

# Imagerie des accidents vasculaires cérébraux

Alexandre Bani-Sadr, Anna Martin

## PLAN DU CHAPITRE

<b>Introduction</b>	<b>14</b>	<b><i>Stroke mimics</i></b>	<b>32</b>
<b>Accidents vasculaires cérébraux ischémiques</b>	<b>14</b>	Prérequis	32
Accident ischémique constitué (AIC)	14	<i>Stroke mimics</i> à diffusion normale : l'aura migraineuse	32
Accidents ischémiques transitoires (AIT)	20	<i>Stroke mimics</i> à diffusion augmentée	32
<b>AVC hémorragiques</b>	<b>22</b>	<i>Stroke mimics</i> à diffusion hétérogène et/ou variable	36
Hématomes intracérébraux spontanés	22	<b>Conclusion</b>	<b>36</b>
Hémorragies sous-arachnoïdiennes (HSA)	27	<b>Remerciements</b>	<b>37</b>
<b>Thromboses veineuses cérébrales (TVC)</b>	<b>30</b>		
Prérequis	30		
Établir le diagnostic positif	30		
Faire le diagnostic de gravité	31		
Contribuer au bilan étiologique	31		

## Introduction

Avec plus de 12 millions de nouveaux cas chaque année dans le monde, les accidents vasculaires cérébraux (AVC) sont un enjeu majeur de santé publique [1]. Ils sont la deuxième cause de décès et la première cause de handicap acquis de l'adulte. Les AVC regroupent un large éventail de pathologies et se classent en deux catégories : ischémiques (85 % des cas), et hémorragiques (15 %) [1]. Ils se manifestent généralement par un déficit neurologique de survenue brutale. Le plus souvent, la présentation clinique ne permet pas de distinguer un AVC ischémique d'un AVC hémorragique et la prise en charge repose largement sur l'imagerie. En conséquence, une imagerie cérébrale doit être systématiquement réalisée face à une symptomatologie évocatrice et dans la plupart des cas en extrême urgence, de jour comme de nuit. Dès l'admission, l'imagerie des AVC doit être exhaustive et la plus courte possible afin de guider la mise en route de traitements sans les retarder.

L'imagerie cérébrale vise à :

- établir le diagnostic positif et de gravité ;
- guider les traitements ;
- contribuer au diagnostic étiologique ;
- écarter les diagnostics différentiels de révélation pseudovasculaire.

Ce chapitre a pour but de présenter la conduite à tenir radiologique face à une suspicion d'AVC en abordant successivement les AVC ischémiques, les AVC hémorragiques, les thromboses veineuses cérébrales (TVC) puis les *stroke mimics*.

## Accidents vasculaires cérébraux ischémiques

### Accident ischémique constitué (AIC)

#### Prérequis

L'AIC ou infarctus cérébral est défini par une dysfonction neurologique persistant plus de 24 heures liée à une ischémie cérébrale aiguë documentée par imagerie ou anatomopathologie. Les principales étiologies comprennent l'athérosclérose, la microangiopathie et les dissections artérielles [1].

L'AIC résulte d'une occlusion artérielle cérébrale réduisant la perfusion cérébrale.

À la phase aiguë, trois compartiments tissulaires coexistent :

- la nécrose ischémique correspondant à un tissu irréversiblement lésé ;
- la pénombre ischémique correspondant à un tissu hypoperfusé potentiellement viable en cas de reperfusion ;
- l'oligémie correspondant à un tissu hypoperfusé non à risque d'infarctissement.

L'évolution de la pénombre ischémique vers la nécrose varie selon les individus et est principalement conditionnée par l'apport artériel collatéral [2].

Les traitements actuels, la thrombolyse intraveineuse et la thrombectomie mécanique, ciblent la reperfusion pour préserver la pénombre ischémique. Ils sont complémentaires et leurs indications dépendent du délai écoulé depuis le début des symptômes. La thrombolyse intraveineuse a pour objectif de dissoudre chimiquement le thrombus. Elle peut être entreprise jusqu'à 4 heures 30 après le début des symptômes et jusqu'à 9 heures en cas de pénombre ischémique substantielle [3]. La thrombectomie mécanique vise à retirer mécaniquement le thrombus par voie endovasculaire (voir chapitre 4). Elle peut être réalisée jusqu'à 6 heures après le début des symptômes en cas d'occlusion artérielle proximale et, jusqu'à 24 heures s'il existe en plus une pénombre ischémique substantielle à l'imagerie [3].

