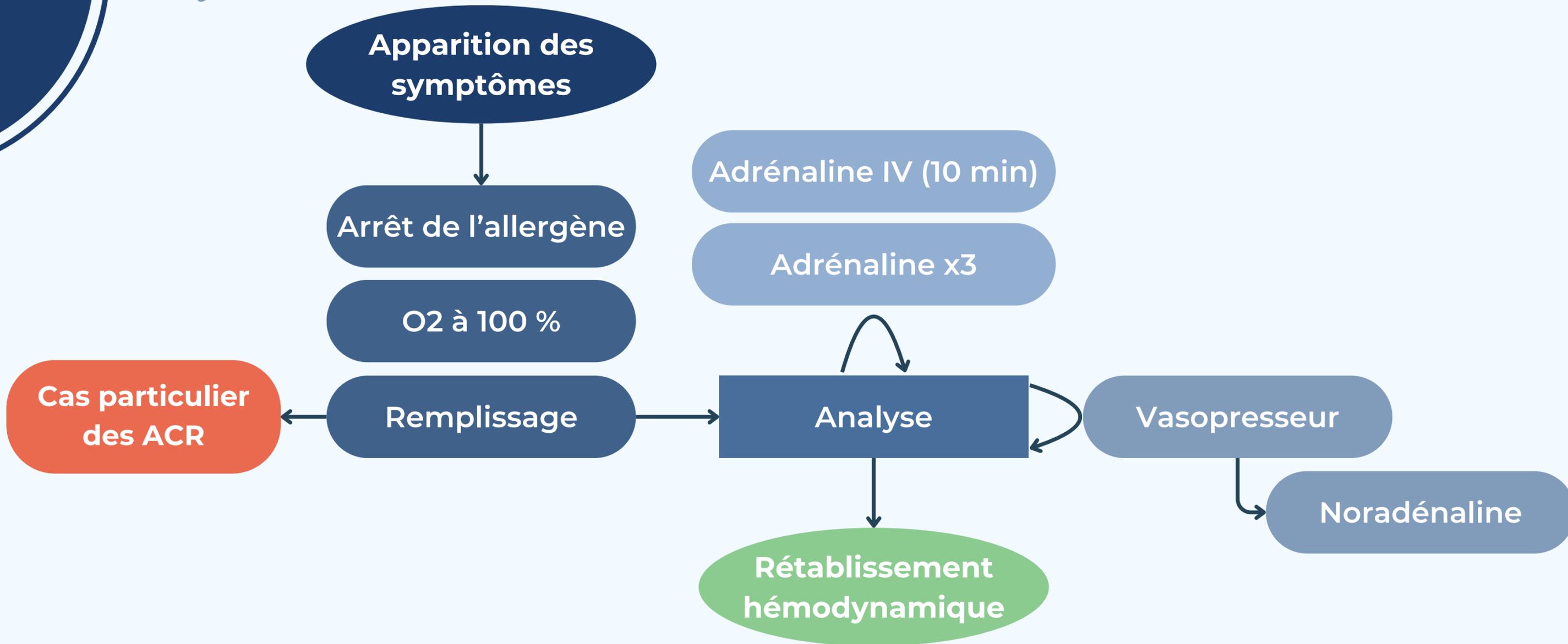
CHOC ANAPHYLACTIQUE

► Modèle choc anaphylactique selon les recommandations



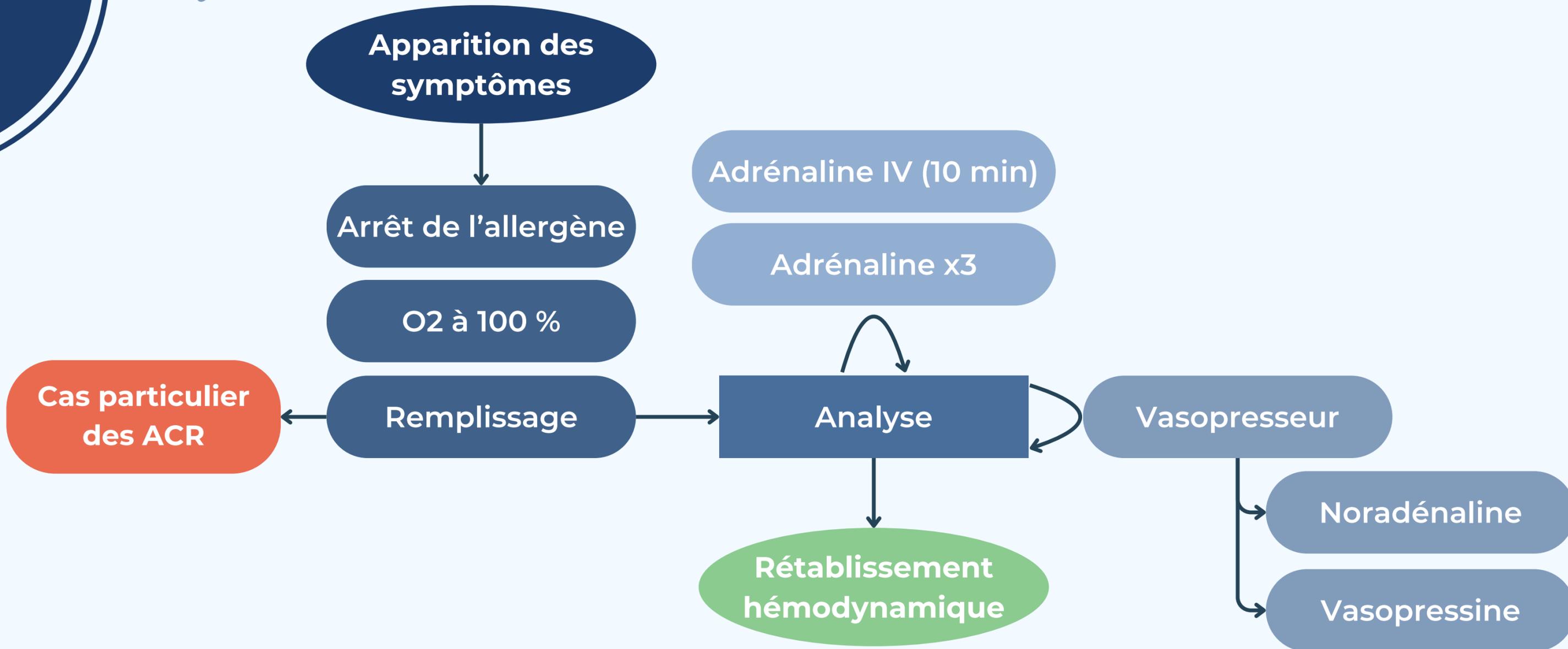
CHOC ANAPHYLACTIQUE

► Modèle choc anaphylactique selon les recommandations



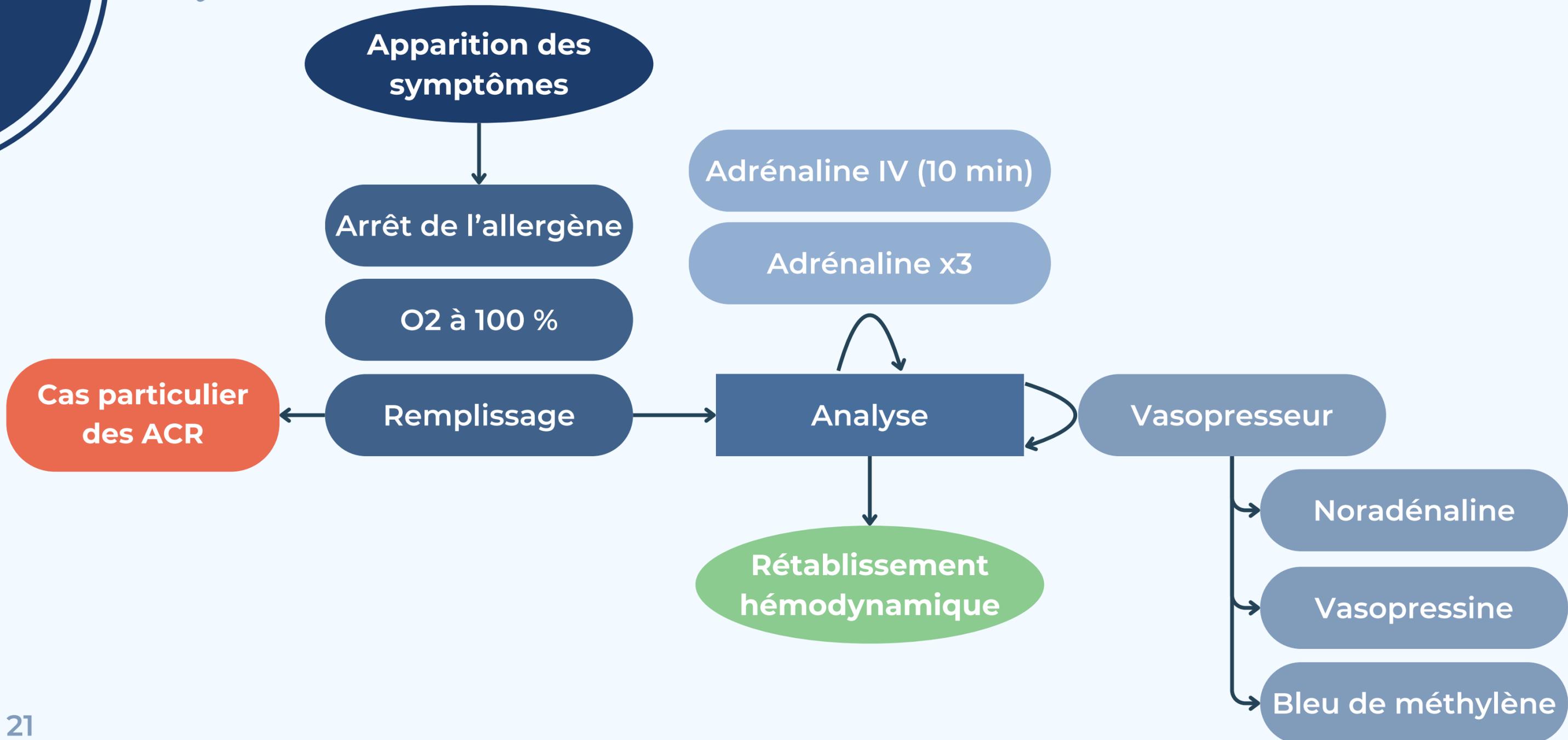
CHOC ANAPHYLACTIQUE

► Modèle choc anaphylactique selon les recommandations



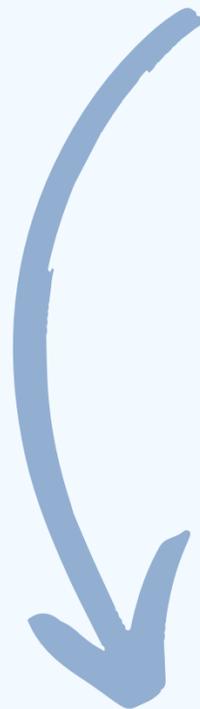
CHOC ANAPHYLACTIQUE

