



ELSEVIER
MASSON

Available online at
SciVerse ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Annals of Physical and Rehabilitation Medicine 54 (2011) 533–599

Elsevier Masson France
EM|consulte
www.em-consulte.com

ANNALS
OF PHYSICAL
AND REHABILITATION MEDICINE

Professional practices and recommendations / Pratiques professionnelles et recommandations

A public hearing. “Shaken baby syndrome: Guidelines on establishing a robust diagnosis and the procedures to be adopted by healthcare and social services staff”. Scoping report^{☆,☆☆}

Audition publique. « Syndrome du bébé secoué. Quelle certitude diagnostique ? Quelles démarches pour les professionnels ? » Rapport d'orientation de la commission d'audition

A. Laurent-Vannier^{a,1,*}, M. Nathanson^{b,2}, F. Quiriau^{c,2}, E. Briand-Huchet^{d,3}, J. Cook^{e,3},
T. Billette de Villemeur^{f,4}, J. Chazal^{g,4}, C. Christophe^{h,4}, S. Defoort-Dhellemmes^{i,4},
G. Fortin^{j,4}, C. Rambaud^{k,4}, J.-S. Raul^{l,4}, C. Rey-Salmon^{m,4}, F. Sottet^{n,4},
E. Vieux^{o,4}, M. Vinchon^{p,4}, R. Willinger^{q,4}

^a Service de rééducation des pathologies neurologiques acquises de l'enfant, hôpitaux de Saint-Maurice, 14, rue du Val-d'Osne, 94415 Saint-Maurice cedex, France

^b Hôpital Jean-Verdier, avenue du 14-Juillet, 93140 Bondy, France

^c Convention nationale des associations de protection de l'enfant (CNAPE), 118, rue du Château-des-Rentiers, 75013 Paris, France

^d Hôpital Antoine-Béclère, 157, rue de la Porte-de-Trivaux, 32141 Clamart cedex, France

^e CERMES, site CNRS, 7, rue Guy-Moquet, 94801 Villejuif cedex, France

^f Service de neuropédiatrie, hôpital Trousseau, 26, rue Arnold-Netter, 75571 Paris cedex 12, France

^g Service de neurochirurgie, CHRU Clermont-Ferrand-Gabriel-Montpied, 58, boulevard Montalembert, 63003 Clermont-Ferrand, France

^h Hôpital universitaire des enfants Reine-Fabiola, avenue J.J.-Crocq, 15, 1020 Bruxelles, Belgium

ⁱ Service d'exploration de la vision et neuro-ophtalmologie, hôpital R.-Salengro, rue du Pr-Émile-Laine, 59037 Lille cedex, France

^j CHU Sainte-Justine, 3175, chemin de la Côte-Sainte-Catherine, Montréal, H3T 1C5, Québec, Canada

^k Service d'anatomie pathologique et médecine légale, hôpital Raymond-Poincaré, 92380 Garches, France

^l Institut de médecine légale, 11, rue Humann, 67085 Strasbourg cedex, France

^m Unité médicojudiciaire, Hôtel-Dieu, 1, place du Parvis-Notre-Dame, 75181 Paris, France

ⁿ TGI, section du parquet des mineurs, 4, boulevard du Palais, 75055 Paris, France

^o Cour d'appel de Paris, 75055 Paris, France

^p Service de neurochirurgie pédiatrique, hôpital Roger-Salengro, CHU, 59037 Lille cedex, France

^q Département systèmes biomécaniques, transports et sécurité, institut de mécanique des fluides et des solides, 2, rue Boussingault, 67000 Strasbourg, France

Keywords: Shaken baby syndrome; Diagnosis; Mechanism; Lesions; Protection; Compensation

Mots clés : Syndrome du bébé secoué ; Diagnostic ; Mécanismes lésionnels ; Protection ; Lésions ; Indemnisation

[☆] Organized by the French Society of Physical Medicine and Rehabilitation. With methodological support from the French National Authority for Health (HAS).

^{☆☆} Text validated by the French National Authority for Health (http://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_1095929/recommandation-syndrome-du-bebe-secoue).

* Corresponding author.

E-mail address: a.laurentvannier@hopitaux-st-maurice.fr (A. Laurent-Vannier).

¹ The Organizing Committee and its President.

² The Hearing Commission and its co-presidents.

³ The literature review coordinators.

⁴ The experts.

1. English version

This text is divided into three sections. The first section is devoted to the diagnosis of shaken baby syndrome (revealing signs, risk factors, investigations to be performed, possible lesions, etc.) and ends with suggested diagnostic criteria based on the infant's clinical history and lesions.

The second section looks at whether certain mechanisms, The second section looks at whether other mechanisms (some of which are often cited, such as being dropped often-cited (such as being dropped or the performance of resuscitation manoeuvres) can induce injuries similar to those seen in shaken baby syndrome. It also looks at whether certain factors can favour the occurrence of injuries.

The third and last section focuses on the consequences (according to French regulations and legislation) of a diagnosis of shaken baby syndrome.

1.1. Abbreviations

AHI	abusive head injury
CIVI	<i>Commission d'indemnisation des victimes infraction pénale</i> (offense Victim Compensation Commission)
CRIP	<i>Cellule de recueil, de traitement et d'évaluation des informations préoccupantes</i> (County Child Abuse Prevention Office)
EDH	extradural haematoma
ESAS	enlargement of the subarachnoid space
HI	head injury
ITT	temporary total incapacity
MRI	magnetic resonance imaging
OPP	<i>ordonnance de placement provisoire</i> (temporary care order)
RH	retinal haemorrhage
SBS	shaken baby syndrome
SDH	subdural haematoma

1.2. Participants

This public audition was organized by the SOFMER (the French Society for Physical and Rehabilitation Medicine), with the participation of the following bodies:

- National College of Lecturers in General Practice
- Inserm – The French National Institute of Health and Medical Research
- InVS – The Health Surveillance Institute
- The French Society for Anaesthesia and Resuscitation
- The French Society for Emergency Medicine
- The French Society for Forensic Medicine
- The French Society for Paediatric Neurosurgery
- The French Academy of Neuropediatrics
- The French Academy of Pediatrics
- The National Union of Associations of Families of Victims of Brain Injury (UNAFTC)

1.2.1. Funding

- The Provincial Liberal Professions Health Insurance Fund

- The General Directorate for Health
- France Traumatisme Crânien
- The French Society for Physical and Rehabilitation Medicine (SOFMER)
- The French-Language Society for Paediatric Handicap Research (SFERHE)
- The Île-de-France Liberal Professions Health Insurance Fund

1.2.2. Organizing Committee

- Dr Anne Laurent-Vannier, physical and rehabilitation medicine specialist, Saint-Maurice – Chairperson of the Organizing Committee
- Dr Juliette Bloch, epidemiologist, InVS, Saint-Maurice
- Thierry Boulouque, Division Commissioner, Head of the Child Protection Unit, Paris
- Dr Jeanne Caudron-Lora, emergency physician, Créteil
- Professor Brigitte Chabrol, paediatrician, Marseille
- Frédéric De Bels, HAS, Saint-Denis La Plaine
- Dr Patrice Dosquet, HAS, Saint-Denis La Plaine
- Françoise Forêt, Honorary Professor, National Union of Associations of Families of Victims of Brain Injury (UNAFTC), Paris
- Dr Jose Guarnieri, neurosurgeon, Valenciennes
- Professor Vincent Gautheron, physical and rehabilitation medicine specialist, Saint-Étienne
- Dr Cyril Gitiaux, paediatrician, Paris
- Anne-Sophie Jarnevic, magistrate, Chartres
- Thérèse Michel, social worker, Tours
- Professor Gilles Orliaguet, specialist in anaesthesia and resuscitation, Paris
- Dr Claude Rougeron, general practitioner, Anet
- Professor Michel Roussey, paediatrician, Rennes
- Yvon Tallec, magistrate, Paris
- Professor Gilles Tournel, forensic physician, Lille
- Dr Anne Tursz, Research Director, Inserm, Villejuif