### Exploration d'une suspicion d'AIC

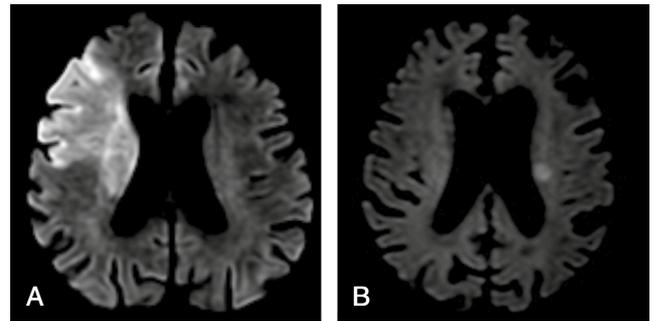
En France, l'imagerie par résonance magnétique (IRM) est recommandée pour sa meilleure sensibilité [4]. Des protocoles courts, incluant des séquences de diffusion, *fluid-attenuated inversion recovery* (FLAIR) et de susceptibilité magnétique (T2\* écho de gradient ou *susceptibility weighted imaging* [SWI]), sont recommandés pour évaluer le parenchyme cérébral. Des séquences d'angiographie par résonance magnétique (ARM) complètent le bilan, l'ARM du polygone de Willis par temps de vol (*time of flight* [TOF]) et l'ARM des troncs supra-aortiques avec injection. En cas de suspicion d'AIC de présentation tardive ou de discordance radioclinique, une séquence de perfusion cérébrale est requise. Elle est réalisée systématiquement dans certains centres pour faciliter le diagnostic des AIC par occlusion distale.

En cas de difficulté d'accès ou de contre-indication à l'IRM, le scanner est une alternative qui présente l'avantage d'être plus court et plus accessible [3]. Le protocole comprend une acquisition en contraste spontanée, un angioscanner des troncs supra-aortiques et une séquence de perfusion dans les mêmes situations que l'IRM.

L'encadré 2.1 résume les principaux éléments à évaluer sur l'imagerie d'une suspicion d'AIC.

## ENCADRÉ 2.1 Principaux éléments à évaluer sur l'imagerie d'une suspicion d'AIC

- IRM de diffusion ou scanner sans injection
  - Diagnostic positif, localisation et étendue de l'infarctus
- T2\* ou scanner sans injection
  - Saignement intracrânien
  - Thrombus intra-artériel
  - *Microbleeds*
  - *Brush sign*
- FLAIR
  - Positivité de la lésion ischémique en FLAIR en cas de début d'horaire inconnu
  - Flux lents
  - Signes de microangiopathie
- ARM 3D TOF ou angioscanner
  - Localisation de l'occlusion intracrânienne
- ARM des troncs supra-aortiques avec injection ou angioscanner
  - Localisation de l'occlusion intracrânienne
  - Lésion vasculaire menaçante des troncs supra-aortiques
  - Planning préthrombectomie
- Perfusion par IRM ou scanner
  - Trouble de perfusion systématisé
  - Quantification de la pénombre ischémique



**Fig. 2.1**

### Infarctus systématisé et infarctus lacunaire en IRM.

Diffusion. Comparaison des anomalies de signal de diffusion d'un infarctus aigu par occlusion d'une artère de gros calibre (A) et d'une lacune ischémique aiguë par occlusion d'une artériole (B).

À la phase hyperaiguë, la diffusion peut être normale en cas d'infarctus non constitué. La présence d'un trouble de perfusion systématisé permet alors de redresser le diagnostic (fig. 2.2). Des signes indirects d'ischémie peuvent contribuer au diagnostic (fig. 2.3). La présence d'hyper-signaux FLAIR vasculaires en aval de l'occlusion ou « flux lents » est un marqueur de la collatéralité [5]. Leur étendue est associée à un pronostic plus favorable. Sur la séquence de susceptibilité magnétique, le thrombus artériel peut être identifié par son hyposignal [6]. Sur ces mêmes séquences, la trop bonne visibilité des veines transmédullaires ou *brush sign* indique une ischémie sévère [7].

## Établir le diagnostic positif d'infarctus cérébral

### Par l'IRM

L'IRM de diffusion est la technique la plus sensible pour diagnostiquer, localiser et quantifier la nécrose ischémique. À la phase aiguë, l'infarctus se manifeste par une augmentation du signal en diffusion et une baisse du coefficient de diffusion apparent (*apparent diffusion coefficient* [ADC]). Lors d'une occlusion d'une artère de gros ou moyen calibre, les anomalies détectées en diffusion sont systématisées à un territoire artériel. Dans le cas d'une occlusion d'artériole, une lacune est observée (fig. 2.1).