Modèle choc anaphylactique selon les recommandations



DECLENCHEURS

► **DO** : permet d'activer un ou plusieurs évènements



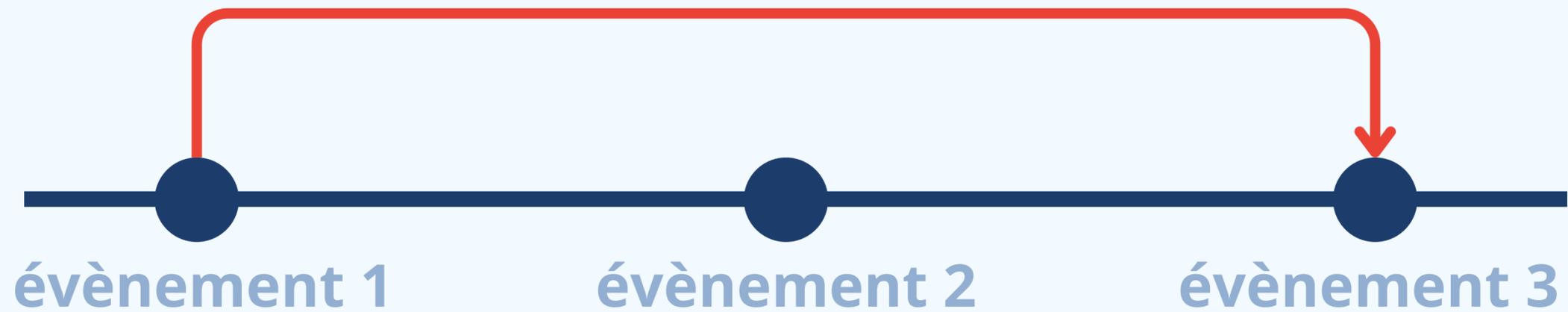
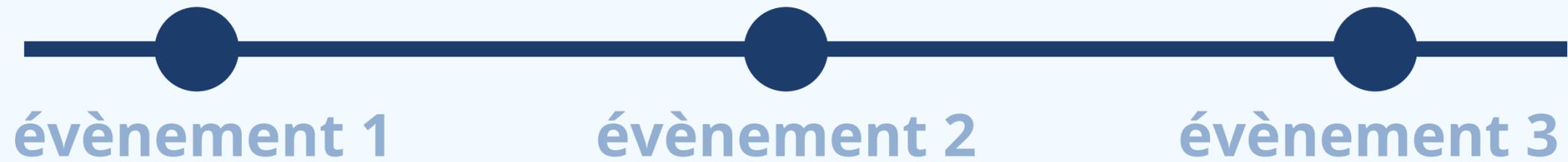
DECLENCHEURS

▶ **NOT** : permet de désactiver un ou plusieurs évènements



DECLENCHEURS

► ***GOTO*** : permet de se déplacer dans la grammaire





4

Intégration des interactions médicamenteuses