1.2.3. Hearing Commission

- Dr Mireille Nathanson, paediatrician, Bondy – Co-Chairperson of the Hearing Commission
- Fabienne Quiriau, Director of the National Convention of Child Protection Associations (CNAPE), Paris – Co-Chairperson of the Hearing Commission
- Aurélie Assie, social worker, Paris Child Assistance Unit, Family Reception Service, Ecommoey
- Dr Joseph Burstyn, ophthalmologist, Paris
- Dr Christine Cans, paediatrician, Grenoble
- Dr Catherine Arnaud, paediatrician, Toulouse
- Violaine Chabardes, *gendarme* (police officer), Lyon
- Hélène Collignon, journalist, Paris
- Dr Marie Desurmont, forensic physician, Lille
- Isabelle Gagnaire, childcare nurse, Saint-Étienne
- Professor Nadine Girard, radiologist, Marseille
- Professor Etienne Javouhey, resuscitation specialist, Lyon
- Dr Anne Laurent-Vannier, physical and rehabilitation medicine specialist, Saint-Maurice
- Dr Caroline Mignot, paediatrician, Paris
- Philippe Lemaire, magistrate, Riom

- Dr Sylviane Peudenier, neuropaediatrician, Brest
- Dr Bruno Racle, paediatrician, Versonnex
- Dr Pascale Rolland-Santana, general practitioner, Paris
- Dr Thomas Roujeau, neurosurgeon, Paris
- Dr Nathalie Vabres, paediatrician, Nantes
- Roselyne Venot, police officer, Versailles

1.2.4. Literature review coordinators

- Dr Elisabeth Briand-Huchet, paediatrician, Clamart
- Jon Cook, anthropologist, Villejuif

1.2.5. Experts

- Professor Thierry Billette de Villemeur, paediatrician, Paris
- Professor Jean Chazal, neurosurgeon, Clermont-Ferrand
- Professor Catherine Christophe, radiologist, Brussels
- Dr Sabine Defoort-Dhellemmes, ophthalmologist, Lille
- Dr Gilles Fortin, paediatrician, Montreal
- Dr Caroline Rambaud, forensic physician, Garches
- Professor Jean-Sébastien Raul, neurosurgeon, Strasbourg
- Dr Caroline Rey-Salmon, paediatrician, Paris
- François Sottet, magistrate, Paris
- Elisabeth Vieux, honorary magistrate, Paris
- Professor Mathieu Vinchon, neurosurgeon, Lille
- Professor Rémy Willinger, Professor of Biomechanics, Strasbourg

Illustrations supplied by the Société Francophone d'Imagerie Pédiatrique et Périnatale (SFIPP).

1.3. Guidance report. Shaken baby syndrome: the diagnostic work-up

1.3.1. The definition of shaken baby syndrome

SBS is a type of inflicted, non-accidental or AHI caused by shaking [30]. The syndrome mainly occurs in infants under 1 year of age. The three studies with the largest number of cases are King et al. in Canada in 2003 [98], Mireau in France in 2005 [121] and the Canadian Paediatric Surveillance Program (PCSP) in 2008 [162]. The median age was 4.6 and 5 months in King et al. [98] and the PCSP [162], respectively, whereas the mean age reported by Mireau was 5.4 months [121] (the youngest infants in the latter study were 1 month old).

The literature data mainly concern AHI and not just SBS. Hence, some of the answers below are related to AHI in general.

The incidence of SBS varies between 15 and 30 per 100,000 infants under 1 year of age [32,80,94]. When related to the number of the births in France, one can estimate that 120 to 240 infants a year may be concerned by this form of abuse. However, there are no epidemiological data for France; Mireau suggested a figure of 180 to 200 cases a year [121].

The published figures almost certainly underestimate the true incidence:

- the figures are mainly related to the most severe cases, which are probably also underreported;
- the lack of an autopsy in all suspicious infant deaths rules out certain diagnoses in some cases;

- it is often difficult to differentiate between abusive and accidental head injuries.

Missed diagnoses increase the risk of recurrence of abuse, as mentioned by a few publications [86,133]; a recent, retrospective study [3] of 112 children identified the recurrence of SBS (from two to 30 times, with an average of 10 times) in 55% of cases.

1.3.2. Which elements (clinical signs, context, risk factors, etc.) are or may be suggestive of a diagnosis of shaken baby syndrome or may lead to misdiagnosis?

1.3.2.1. Initial signs and symptoms. There is major clinical heterogeneity:

- in the most serious cases, the child is found dead. The procedures to be followed in this event are specified below;
- the child presents signs that immediately suggest serious neurological damage, prompting immediate treatment:
 - convulsions,
 - severe malaise described by the parents (“I thought that my child was going to die”, “my child stopped breathing”) or observed by the physician (serious consciousness disorders, respiratory pauses, bradycardia),
 - impaired vigilance (extending to coma),
 - severe apnoea: very specific for AHI vs. accidental HI (in the study by Maguire et al. [113], the positive predictive value is 93%),
 - fixed upward gaze,
 - signs suggesting acute intracranial hypertension or even imminent herniation: postural disorders (decortication or decerebration, episodes of hypertonia), bradycardia, arterial hypertension, respiratory rhythm disorders;
- the child presents signs that suggest neurological damage:
 - changes in muscle tone (axial hypotonia),
 - poor contact (the child does not respond well to stimuli and/or no longer smiles),
 - a decrease in the child’s capabilities,
 - increased head circumference, with a sudden change in the percentile class in the growth chart (which emphasizes the value of keeping a regularly updated family health notebook),
 - a bulging fontanel;
- the child presents non-specific signs that can lead to misdiagnosis:
 - behavioural changes described by carers: crying, moaning, irritability, changes in sleep or feeding patterns, less smiling,
 - vomiting,
 - respiratory pauses,
 - pallor,
 - suspected pain.

In all cases, the clinical examination must be thorough and performed after undressing the child; in particular it should include palpation of the fontanel, measurement of the head circumference (which should be checked against the growth

Table 1
Frequency of combinations of signs in the study by Mireau [121].

Signs observed	Frequency (%)
Axial hypotonia and an epilepsy attack	53
An epilepsy attack and bulging fontanel	46
Vomiting and bulging fontanel	38
Vomiting and axial hypotonia	34
A shift towards the top of the head circumference curve and bulging fontanel	31
Vomiting, an epilepsy attack and bulging fontanel	25
Vomiting and vigilance disorders	24
Vomiting, axial hypotonia and bulging fontanel	23
Vomiting, vigilance disorders and bulging fontanel	19

chart) and examination of the whole body (including the scalp) for bruises.

Given the lack of specificity of several of these signs, a combination of signs may provide much more information (Table 1). Thus, vomiting (which is a very frequent and banal symptom) is a warning sign if combined with a bulging fontanel, axial hypotonia, vigilance disorders and a shift towards the top of the head circumference curve.

The child's medical history (family health notebook) should also be screened for the above-mentioned signs, since they may testify to previous HI.

Certain items of information in the infant's medical history can suggest the occurrence of an AHI:

- a delay in seeking medical assistance and/or a lack of responsiveness by the family/carers;
- an absence of explanations for the observed clinical signs:
 - in the series reported by Mireau [121], the family/carers did not report any trauma at all in 71.6% of the cases, despite repeated questioning,
 - according to Hettler and Greenes [78], the fact that a history of trauma is not immediately reported is very discriminant for AHI, compared with non-inflicted (accidental) HI [in 69.3% and 3% of cases, respectively ($P < 0.001$), with a high specificity (0.97) and a high positive predictive value (0.92)];
- more suggestive, implausible explanations: for example, bruising supposedly related to a fall in an infant who cannot yet walk unaided;
- an explanation that changes over time or differs from one person to another;
- spontaneous reporting of a mild HI;
- a child who reportedly cries a lot or a prior consultation for crying;
- a history of trauma of any sort;
- a history of unexplained sibling death.