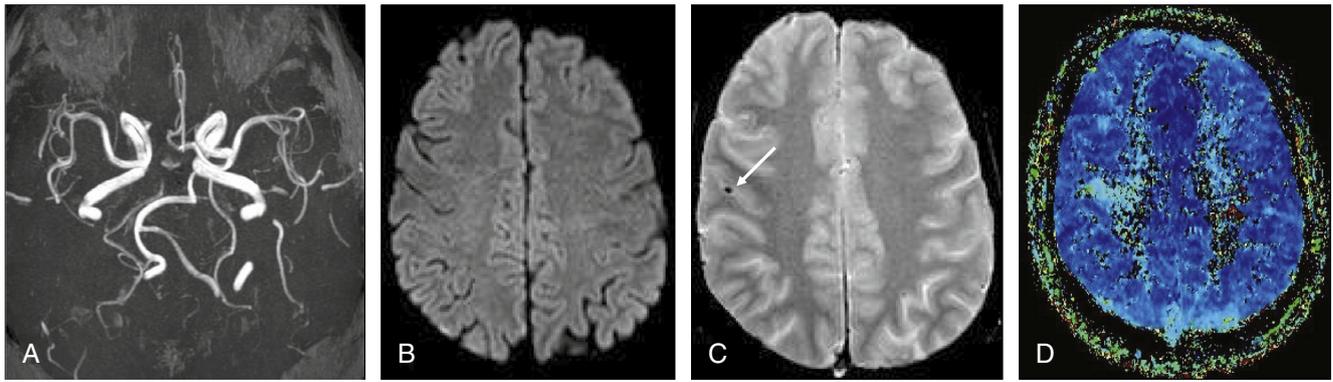
L'évaluation semi-quantitative des infarctus cérébraux du territoire moyen, en utilisant un score scanographique appliqué à la diffusion (*diffusion-weighted imaging* [DWI] – *Alberta Stroke Program Early CT Score* [ASPECTS]), est utile [3]. La quantification du volume de la nécrose ischémique est possible en utilisant le seuil communément admis d'ADC  $\leq 620 \cdot 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s}$ .

### Par le scanner

Le scanner est moins performant que l'IRM pour détecter les lésions ischémiques aiguës, en particulier dans la fosse cérébrale postérieure [4]. À la phase aiguë, les signes scanographiques d'infarctus, souvent subtils, comprennent la dédifférenciation entre la substance blanche et la substance grise, l'effacement du ruban insulaire, des noyaux caudés et lenticulaires. L'analyse des images est facilitée par l'usage de coupes épaisses de 3 mm et de fenêtres serrées à contraste élevé (« fenêtre de l'AVC ») avec des largeurs (W) et des niveaux (L) de W : 40, L : 40 ou W : 8, L : 32 (fig. 2.4) [8].

Le thrombus intra-artériel peut apparaître spontanément hyperdense (signe de la « trop belle artère »).

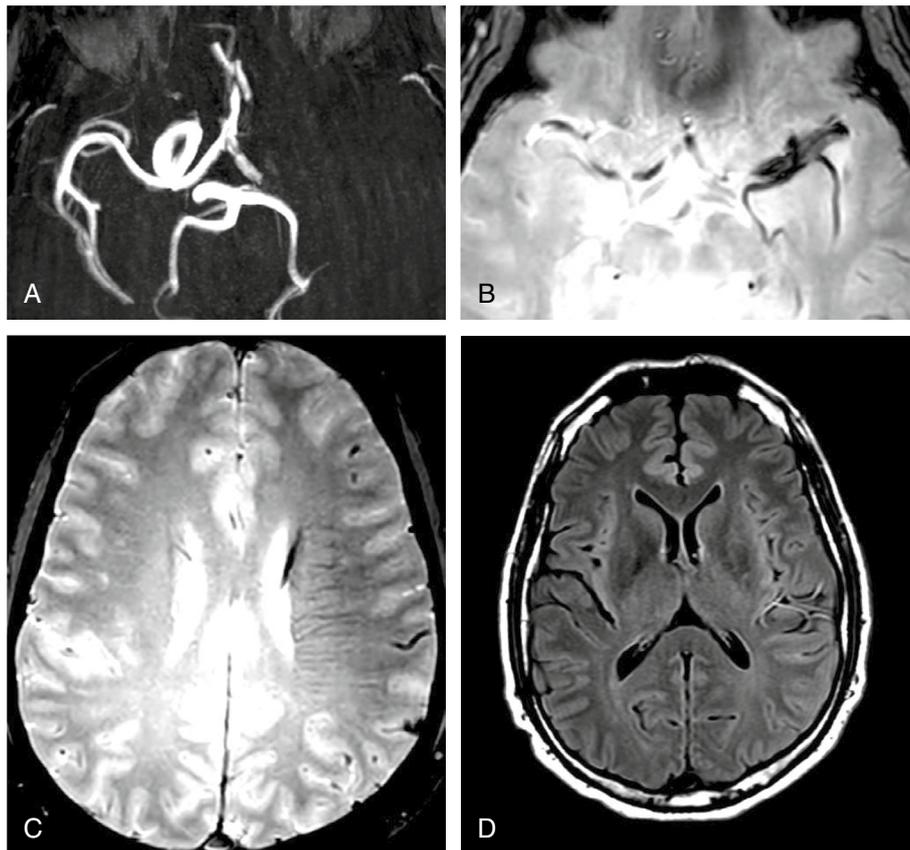
En cas d'infarctus cérébral du territoire moyen, le score ASPECTS permet une semi-quantification de l'étendue de l'infarctus et est utile pour déterminer les indications de reperfusion [3]. Ce score divise le territoire sylvien en dix zones, dont trois profondes et sept superficielles, à partir de deux plans de coupes axiaux passant par les noyaux gris centraux et les ventricules latéraux (fig. 2.5). Un point est retiré pour chaque