MEDICAMENTS EN ANESTHESIE

HYPNOTIQUES



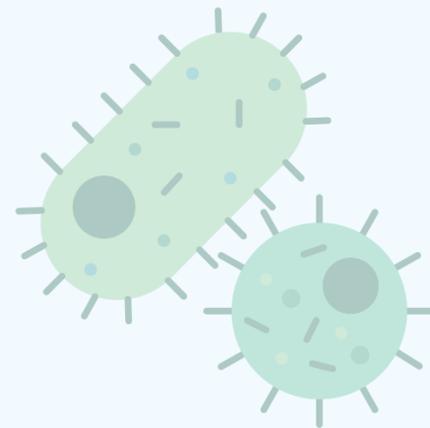
Induction de l'anesthésie

CURARES



Relâchement musculaire

ANTIBIOTIQUES



Prévention des infections

ANALGESIQUES



Gestion de la douleur

INTERACTIONS MEDICAMENTEUSES

▶ Avant le stage

Addition des effets
des médicaments

Exemple : Propofol et Rémifentanil

Propofol  20% PAM

Rémifentanil  25% PAM

=

 ~ 35% PAM

Pression Artérielle Moyenne (PAM)

INTERACTIONS MEDICAMENTEUSES

▶ Avant le stage

Addition des effets
des médicaments

Exemple : Propofol et Rémifentanil

Propofol ⚡ 20% PAM

Rémifentanil ⚡ 25% PAM

=

⚡ ~ 35% PAM

▶ Après le stage

Modélisation de l'effet de l'interaction
entre deux médicaments

Exemple : Propofol et Rémifentanil

Propofol + Rémifentanil

⚡ ~ 15% PAM

Pression Artérielle Moyenne (PAM)