If the physician suspects a diagnosis of SBS, he/she must tell the parents about his/her concern for the child's status and inform them that emergency hospitalization is indicated.

1.3.2.2. Is there a lucid interval between the shaking and the onset of symptoms? A variety of studies have established that there is no lucid interval in most cases:

- Willman et al. [182] performed a retrospective study of 95 children having suffered a fatal HI and concluded that there was no lucid interval (except for the cases with EDH);
- Starling et al. [164] established that in cases where shaking (with or without impact) had been admitted, the symptoms appeared immediately after the trauma 52 times out of 57. In five cases, it was difficult to date the symptom onset but it must have been within 24 hours of the shaking;
- according to Biron and Shelton's [20] study of 52 cases of shaking investigated by the police and considered to be "serious", the symptoms were immediate in cases with a full description.

It appears thus that in the great majority of cases of SBS (or perhaps even in all cases), shaking immediately leads to symptoms. Of course, it must be borne in mind that the consultation may take place some time after shaking has occurred.

1.3.2.3. Risk factors for abusive head injury

It is important to remember that a risk factor is a variable with a statistically significant association with a phenomenon, disease or syndrome but is not the cause.

1.3.2.3.1. Risk factors related to the child. The gender ratio: there is male predominance, with a boy/girl ratio of between 1.3 and 2.6.

Prematurity: there is a higher proportion of premature infants among SBS victims (11 to 21%, with 11% in the series reported by Mireau [121]) than among the general population (7 to 8%).

Multiple pregnancies are more frequent in SBS (in 5% of cases reported by Mireau [121]) than in the general population (1.5% of all births).

Crying cannot be considered as a risk factor per se but may trigger abuse of the infant [147,167], given that parents' tolerance of crying in a child is very variable. A consultation for crying in a young baby should not only search for the cause but also evaluate the parents' feelings and reactions.

1.3.2.3.2. Risk factors related to the shaker. In cases where the perpetrator has been identified (regardless of whether he/she has admitted the act), the latter is usually (70%) male (more often the child's father than the mother's partner).

Unrelated adults also constitute a significant category of potential shakers: in the series of 151 AHI cases examined by Starling's group [164], the mother's partner was implicated in 20.5% of cases and a female carer/babysitter was implicated in 17.3% of cases.

1.3.2.3.3. Risk factors related to the parents. In terms of the socio-economic context, the results are very contradictory. All backgrounds are concerned by SBS but the suggested vulnerability factors remain to be documented (a first child, a new pregnancy, a return to work, poor knowledge of a child's needs or normal behaviour, social and family isolation, a history of domestic violence, past or current psychiatric disorders, drug or alcohol abuse, etc.). In 2005, Mireau [121] noted that the parents had very poor knowledge of a child's needs or normal behaviour. Low parental age is frequently

emphasized by researchers and has been reported as a potential risk factor [37].

A prospective study [119] examined the socio-economic context of 25 cases of non-accidental HI observed over almost 10 years (January 1998 to September 2006) in a region of Scotland: 76% of the cases came from the most deprived areas in terms of education, learning and social capacities, with 72% in areas with the highest crime rates, 68% in areas with poor healthcare facilities, 60% in low-income areas, 52% in areas with poor housing and 48% in areas with high unemployment.

These results are in sharp contrast to those of earlier studies: of the two studies published in 2000 on the same cohort of children, one noted [37] that most parents had a stable job (81% of the mothers were in work) and the other [65] found that the majority of the parents had been in secondary or higher education.

Ruling out a diagnosis of AHI because of an apparently favourable sociofamilial context may lead to so-called “missed” diagnoses [86].

However, in general, a healthcare professional should pay attention to a difficult sociofamilial context for the child’s carers.

The relationship between SBS and ethnic factors has been studied. Fortin [54] reviewed the literature on this topic and concluded that ethnic origin is no more significantly associated with SBS than it is with accidental HI. In fact, the data suggested rather that the “ethnic origin” parameter constituted a risk factor for other social markers that increased in the risk of AHI in the child.

In summary [54], the currently available data (although fragmented and sometimes contradictory) suggest that children who are male, first born, aged under 6 months, born prematurely after a complicated or multiple pregnancy, living with parents with a history of psychoactive substance abuse (alcohol, drugs) or family violence and/or with poor knowledge of strategies for managing the relationship with their infant are at a greater risk of being SBS victims. Of course, this violent act can occur in the absence of any socio-economic and cultural risk factors. Even though it is right to consider that SBS victims are more likely to belong to one or more of the above-mentioned risk groups, it is wrong to believe that the majority of children presenting these characteristics are victims of this type of abuse.

1.3.3. What types of lesions occur and which clinical and paraclinical assessments are necessary and sufficient to detect them?

1.3.3.1. The lesions

1.3.3.1.1. *The meninges (with subdural or subarachnoid haemorrhage), the brain, the eyes and the spinal cord are likely to be damaged in SBS.* Other lesions may also be observed: fractures of the limbs, ribs or skull; bruising of the scalp, hematoma of the neck muscles and posterior spinal lesions.

Although the most detailed data have been provided by autopsy series, the latter obviously correspond to the most serious forms of SBS because they have led to the child’s death.

On the basis of 93 neuropathological examinations of SBS victims lacking visible cranial trauma, Billette [16] described:

- 81 cases of subdural hematoma (SDH), 65 cases of subarachnoid haemorrhage, 14 cases of intraparenchymatous haemorrhage, 69 cases of brain oedema and 41 cases of cerebral herniation;
- 56 cases of intraocular haemorrhage;
- 21 spinal cord lesions.

The state of the spine was not mentioned. The lesions observed here were not specific for the mechanism of death.

Another study [56] found cervical epidural haemorrhages and focal axonal lesions of the brain stem and the roots of the spinal nerves in 11 of 37 AHI cases and in none of 14 control cases (i.e. deaths from other causes).

Different types of damage to the brain parenchyma can be observed:

- anoxic lesions of the cortex, grey nuclei and thalamus: these lesions translate into (rarely haemorrhagic) hypodensities associated with a loss of contrast between white matter and grey matter [2];
- brain oedema, translating into a decrease in the volume of liquid-filled spaces;
- contusions, in particular in the frontal and temporal regions and at the white matter–grey matter junction.

Intracranial extra-axial, blood collections (SDH, potentially combined with subarachnoid haemorrhage) present some particular features in SBS [32] (Figs. 1–3). They are generally multifocal, bilateral and faint (with no mass effect). They cover the convexity of the brain hemispheres and accumulate in the longitudinal fissure in an inclined position and along the insertion of the tentorium cerebelli. The detection of a haemorrhage in the falx cerebri is very suggestive of SBS

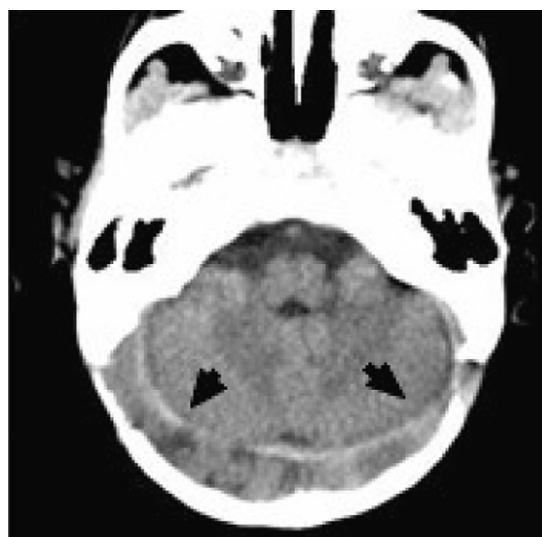


Fig. 1. Multifocal subdural haematoma of the tentorium cerebelli (indicated by an arrow) in a case of abusive head injury (AHI) caused by shaking.