**Fig. 2.2**

**AVC ischémique hyperaigu par occlusion distale en IRM.**

A. Diffusion. B. ARM 3D TOF. C. T2\*. D. Carte de perfusion TTP. Patient de 45 ans présentant un AVC ischémique hyperaigu sans occlusion proximale (A) et sans infarctus constitué sur l'IRM de diffusion (B). On note un thrombus distal en hyposignal T2\* (flèche, C) et un trouble de perfusion d'aval sur la cartographie de TTP (D).



**Fig. 2.3**

**Signes indirects d'AVC en IRM.**

A. ARM 3D-TOF. B. T2\*. C. T2\*. D. FLAIR. Patiente de 52 ans présentant une occlusion artérielle sylvienne gauche en son segment M1 (A) par un thrombus visible en T2\* (B). L'analyse du parenchyme objective un *brush sign* (C) et des flux lents (D).

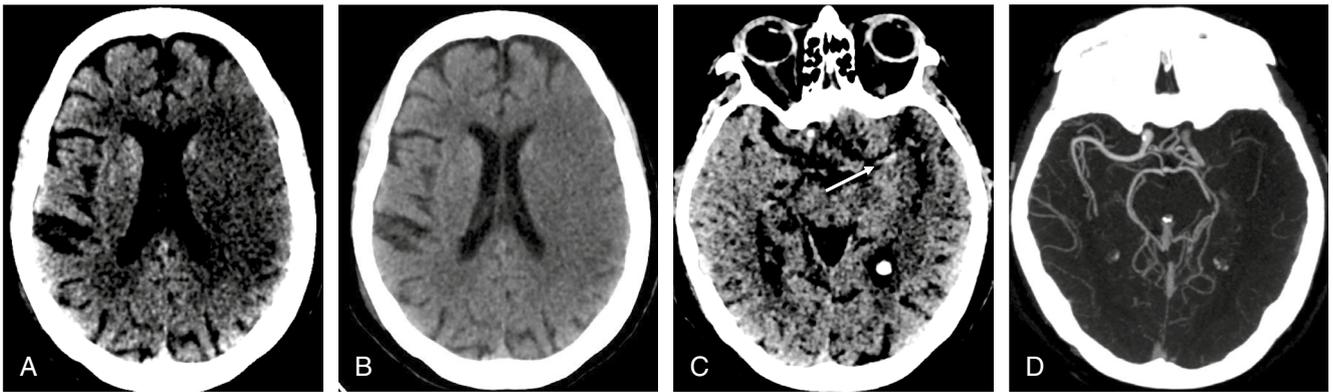


Fig. 2.4

## Sémiologie scanographique de l'AIC.

A. Scanner sans injection en fenêtre serrée. B. Scanner sans injection en fenêtre classique. C. Scanner sans injection en fenêtre serrée.

D. Angioscanner cérébral. Patient de 72 ans présentant une aphasia de survenue brutale. Le scanner en fenêtre serrée et à contraste élevé (A) objective un infarctus sylvien total plus facilement qu'en fenêtre classique (B) et un thrombus « frais » spontanément hyperdense (C, flèches).