INTERACTIONS MEDICAMENTEUSES

► Utilisation des déclencheurs

Hypnotiques

<thiopental>

<propofol>

Analgésiques

NOT : <sufentanil>,
<thiopental-sufentanil>
DO : <propofol-sufentanil>

<sufentanil> X
<thiopental-sufentanil> X
<propofol-sufentanil> ✓

**Modification des événements
suivants**

CONCLUSION

- ▶ **Ajout de deux nouvelles interventions : appendicectomie et thyroïdectomie**
- ▶ **Modélisation des interactions médicamenteuses**
- ▶ **Modélisation du choc anaphylactique**
- ▶ **Création de déclencheurs pour dynamiser la grammaire formelle**

PERSPECTIVES

- ▶ **Validation par la Pr Lejus-Bourdeau**
- ▶ **Validation statistique par comparaison avec les données réelles**
- ▶ **Automatisation de la génération de grammaire pour les interventions par *process mining***



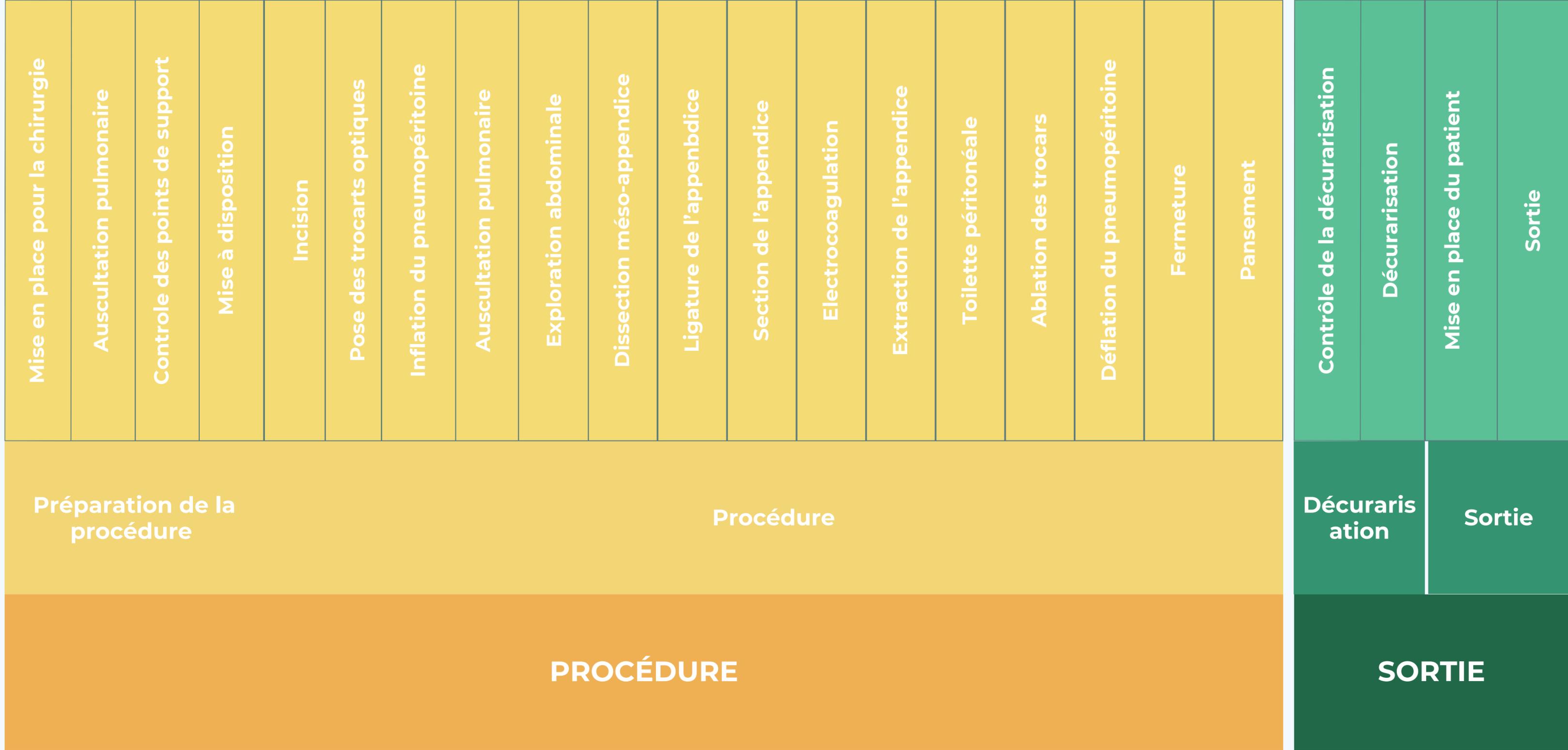
ANNEXES

Appendicectomie

ENTRÉE		
Mise en place	Monitoring	Pré médication
Entrée du patient		
Mise en place		
Monitoring Fréquence Cardiaque		
Monitoring Pression artérielle		
Monitoring Saturation en oxygène		
Monitoring BIS		
Vérification de la curarisation		
Mise en place du Bair Hugger		
Voie veineuse périphérique		
Antibiotique		

INDUCTION			
Pré- oxygénation	Médication	Intubation	Contrôle et fin d'induction
Pose du masque facial			
Préoxygénation			
Morphiniques			
Analgésie			
Hypnotiques			
Curare			
Ventilation mécanique			
Fermeture des yeux			
Intubation			
Ventilation contrôlée			
Entretien de l'anesthésie			
Oxygène 30%			
Auscultation pulmonaire			
Vérification pression ballonnet			
Manoeuvre de recrutement alvéolaire			
Monitoring température			