Fig. 2. Multifocal interhemisphere subdural haematoma (hyperdensity indicated by an arrowhead) and multifocal left pericerebral subdural haematoma (hyperdensity indicated by an arrow) in a case of abusive head injury (AHI) due to shaking.

[2], as are subdural collections in the posterior fossa. It is nevertheless noteworthy that SDH is not observed in all shaken babies: it was only seen in 72–93% of the cases in the articles reviewed by Christophe [32].

EDH results more from accidental HI than SBS, where it is extremely rare.

1.3.3.1.2. Eye lesions. RHs are NOT always present in SBS: according to Defoort-Dhellemmes [38], they are seen in about 80% of cases (ranging from 50 to 100%, depending on the series). They are described in terms of:

- whether they are bilateral or not: most are bilateral, which contrasts with the generally unilateral RH that can be

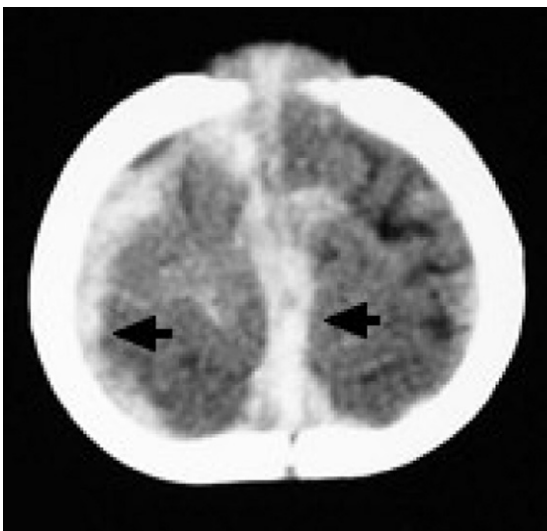


Fig. 3. Multifocal subdural haematoma of the vertex (indicated by arrows) in a case of abusive head injury (AHI) caused by shaking.

observed in accidental HI [43,126,138]. Nevertheless, RH are unilateral in 10 to 17% of cases of SBS;

- their appearance, size (small, large, more or less than two optic discs) and shape (flame-shaped, blots, punctiform, dome-shaped), which depend on their location in the eye;
- their location at the posterior pole of the eye (peripapillar, macular, along the vascular arcades) or at the periphery of the fundus (near to the periphery or extending out across the very edge to the ora serrata);
- their location relative to the retinal layers (Table 2):
 - dome-shaped, preretinal haemorrhages situated just under the internal limiting membrane, whether small (classic, pearl-shaped RH) or large (haemorrhagic retinoschisis),
 - superficial haemorrhages (that disappear very rapidly, sometimes in less than 24 hours) or deep intraretinal haemorrhages,
 - subretinal haemorrhages.

Defoort-Dhellemmes [38] distinguishes between three types of RH, depending on their number and their extent (Table 3):

- type 1: intraretinal haemorrhages, flame-shaped, blots or punctiform, situated at the posterior pole of the eye;
- type 2: preretinal dome-shaped haemorrhages that are small (no larger than the diameter of the optic disc) and pearl-shaped, situated at the posterior pole, around the optic disk and along the vascular arcades or mid-way out towards the periphery. These haemorrhages may occur alone or in combination with type 1 RH;
- type 3: profuse, multiple haemorrhages of all types (intra-, pre- or subretinal), coating the whole retina or flecked out to its periphery, combined with unilateral or bilateral pre-macular haemorrhagic plaques (which are sometimes immediately suggestive of haemorrhagic retinoschisis). Type 3 haemorrhages are extremely suggestive of SBS. They can be considered as almost pathognomonic, especially when combined with SDH, massive brain oedema or bone lesions that are very suggestive of abuse. However, they can be observed extremely rarely in violent, accidental HI (road accidents).

Other lesions can be seen in the fundus: vitreous matter and choroidal haemorrhage and papillary oedema due to intracranial hypertension.

Intra-orbital haemorrhage (scleral haemorrhage and haemorrhage of the optic nerve sheath, muscles and orbital fat) can be detected on autopsy [126].

Table 2

Location of the haemorrhage relative to the retinal layers.

Preretinal haemorrhages	Dome-shaped, small (< 1 optic disc diameter)
	Dome-shaped, large (> 1 optic disc diameter)
	Haemorrhagic retinoschisis
Intraretinal haemorrhages	Superficial intraretinal
	Deep intraretinal
Subretinal haemorrhages	

Table 3
Classification of retinal haemorrhages (according to Defoort-Dhellemmes [38]a).

Type 1	Intraretinal haemorrhage (flame-shaped, blots or punctiform, situated at the posterior pole of the eye)
Type 2	Small, dome-shaped, preretinal haemorrhage, situated at the posterior pole of the eye, around the optic disk and along the vascular arcades or mid-way out towards the periphery. They may occur in isolation or in combination with Type 1 RH
Type 3	Profuse, multiple haemorrhages of all types (intra-, pre- or subretinal) coating the whole retina or flecked out to its periphery, combined with unilateral or bilateral premacular haemorrhagic plaques

1.3.3.1.3. Lesions of the neck muscles, spine or spinal cord. Neck damage was noted in 4% of the children studied by King et al. [98]. Billette [16] reported that several observations of spinal cord SDH have been described in the literature. Christophe [32] pointed out that violent shaking can provoke: (i) widespread axonal lesions near the brain stem and the upper spinal cord and (ii) epidural haematoma near the neck/head junction.

1.3.3.1.4. Skin lesions. In the absence of medical causes, bruising is very suggestive of abuse in an infant that cannot yet walk unaided [166]. In the latter article, only 0.6% of the children under 6 months and 1.7% of the children under 9 months of age had one or several bruises. It is particularly important to look for bruising on the scalp: in a study on HI in infants, Greenes and Schutzman [68] found that 93% of the infants presenting bruising of the scalp also had intracranial lesions.

1.3.3.1.5. Bone lesions. Bone lesions are particularly suggestive of abuse:

- rib fractures (in the absence of prior, aggressive, respiratory physiotherapy) are posterior, at the costovertebral junction. There are generally multiple fractures on contiguous, symmetric ribs;
- metaphyseal fractures;
- periosteal spurs;
- some skull fractures: multiple fractures and depressed occipital fractures.

1.3.3.2. Clinical and paraclinical assessments

1.3.3.2.1. Clinical assessments. Check and update the height, weight and head circumference curves.

Thorough clinical screening for trauma, which must be photographed if found.

A neurological examination is, of course, essential; one should note the head circumference (in comparison with earlier figures), the state of the fontanel, axial tone and possible motor impairments.