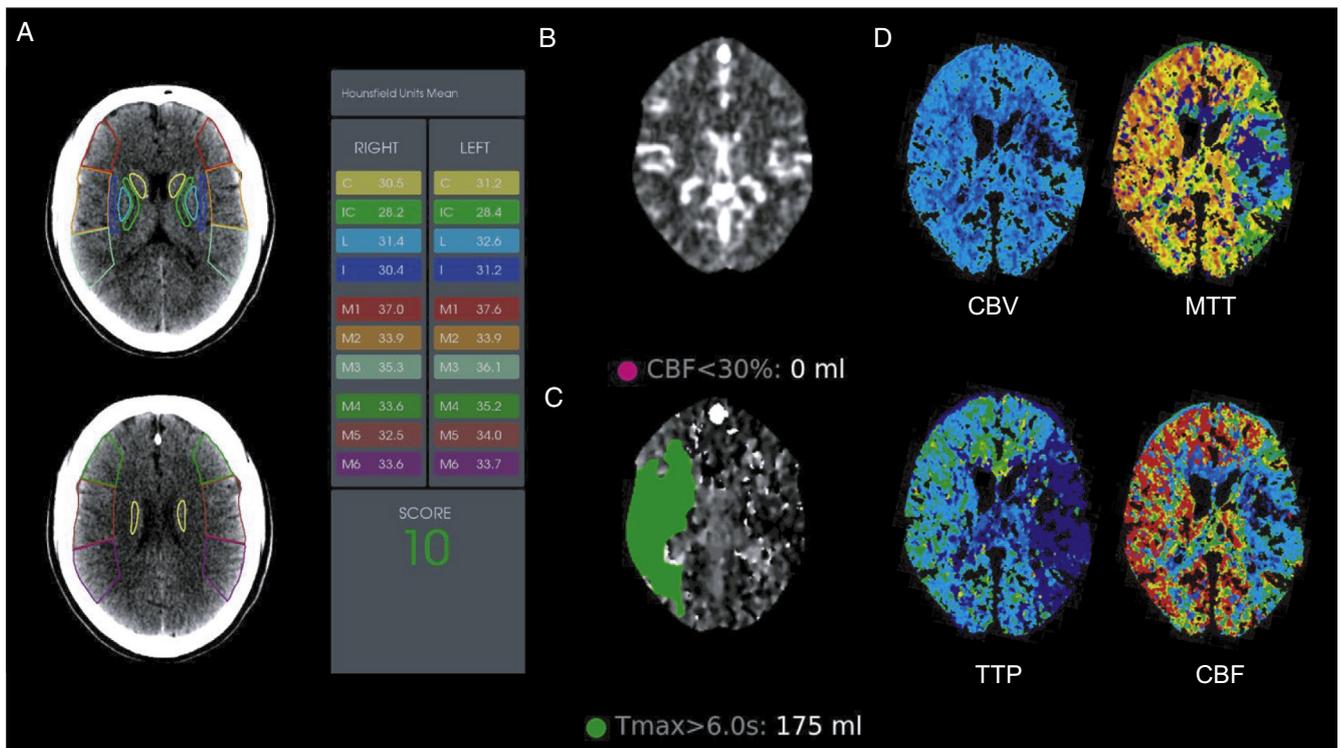


Fig. 2.5

## Apport du post-traitement en scanner.

A. Quantification automatique du score ASPECT. B. Carte de CBF. C. Carte de Tmax. D. Cartes de perfusion cérébrale CBV, MTT, TTP et CBF. Patient de 52 ans présentant une hémiparésie gauche d'installation brutale sans infarctus constitué décelé sur le scanner sans injection (A) et sur la carte de perfusion (B), mais avec une pénombre ischémique estimée à 175 ml (C). L'évaluation des troncs supra-aortiques objective un *web* carotidien droit. Chez un autre patient présentant une occlusion sylvienne gauche en M1, les cartes de perfusion (D) objectivent un trouble de perfusion sylvien gauche incluant un allongement des paramètres temporels (MTT et TTP) avec un CBV au centre (infarctus) mais préservé en périphérie (pénombre).

zone présentant une hypodensité couvrant plus de la moitié de sa surface. Un score ASPECTS de 10/10 indique l'absence de lésion hypodense, tandis qu'un score de 0/10 traduit un infarctus sylvien total.

Les logiciels de post-traitement de perfusion permettent également une quantification de la nécrose ischémique selon des paramètres et des seuils variables (voir fig. 2.5). La perfusion cérébrale permet de redresser le diagnostic

lorsque les signes précoces d'ischémie et l'occlusion artérielle ne sont pas décelés. Ses performances sont toutefois limitées pour l'exploration de la fosse cérébrale postérieure.

## Guider les traitements de reperfusion

Pour sélectionner les patients éligibles à une reperfusion, plusieurs critères radiologiques doivent être évalués :

- exclure la présence d'un saignement intracrânien ;
- identifier une occlusion artérielle proximale et évaluer la perméabilité des troncs supra-aortiques ;
- quantifier la pénombre ischémique en cas d'AIC de présentation tardive ;
- déterminer la positivité du FLAIR lorsque l'horaire de début des symptômes est inconnu.

### Exclure la présence d'un saignement intracrânien

Il est impératif d'exclure tout saignement intracrânien récent, au sein ou à distance de la lésion ischémique, car il s'agit d'une contre-indication absolue à la thrombolyse intraveineuse [4]. L'IRM et le scanner ont des performances équivalentes dans la détection des saignements intracrâniens (fig. 2.6) [3].

Il est également important de signaler les saignements anciens (*microbleeds*, séquelles d'hématome, hémosidérose superficielle) pouvant influencer sur l'indication d'une thrombolyse [6]. La présence de plus de 10 *microbleeds* est considérée pour certains comme une contre-indication à la thrombolyse [6].