Appendicectomie

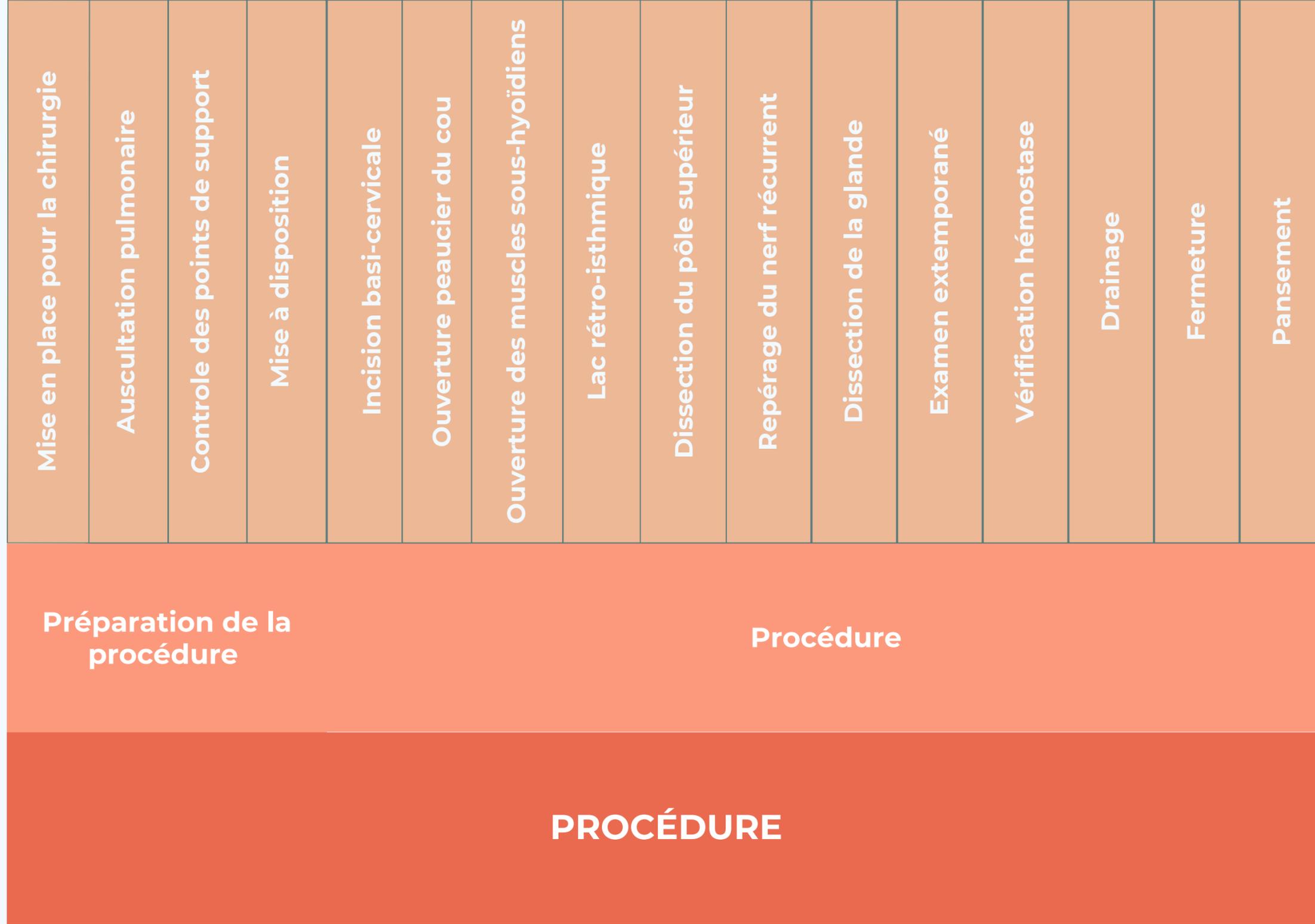


Thyroïdectomie

ENTRÉE		
Mise en place	Monitoring	Pré médication
Entrée du patient		
Mise en place		
Monitoring Frequence Cardiaque		
Monitoring Pression artérielle		
Monitoring Saturation en oxygène		
Monitoring BIS		
Vérification de la curarisation		
Mise en place du Bair Hugger		
Voie veineuse périphérique		

INDUCTION			
Pré- oxygénation	Médication	Intubation	Contrôle et fin d'induction
Pose du masque facial			
Préoxygénation			
Morphiniques			
Analgésie			
Hypnotiques			
Ventilation mécanique			
Fermeture des yeux			
Intubation			
Ventilation contrôlée			
Entretien de l'anesthésie			
Oxygène 30%			
Auscultation pulmonaire			
Vérification pression ballonnet			
Manoeuvre de recrutement alvéolaire			
Monitoring température			

Thyroïdectomie



Classification d'Altemeier

Classe d'Altemeier	Critères
Classe 1: Chirurgie propre	<ul style="list-style-type: none">• Sans ouverture de viscères creux• Pas de notion de traumatisme ou d'inflammation probable.
Classe 2: Chirurgie propre contaminée	<ul style="list-style-type: none">• Ouverture de viscères creux avec contamination minime• Rupture d'asepsie minime
Classe 3: Chirurgie contaminée	<ul style="list-style-type: none">• Contamination importante par le contenu intestinal• Rupture d'asepsie franche• Plaie traumatique récente datant de moins de 4 heures• Appareil génito-urinaire ou biliaire ouvert avec bile ou urine infectée.
Classe 4: Chirurgie sale	<ul style="list-style-type: none">• Plaie traumatique datant de plus de 4 heures et / ou avec tissus dévitalisés• Contamination fécale• Corps étranger• Viscère perforé• Inflammation aiguë bactérienne sans pus• Présence de pus.

Classification des interventions chirurgicales selon le risque de contamination et d'infection postopératoire