1.3.3.2.2. Additional assessments. When faced with neurological clinical signs or a combination of the signs described above, the following additional examinations are required:

- a computed tomography (CT) brain scan is the first-line examination in an emergency [157]. It is a sensitive method for detecting haemorrhagic lesions: SDH, subarachnoid haemorrhage and (more rarely) haemorrhages of the brain parenchyma. The brain scan can also define the extent of any oedema. If symptoms persist (and even when the first scan is normal) a second scan can be performed 12 to 24 hours later;
- an ophthalmological examination: it must be performed after dilatation, by an experienced ophthalmologist, within 48 to 72 hours at the latest (due to the rapid resorption of some types of RH). Photos must be taken whenever possible;
- the value of MRI:
 - when performed in the acute phase as soon as permitted by the child's state, MRI is of significant diagnostic value for revealing lesions that are not visible on CT (i.e. small SDH, oedema and hypoxic lesions). Performance of an MRI scan depends on the child's clinical state (stability). This is the examination of choice for having a complete overview of axial and extra-axial lesions, whether haemorrhagic or not [147]. MRI enables the brain stem, spinal cord and neck region to be assessed, in addition to the brain itself.
 - Kemp et al. [96] reviewed the literature on children with severe spinal cord damage (24 children described by 15 studies) and recommended that head and neck MRI should be performed in any infant in whom HI is suspected, especially if there is unexplained deformation of the spine, focal neurological signs or skeletal lesions.
 - Useful conventional sequences include the T1- and T2-weighted spin-echo sequences and the T2* echo gradient sequence. All are sensitive to the paramagnetic effect of the haemoglobin degradation products and enable determination of the approximate age of intraparenchymatous haemorrhage.
 - The fluid-attenuated inversion recovery (FLAIR) sequence is very good for detecting subarachnoid haemorrhage and small SDH [159].
 - So-called "advanced" techniques (such as magnetic susceptibility imaging, spectroscopy and diffusion imaging) have further increased the sensitivity and the diagnostic and prognostic value of MRI:
 - magnetic susceptibility imaging can visualize very small areas of bleeding, whether recent or old [69,168],
 - spectroscopy can provide information on anatomical and functional damage to neurons and axons [36,73],
 - diffusion imaging can estimate changes in the volume and configuration of extracellular spaces and/or intracellular viscosity [84,135],
 - studies on SBS have demonstrated that early anomalies in diffusion imaging are compatible with cytotoxic-type oedema – probably as part of an associated ischaemic, hypoxic encephalopathy [2];
 - it is less urgent to perform MRI as part of the lesion screening process but it must be performed before discharge from hospital. The brain stem, spine and spinal cord must be studied and not just the brain. Furthermore, the MRI can reveal hypoxic lesions and lesions of different ages;

- other necessary examinations:
 - a complete blood count + platelet count, PT, APTT, coagulation factors,
 - X-rays of the whole skeleton, performed according to the American Academy of Pediatrics guidelines [7]. A skeletal survey is mandatory in all cases of suspected physical abuse in children younger than 2 years (not a “whole body” X-ray): radiographies of the axial skeleton (anteroposterior and lateral views of the thorax, and possibly an oblique view to see the ribs, the upper dorsal and lumbar spine; anteroposterior and lateral views of the pelvis, in order to see the medial lumbar spine; a lateral view of the lumbosacral spine, anteroposterior and lateral views of the cervical spine, anteroposterior and lateral views of the skull [and other views, if necessary]) and all limb segments. One should thus screen for recent or older fractures – particularly in the locations suggestive of SBS cited earlier.

There are then three possibilities: the bone lesions are (i) very suggestive of abuse or (ii) not typical or (iii) absent. In the last two cases and if abuse is strongly suspected, scintigraphic examination can reveal lesions that are not visible on X-rays (e.g. rib fractures that do not yet show callus formation, very small diaphyseal fractures and early periosteal thickening). Another option (if the child can be placed in a safe environment) is to repeat the skeletal X-rays 10 or 15 days later and see whether there are any changes [2].

If the child is dead on admission to the hospital, the family/carers must be questioned as to any abnormal signs in the hours or days before death. In February 2007, the French National Authority for Health (HAS) recommended [74] performing the following examinations (in addition to an analysis of the circumstances in which the child was found and the medical history) in all cases of unexpected infant death: a thorough clinical examination, a fundoscopy and an X-ray examinations by a paediatric radiologist (X-rays of the skull, spine, pelvis, all four limbs and the thorax) and CT or MRI imaging of the brain and, if possible, the whole body. Autopsy is essential but requires the parents' consent (unless otherwise decided by the district prosecutor for forensic and legal reasons) and so must always be suggested. It must include a fundoscopy and a neuropathological examination of the brain, eyes and spinal cord. Several authors have described autopsy techniques in the young child [10,45]. Ehrlich et al. [47] insist on the need to evidence rupture of the corticodural veins. Several techniques for this have been suggested [55].

Some time after shaking, certain neurological or neuropsychological symptoms and some neuroradiological images can suggest shaking a posteriori. It is then necessary to look for a drop in the head circumference curve (at this stage, microcephaly is observed) and perform MRI.

1.3.4. What are the differential diagnoses for shaking and which clinical and paraclinical assessments are necessary and sufficient for an aetiological diagnosis?

1.3.4.1. The main differential diagnosis is accidental HI.

Rarer, disease-related diagnoses must be ruled out

1.3.4.1.1. Disorders of haemostasis. Congenital coagulation disorders (factor V, X or XIII deficiencies and haemophilia A) can lead to intraparenchymatous or extra-axial haemorrhage [148].

Severe thrombopenia can lead to intracranial haemorrhage (mainly intraparenchymatous haemorrhage).

1.3.4.1.2. Arteriovenous malformations. These are extremely rare below the age of 1 year and trigger subarachnoid haemorrhage (often associated with an intracerebral or intraventricular haemorrhage) rather than subdural haemorrhage.

1.3.4.1.3. Metabolic diseases. Depending on the context, one must screen for:

- type 1 glutaric aciduria: 1 in 30,000 births. This condition often manifests itself by acute neurological distress in the first months of life, with a pseudoencephalitic clinical picture in children with macrocephaly and pre-existing hypotonia. Imaging can reveal suggestive anomalies: a broad lateral sulcus and lesions in the central grey nuclei. During disease progression, SDH is frequent and RHs are reported in 20 to 30% of cases [55,72,90]. Faced with this characteristic clinical and radiological picture, a diagnosis of this metabolic disease is confirmed by the chromatographic assay of urinary organic acids [116];
- Menkes disease: this affects boys only (as a recessive, X-linked disease) and is also rare (1 per 250,000–300,000 births). It is a metabolic disease of copper absorption and induces multiple bone lesions, SDH [127], hypotonia, early convulsions and severe mental retardation in children surviving beyond the neonatal period. The twisted appearance of the hair is suggestive. Serum copper and ceruloplasmin assays make a biochemical diagnosis very easy.

1.3.4.1.4. Osteogenesis imperfecta. Two articles [70,156] have stated that SDH is possible in this syndrome but did not indicate its frequency and a causal relationship has not been established. The clinical picture is quite different; the constitutive bone fragility results in diaphyseal fractures and not metaphyseal damage.

1.3.4.2. Are retinal haemorrhages required for diagnosis of SBS? RHs are observed in about 80% of cases of AHI, on average (with values ranging from 50 to 100%, depending on the series).

In fact, the frequency of RH is difficult to estimate because:

- as reported in the literature, the frequency increases when the fundoscopy is performed by a senior ophthalmologist on admission to the emergency room, after dilatation or when photos (taken on admission by specialists in paediatric resuscitation) show these haemorrhages;
- many ophthalmologic studies consider their presence to be necessary for the diagnosis of SBS – thus introducing circularity bias because the RH is both the subject of the study and an obligatory diagnostic criterion.

One can nevertheless conclude that RH (absent in about 20% of the cases reported by Defoort-Dhellemmes [38]) are not essential for a diagnosis of SBS. In accidental HI due to road accidents, RHs are much rarer (ranging from 0 to 17%, with a frequency of 8.9% for all the literature cases collated by Kivlin et al. [101]). However, their frequency has certainly been underestimated, since fundoscopy is not performed systematically in child victims of road accidents or may be performed too late. The most frequent RH in accidental HI corresponds to type 1 and 2 in Defoort-Dhellemmes' classification and disappear rapidly – sometimes in less than 2 days [38].

1.3.4.3. Clinical criteria for a diagnosis of shaking

This question can be addressed from two standpoints:

- according to the clinical situation;
- according to the lesions found upon examination.