### Identifier une occlusion proximale et évaluer la perméabilité des troncs supra-aortiques

Il est primordial d'identifier systématiquement le site de l'occlusion artérielle pour statuer sur l'indication d'une

thrombectomie mécanique. Une occlusion artérielle est considérée proximale lorsqu'elle se trouve au niveau carotidien, des segments M1 et M2 proximal de l'artère cérébrale moyenne, des artères vertébrales ou de l'artère basilaire [3].

L'exploration des troncs supra-aortiques, dès l'admission, permet de préparer le geste endovasculaire en identifiant notamment des crosses aortiques « hostiles » et des occlusions en tandem, c'est-à-dire l'association d'une occlusion intracrânienne et d'une occlusion artérielle cervicale.

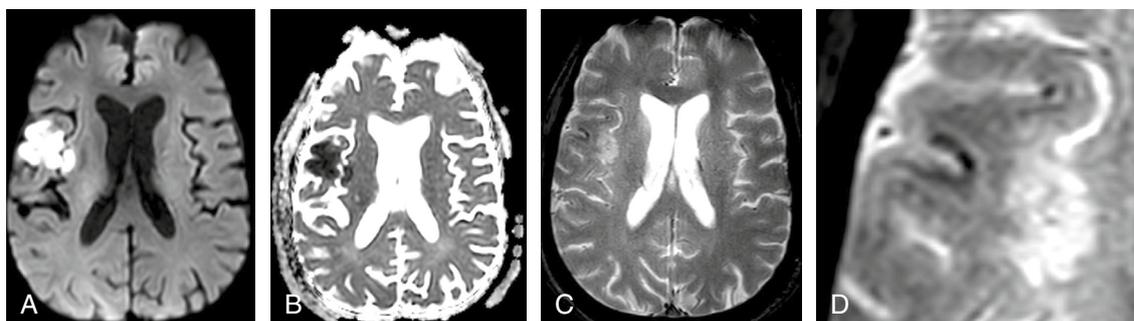
### Quantifier la pénombre ischémique en cas d'AIC de présentation tardive

En cas d'AIC de présentation tardive, la quantification de la pénombre ischémique est utile pour déterminer le bénéfice des traitements de reperfusion [9]. La pénombre ischémique est définie par la différence entre le trouble de perfusion critique et la nécrose ischémique.

Le post-traitement de la perfusion permet le calcul de cartes paramétriques dont le *time to peak* (TTP), le *mean transit time* (MTT), le *time to maximum* (Tmax), le débit sanguin cérébral (DSC ou *cerebral blood flow* [CBF]) ou le *cerebral blood volume* (CBV).

En scanner, les paramètres utilisés pour définir le trouble de perfusion critique et la nécrose ischémique sont variables d'un constructeur à un autre. Une région présentant un allongement du TTP, du MTT, du Tmax ou une baisse du CBF et un CBV effondré traduit la nécrose ischémique, tandis qu'un CBV préservé ou augmenté indique un tissu encore potentiellement viable (voir fig. 2.5) [9].

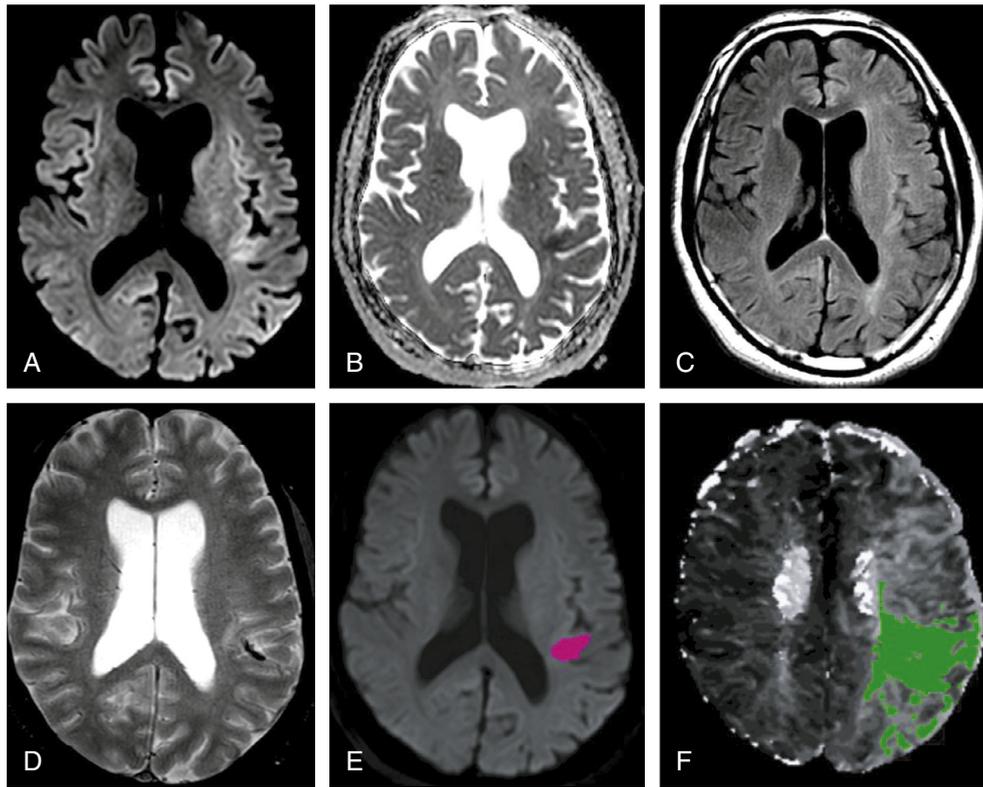
En IRM, la pénombre ischémique peut être calculée en soustrayant le volume de tissu présentant un Tmax  $\geq 6$  secondes de celui des anomalies de diffusion dont l'ADC  $\leq 620 \cdot 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s}$  [9] (fig. 2.7).