1.3.4.3.1. Different clinical situations can suggest a diagnosis of SBS. When an infant is brought in dead and does not correspond to terminal progression of a known pathology, a diagnosis of AHI must always be considered as a potential cause of unexpected death. The interview with the family must be performed with respect but must also be detailed, in order to establish the circumstances surrounding the death.

Some signs must be given special attention:

- implausible explanations;
- statements that change over time (although the parents' emotional state can be an explanation);
- suspicion of previous abuse and other poorly explained deaths in the family.

For all cases of unexpected infant death, it is advisable [74] to obtain the parents' consent for an autopsy that will potentially enable collection of data on shaking (bearing in mind that any indication of SBS should be reported to the district prosecutor, who will be able to order an autopsy as part of a forensic procedure).

When faced with inaugural, acute, neurological distress, the clinician should perform a brain CT scan as soon as possible and, if intracranial haemorrhage is evidenced, look for the simultaneous presence of other signs of shaking:

- RH;
- signs of abuse (skin and/or bone lesions);
- explanations given by the family that are implausible or change over time.

If all these signs are found together, the diagnosis of SBS is highly probable, or even certain.

When faced with signs that strongly suggest neurological damage, such as those described above (changes in behaviour, poor food intake, poor contact, less smiling, decrease in the child's capabilities; change in tone [axial hypotonia] or certain non-specific signs (vomiting, respiratory disorders [pauses,

apnoea], pallor or an infant who appears to be in pain), it is essential to consider shaking:

- palpation of the fontanel, measurement of the head circumference and examination of the growth curve (acts that must always be performed when examining an infant) can evidence a bulging fontanel and enlargement of the skull with a sharp upwards shift on the head circumference curve;
- look for:
 - a combination of the above-mentioned signs (Table 1), found in a significant percentage of cases of shaking,
 - other signs of abuse via clinical examination and analysis of the medical history;
- note during the interview:
 - the existence of any delay in seeking medical care,
 - the fact that the explanations given by the family/carers are implausible, barely plausible or change over time or from one person to another;
- look for RH;
- perform a brain CT scan immediately (MRI being performed later, when permitted by the child's state).

Some of these elements may be absent and it is impossible (given our current state of knowledge) to assess the relative importance of each of those elements present. However, certain data have more specific value:

- in clinical terms: in addition to the interview data, the existence of apnoea, bruising (on the scalp or elsewhere);
- the CT results: subdural or subarachnoid haemorrhages are more frequent (refer to the description above) than intraparenchymatous bleeding and EDH is extremely rare in cases of SBS;
- the fundoscopy: the existence of RH of all types (even on one side only; Table 3), especially when profuse or flecked across the retina to the outer periphery, combined with one or several large, dome-shaped or plaque-shaped haemorrhages (sometimes with the characteristic aspect of haemorrhagic retinoschisis) or a perimacular retinal fold (Defoort-Dhellemmes type 3, which is almost completely pathognomonic for SBS).

One of these signs alone will not enable the physician to affirm a diagnosis of SBS. The combination of two or more of these signs is strongly suggestive, as long as differential diagnoses have been ruled out. The description of an act of shaking (sometimes by the perpetrator but more often by an eye witness) is, of course, a key element.

In any case, any suspicion of shaking must prompt the physician to tell the parents about his/her concern and the absolute need to hospitalize the child.

1.3.4.3.2. At the end of the clinical and radiological assessments (whatever the initial symptoms), the probability of a diagnosis of SBS will vary according to the lesions observed. In a child under 1 year of age and after having ruled out differential diagnoses:

- a diagnosis of shaking is highly probable (or even certain) in cases with:
 - multifocal extra-axial haemorrhages (SDH, subarachnoid haemorrhage) (Figs. 1–3),
 - AND RH that is profuse or flecked across the retina out to its periphery (Defoort-Dhellemmes type 3) (Table 3),
 - AND a clinical history that is absent, incoherent, changes over time or is incompatible with the observed lesions or the child's age.

The coexistence of these three diagnostic elements (as described here) prompts a diagnosis of AHI (probably by shaking).

Other elements can be present and reinforce the diagnosis of shaking:

- hypoxic brain lesions,
- cervical lesions (spinal canal haematoma, spinal cord lesions and lesions of the occipitovertebral or cervico-dorsal junctions),
- description of violent shaking by an eye witness;
- a diagnosis of shaking is probable in cases with:
 - EITHER multifocal extra-axial haemorrhages (Figs. 1–3), in the presence or absence of RH of any type (Table 3),
 - OR localized extra-axial haemorrhage with type 2 or 3 RH,
 - AND a clinical history that is absent, incoherent, changes over time or is incompatible with the observed lesions or the child's age;
- in cases of localized SDH and RH limited to the posterior pole (type 1 RH), with a clinical history that is absent, incoherent, changes over time or is incompatible with the lesions observed or the child's age, there was no consensus within the Hearing Commission as to whether diagnosis of shaking must be considered as probable or possible;
- a diagnosis of shaking is possible in cases with:
 - localized SDH,
 - AND a clinical history that is absent, incoherent, changes over time or is incompatible with the observed lesions or the child's age;

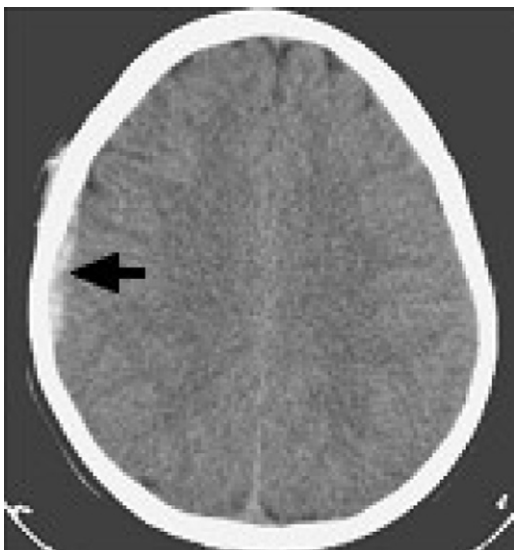


Fig. 4. Localized right frontoparietal SDH and adjacent bruising of the scalp (indicated by an arrow) in a case of accidental head injury (HI).

- a diagnosis of shaking can be ruled out in cases with:
 - localized SDH (Fig. 4), with a linear fracture and adjacent bruising in some cases,
 - AND an unchanging clinical history compatible with the observed lesions and the child's age and which features a description of a violent, accidental HI.

In all cases, the observation of any of the following is strongly suggestive of a diagnosis of abuse and should prompt the implementation of appropriate measures:

- abuse-specific bone lesions and bruising (particularly on the scalp) in a child too young to walk unaided;
- a history of abuse, or of unexpected poorly explained sibling death(s);
- a delay in seeking medical assistance.

1.4. The causal mechanism of lesions

1.4.1. In the presence of subdural haematoma (in the presence or absence of subarachnoid haemorrhage) and retinal haemorrhage (alone or combined), which causal mechanisms or circumstances may be invoked?

Since the lesions observed in SBS are not highly specific (even though some are highly suggestive), it is important to determine which lesions can be observed during activities frequently invoked by the adults when a child is brought to hospital after denied shaking. The most frequent explanations are falls and attempts to resuscitate the infant after loss of consciousness. Indeed, some people consider that shaking alone is not sufficient to create lesions and that an accompanying impact is essential. This is why the following question is dealt with here, with a view to facilitating the diagnosis of SBS: which mechanisms or circumstances may be involved in the occurrence of SDH (in the presence or absence of subarachnoid haemorrhage) and RH (alone or in combination)?

The following mechanisms and circumstances are discussed below:

- shaking in the absence of an impact;
- mild HI by fall from a low height;
- playing;
- childbirth;
- hypoxia or anoxia;
- resuscitation manoeuvres.

1.4.1.1. Shaking in the absence of an impact

1.4.1.1.1. Subdural haematoma. Biomechanical evidence.— In their first study in 1987, Duhaime et al. [44] estimated that shaking in the absence of an impact could not cause brain lesions or SDH. However, the reference values used in the study had been obtained in primates and the transposition to infants had not been validated.

Some more recent biomechanical studies have indicated that shaking in the absence of an impact is sufficient to rupture the

corticodural veins. Roth et al. [150], by using a finite element model of the infant head to show that even though the pressure and shearing values are significantly higher in cases of impact, the relative extension of the corticodural veins is similar in the presence and absence of impact (180%) and exceeds the degree of stretching need to rupture the said veins in children under 3 months of age (150%) [123].

Clinical evidence.— Several clinical studies have confirmed that SDH may be caused by shaking in the absence of an impact [19,83,95,120,124,165]. Moreover, SDH are more frequent in confirmed cases of AHI by shaking than in accidental HI in children of the same age [49,51,83,85].

Autopsy data.— Autopsy data confirm also the existence of SDH in the absence of any signs of external impact [58].

In conclusion.— There are sufficiently clinical, radiological, autopsy and biomechanical arguments to affirm that SDH can occur with shaking in the absence of any impact.

1.4.1.1.2. Retinal haemorrhage. Shaking in the absence of an impact can cause RH. In fact, RHs seem more strongly linked to the mechanism of shaking than to the occurrence of an impact.

Biomechanical elements.— Modelling of the infant eye has shown that during shaking, significant stress is applied to the posterior pole as a result of the strong traction exerted by the optic nerve on the retina. This explains the predominance of lesions to the posterior part of the retina [71].

Clinical elements.— RHs are found in cases of SBS both with and without cranial impacts [19,22,60,137,165] and may be even more frequent during shaking alone (in the absence of an evidenced impact) [137,165].

Further evidence in favour of a link between the shearing mechanism and RH is the fact that in cases of AHI (compared with accidental HI), RH are:

- more frequent: 80%, on average (ranging from 50 to 100%, depending on the study) in cases of shaking vs. 8.9% on average for all the cases in the literature on road accidents collated by Kivlin et al. [100];
- bilateral in the great majority of cases (83 to 90%) [21,43,99,126,137,172];
- often more abundant [6,15];
- more abundant in cases of certain SBS than in cases of probable SBS ($P < 0.0001$) [17].

Type 3 RH extending out to the periphery are extremely rare after accidental HI:

- they are extremely rare in road accidents [62,63,100];
- they have been reported only five times in other circumstances that were not simple falls (a television set [93,106] or a 63 kg person [111] falling on the child's head; a child falling off a platform in a play area [140]), some of which are controversial because there were no independent eye witnesses, no autopsy data and no funduscopy data from an ophthalmologist [140].

According to Betz et al. [15], massive RH covering more than 20 to 30% of the whole retina's surface area cannot be

explained by a simple, accidental HI and a banal fall in particular. According to Defoort-Dhellemmes [39], type 3 RH are considered as almost pathognomonic for shaking [15,17,178].

In conclusion.— Type 3 RH (but also types 1 and 2 RH) can occur during shaking in the absence of an impact and seem even more related to the mechanism of shaking than to the existence of an impact.

Type 3 RH are extremely rare in other circumstances and are thus almost pathognomonic for shaking.

1.4.1.2. Mild head injury: falls from a low height

In the absence of a formal definition of “mild” injury, examples of trauma considered to be mild (falls from a low height, in particular) and for which some evidence exists in the scientific literature have been extrapolated.

1.4.1.2.1. Falls are the main explanation given by adults. It is particularly important to study the mechanism of falls because the latter explanation is that most frequently alleged by adults to justify the lesions observed in an infant [51].

It is probably often accepted in error in the absence of other plausible explanations, as very strongly suggested by several studies:

- in 1991, Chadwick et al. [27] reviewed the medical records of 317 consecutive admissions to a children's trauma centre in San Diego between 1984 and 1988, for which a history of a fall was reported by the parents as being the cause of HI. The researchers analysed the data on the history as reported and did not evaluate their probability or credibility with respect to the diagnosis and the outcome. For the 283 children for whom the height of the fall was known, they found 7% of deaths for falls reportedly from a height of less than 1 metre (7 out of 100), compared with a rate mortality of 0% for falls from a height of between 1 and 3 m (0 out of 65) and of 0.8% for falls from a height of between 3 and 12 m (1 out of 118). The age of the child was not always specified but of the seven deaths for alleged falls from a height of less than 1 metre, two children had fallen from their own height (and thus were under the age of four because a 4-year-old is 1 metre tall, on average), two had fallen from a bed or a table (which suggests a young age) and two children (aged 6 weeks and 13 months) had fallen from someone's arms. Lastly, the remaining case (an 11-month-old child) had fallen down the stairs;
- in a prospective study of 398 falls by children admitted to Oakland Children's Hospital over a 2-year period, Williams [181] compared two populations of under-3s for whom the alleged causal mechanism was either a fall reported by family members or carers (53 cases) or by a neutral eye witness or several eye witnesses (106 cases). The researchers observed a death rate of 3.8% and a serious HI rate of 34% for cases with related eye witnesses and no deaths (other than a child who fell 21 m) and no serious HIs for cases with neutral or several eye witnesses;
- in an editorial [26], Chadwick insisted on the fact that reliably witnessed cases in mechanistic studies are those occurring in hospital or an authorized care setting under certain

conditions. He considered that cases for which the eye witnesses are carers or other children should not be included in databases concerning alleged mechanisms.

1.4.1.2.2. Mortality due to falls from a low height. In the child under 5 years of age, the immediate or differed mortality rate after a fall from a low height (< 1.5 m) is very low:

- on the basis of a review of three databases in the United States, five book chapters, the work of two learned societies, seven literature reviews and 177 articles published in peer-reviewed journals, Chadwick et al. [28] estimated the mortality rate at less than 0.48 per million under-5s per year (some cases were included in this study despite doubtful circumstances of occurrence). The estimation of the incidence under the age of 1 year was not specified;
- in five studies, none of the 708 children who fell in a hospital setting (at least 94 of whom were under the age of one) died [75,107,112,128,152].

Denton and Mileusnic [40] published the case of a 9-month-old child (looked after by its grandmother) who died 72 hours after a backwards fall from a 76-cm-high bed where it was sitting. The child (which did not have any clinical symptoms until the evening before death) was found dead in the morning. The autopsy evidenced mild parenchymatous brain lesions and slight SDH above a linear parietal fracture, without disjunction of the edges in spite of massive brain oedema (1035 g for an expected weight of 750 g). There were no RHs. However, this case (not considered by Chadwick et al. as resulting from a fall from a low height) cannot be taken into account since (i) the eye witness was not neutral and (ii) the absence of disjunction of the sutures (despite a large oedema) argues in favour of a very recent HI – which casts doubt on the alleged mechanism of a fall from a low height.

The article by Plunkett [140] on 75,000 playground accident reports over a period of 11.5 years showed that death is possible but extremely rare after a fall from a low height. Eighteen children (0.024%) aged from 12 months to 13 years had died “following a fall from playground equipment from a height of between 0.6 to 3 m” (the height was judged in terms of the part of the body nearest to the ground at the time of the fall, rather than the distance above ground of the child’s centre of gravity). However, the following points must be noted for the eight deaths of children aged three or under (cases 1 to 8):

- none of the children was under 1 year of age and the four youngest cases (cases 1 to 4) were 12 to 20 months old;
- the eye witnesses were either family members in five of the eight cases (cases 1 to 4 and 6). This was particularly the case for the four youngest children and one other child (case 8);
- an autopsy was not performed in three cases (cases 1, 2 and 7). In a fourth case (case 4), the autopsy was “limited”;
- only one of the four youngest children received a full autopsy (case 3);
- being swung or rocked was associated with the fall in three of the eight cases (cases 1, 3 and 6), including two of the four youngest children;

- the lucid interval between the fall and the first symptoms was always less than 15 minutes and was even zero in three cases (cases 1, 3 and 6);
- brain oedema was indicated as the cause of death – even for cases lacking an autopsy.