**Fig. 2.6**

**Transformation hémorragique d'emblée d'un infarctus aigu.**

A. Diffusion. B. ADC. C, D. T2\*. Patient de 70 ans présentant un infarctus aigu sylvien superficiel droit (A, B), baisse de l'ADC (B) avec transformation hémorragique corticale (C, D).

**Fig. 2.7****Les mismatches en IRM.**

A. Diffusion. B. ADC. C. FLAIR. D. T2\*. E. Délimitation automatique de la nécrose ischémique. F. Délimitation automatique du trouble de perfusion critique. Patient de 55 ans présentant une hémiparésie droite constatée au réveil avec un infarctus sylvien superficiel gauche (A, B) sans traduction sur la séquence FLAIR (*mismatch* diffusion/FLAIR) (C), autorisant l'administration d'une thrombolyse. Thrombus artériel en hyposignal T2\* au sein d'une branche sylvienne distale (D). Le logiciel de post-traitement objective un infarctus de faible étendue (E) et un trouble de perfusion critique significatif (*mismatch* diffusion/perfusion) (F).

### Déterminer la positivité du FLAIR lorsque l'horaire de début des symptômes est inconnu

Lorsque l'horaire de début des symptômes est inconnu, notamment en cas de symptômes constatés au réveil, il est impossible de déterminer l'indication de la thrombolyse sur la base du délai. En conséquence, l'IRM est indispensable. La présence d'un *mismatch* diffusion/FLAIR, c'est-à-dire une lésion en restriction de diffusion mais non évidente en FLAIR, autorise la thrombolyse intraveineuse (voir [fig. 2.7](#)) [3]. Le *mismatch* diffusion/FLAIR n'a de valeur qu'en cas d'horaire de début inconnu.

### Contribuer au bilan étiologique

Dès l'admission, l'analyse du nombre et de la distribution des lésions ischémiques ainsi que l'étude des troncs supra-aortiques contribuent largement au bilan étiologique. L'atteinte de plusieurs territoires artériels suggère une origine cardio-embolique alors que la coexistence de plusieurs

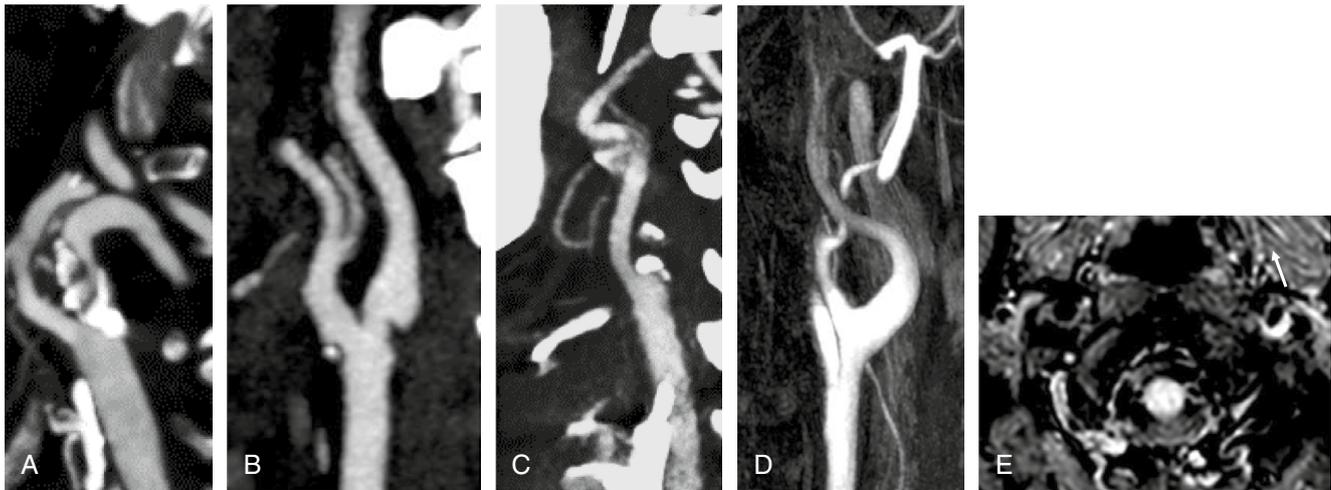
lésions ischémiques au sein d'un même territoire suggère une étiologie thrombo-embolique. L'atteinte d'un territoire jonctionnel oriente vers une cause hémodynamique liée par exemple à une sténose carotidienne serrée. Des signes de microangiopathie orientent vers une athérosclérose des petites artères.

### Athérosclérose des artères cervicales

L'athérosclérose est l'une des principales causes d'AIC [1]. En cas d'atteinte carotidienne, la présence d'une sténose ou d'une occlusion incluant le bulbe est caractéristique ([fig. 2.8](#)) [10].

### Dissections artérielles

Les dissections artérielles sont la cause la plus fréquente d'infarctus cérébral du sujet jeune [1]. Lorsqu'elles surviennent au niveau cervical, les dissections affectent préférentiellement les segments mobiles, c'est-à-dire sur les



**Fig. 2.8**

**Les lésions vasculaires des troncs supra-aortiques.**

A-C. Angioscanner des troncs supra-aortiques. D. ARM des troncs supra-aortiques avec injection. E. 3D T1 *black blood* non injectée avec suppression du signal de la graisse. Cette figure présente les étiologies ischémiques d'origine carotidienne dont une sténose athéromateuse serrée (A), un *web* carotidien (B), une occlusion athéromateuse de l'artère carotide et une dissection cervicale carotidienne (D) avec un hématome de paroi (E, flèche).

portions sous-pétreuses des artères carotides internes et les segments V3 des artères vertébrales [10]. En angiographie, elles se manifestent sous forme occlusive, sténosante ou pseudo-anévrysmale [10]. Dans une dissection carotidienne occlusive, le bulbe carotidien est perméable, réalisant un aspect semblable à une « flamme de bougie » ou à une « queue de radis » [10].

Le diagnostic est confirmé par la présence d'un hématome de paroi préférentiellement sur une acquisition 3D T1 *black blood* non injectée, ou à défaut, 3D T1 avec suppression du signal de la graisse (voir fig. 2.8) [10]. Ces séquences complémentaires ne doivent, en règle générale, pas être réalisées à la phase initiale afin de ne pas retarder les traitements de reperfusion.

**Endocardite infectieuse**

L'endocardite infectieuse est une étiologie cardio-embolique grave d'AIC et une contre-indication à la thrombolyse intraveineuse [3]. Sur l'imagerie, la coexistence de lésions ischémiques et hémorragiques est évocatrice. Les lésions ischémiques peuvent intéresser plusieurs territoires artériels et être d'âges différents [10]. Les lésions hémorragiques comprennent classiquement les hémorragies sous-arachnoïdiennes (HSA) de la convexité, les *microbleeds* périphériques et les hématomes intracérébraux qui sont classiquement cortico-sous-corticaux [10]. Hors suspicion d'AIC, la recherche d'anévrismes mycotiques distaux par une ARM 3D-TOF de l'ensemble du crâne doit être systématique,

idéalement en IRM 3 T. Des abcès cérébraux peuvent parfois être décelés (fig. 2.9). La présence de lésions en IRM influe sur la prise en charge thérapeutique, notamment chirurgicale, des endocardites.

**Accidents ischémiques transitoires (AIT)**

**Prérequis**

L'AIT est défini par une dysfonction neurologique transitoire liée à une ischémie focale cérébrale, médullaire ou rétinienne sans lésion visible en imagerie cérébrale, y compris sur l'IRM de diffusion [11]. Les symptômes durent typiquement moins d'une heure et sont complètement résolutifs. Par définition, le diagnostic est donc rétrospectif, réalisé après l'imagerie cérébrale.

L'AIT est une urgence diagnostique et thérapeutique. Près de 10 % des patients présentant un AIT non traités auront un AIC à 3 mois, dont la moitié dans les 48 heures suivantes [11].

Face à une dysfonction neurologique transitoire, les objectifs de l'imagerie sont d'écarter un AIC ou un diagnostic différentiel et d'identifier une lésion vasculaire menaçante des troncs supra-aortiques.

Le degré d'urgence de l'imagerie cérébrale dépend du délai de survenue des symptômes [11] :

- pour des symptômes de moins de 6 heures, toute dysfonction neurologique transitoire doit être considérée