In the eight youngest children in this series, only case 5 (a 23-month-old child having fallen over a barrier around a platform situated 0.7 m above the ground) appears to be an incontestable HI due to a fall from a low height (a filmed case, with an autopsy). There was a 10-minute lucid interval before coma. The lesions observed before death were:

- bilateral RH evidenced 24 hours after admission but with no other details (the fundoscopy was not performed by an ophthalmologist) and not described later at autopsy either;
- a large right SDH with disappearance of the lateral ventricle and mild subfalcine herniation on the initial CT scan. Soft tissues were not studied. The SDH had been evacuated.

At autopsy, the following were found:

- a right frontal impact;
- a small residual SDH;
- a right parietal parenchymatous contusion;
- brain oedema with cerebellar herniation.

The low risk of death by falling from a low height is emphasized by the fact that even falls from a great height have a very low mortality rate:

- two studies found no deaths for falls from heights of less than three storeys:
 - Smith et al. [161]: a study on falls from three storeys or less by 70 children aged from 10 months to 15 years (50% of whom were under 3 years of age),
 - Barlow et al. [13]: 61 children under 16 years of age;
- in the series by Chadwick et al. [27], only one of the 118 children admitted after a fall from more than 3 m died (it was 11 months old). None of the 65 children having fallen from 1 to 3 m died.

1.4.1.2.3. Which clinical signs result from falls from a low height?. A few studies provide reliable data falls from a low height (corresponding to a mild HI) that have occurred in well-established circumstances (as observed by objective or several eye witnesses):

- five studies concerning falls of hospitalized children found the same results: no deaths and one case with vigilance disorders (a neonate having fallen 1 m off a delivery table) among 708 children in total, including 493 children under the age of seven. On the basis of the details given by the articles, one can establish that at least 94 of the children were under the age of one [75,107,112,128,152];
- a prospective study [181] of 106 children under 3 years of age with neutral eye witnesses did not find any serious clinical

manifestations (bruising, abrasions, cuts or neurological disorders) and found only three skull fractures without loss of consciousness (a fall against a hard edge) for falls from a height of less than 1.5 m;

- other data came from questionnaires put to parents on possible previous falls and consequences. Kravitz et al. questioned the mothers of children under 1 year of age ($n = 536$) and established that over half of these children had fallen from a low height at some moment in their life, with very few serious injuries and no fatalities [103]. Fifteen children had been hospitalized. The reported symptoms were lethargy in 14 cases, a loss of consciousness in two cases, vomiting in eight cases and convulsions in two cases. The total number of consultations has not been indicated;
- of 3357 falls (including 97% concerning the head) in 2554 children monitored longitudinally from birth to the age of 6 months, an injury was reported in 437 cases (as bruising in 244 cases and as a fracture or mild HI [commotion] in less than 1% of cases [21 times]) [179].

On the basis of these studies, it is clear that a fall from a height of 1.5 m hardly ever leads to death (fewer than 0.48 per million under-5s per year [28]) and rarely produces clinical signs.

1.4.1.2.4. Can subdural haematomas be observed after falls from a low height? Available data.– A few articles are available:

- on the basis of two studies of infant death [first study: 63 accidental deaths, including 10 by accidental HI and six by falls, excluding deaths due to drowning, fires, burns and road accidents, with 25 (39%) children under 1 year of age, 18 (28%) between 1 and 2 years of age and five (8%) between 2 and 3 years of age; second study: 21 accidental deaths, including two due to HI and with nine children (43%) under 1 year of age] performed in a city with two million inhabitants over a 24-year period (1975 to 1985 and 1986 to 1999) and other studies in the literature, Case [25] concluded that in cases of falls from a height of less than 1.8 m (6 feet), fractures of the skull were observed in 1 to 3% of cases. The fractures are generally linear and are not accompanied by intracranial haemorrhage or neurological impairments. Fewer than 1% of these fractures caused EDH (1–3 per 10,000) and even fewer caused a contact subdural haemorrhage. When these haemorrhages are sufficiently voluminous to create a mass effect, death can occur by intracranial hypertension. In all these cases, the EDH and SDH were focal and were situated at or adjacent to the fracture;
- based on his experience and a literature review, Dias [41,42] found that:
 - falls from a height of less than 1.5 m (5 feet) can cause intracranial damage, albeit very rarely (usually skull fractures, EDH and subarachnoid haemorrhage but also localised SDH),
 - diffuse SDH and brain hypodensities “are extraordinarily rare if they exist at all” (Dias did not find any case reports),
 - the lesions are often silent or poorly symptomatic and do not leave sequelae,

○ falls from a low height are even less likely to be lethal.

Sixty-seven to 75% of the deaths were due to lesions with a mass effect (EDH, SDH);

- Matschke et al. [115] found just one case of SDH due to accidental HI (a road accident) in a study of 715 consecutive autopsies of children under 1 year of age [with deaths due to malformation (almost 300), perinatal complications (175 cases), infections (under 100 cases) and metabolic damage (30 cases)]. The SDH was localized.

Biomechanical aspects.– Bertocci et al. [14] have studied linear accelerations of the head for falls from the height of a bed onto different types of surfaces. Even though further research is still necessary to determine the lesional limits of the child (since the values obtained [55 to 418 m/s^2] are very much lower than the lesional threshold in the adult [900 m/s^2]), the work suggests that (for the falls studied) serious brain lesions (such as acute SDH or intracerebral haemorrhage) cannot occur, since the linear acceleration is too low.

Conclusions concerning SDHs.– SDH after falls from a low height are extremely rare and are localised. They are mostly adjacent to the fracture line. Given the extreme rarity of this situation, the observation of SDH after an alleged fall from a low height should prompt the healthcare professional to first consider AHI as the cause.

1.4.1.2.5. Retinal haemorrhage after a fall from a low height. Regardless of the height of the fall, RHs are rarely described in falls with one or more neutral, reliable eye witnesses.

After a fall from a low height, RHs (when observed) are never widespread in terms of either surface area or depth, as described in cases of AHI. The RHs are then more likely to be associated with an EDH [53,170] and are moderate: small intraretinal or preretinal haemorrhages, situated on the posterior pole of the eye [53,87,93]. They are usually unilateral [170] but can be bilateral and often asymmetric (in the series reported by Defoort-Dhellemmes [39]).

1.4.1.2.6. Subdural haematoma and retinal haemorrhages after a fall from a low height. Christian et al. [31] have reported three cases of traumatic SDH occurring at home, including two cases with RHs that were limited to the posterior pole (with pre-, intra- or subretinal haemorrhage) in one eye only. However, none of these cases corresponded to a fall from a low height:

- a fall down 13 steps by a 13-month-old child, with local signs of impact (skin contusions on the forehead, nose abrasion) and RH on the same side as the SDH;
- a fall through banisters onto a concrete floor by a 7-month-old child, with a skull fracture and right-side brain parenchymatous contusion but no RH;
- a fall suffered by a 9-month-old infant after being swung: it was stated that the father lost his grip while swinging the child in his arms. The rear of the child’s head had then hit the ground. This case cannot be considered as an example of a fall from a low height because:
 - the eye witness (a family friend) was not neutral,

- the combination of swinging and a loss of grip during swinging cannot be likened to a simple fall from a low height,
- the height was very low (30 cm),
- there was no lucid interval,
- in contrast to the significant internal lesions (parieto-occipital SDH and RH), there were no external lesions, bruising or soft tissue damage observed in the other two cases to suggest an impact.

Vinchon et al. [178] gathered 3 years of prospective data on 150 under-2s having suffered an HI. Seventy-three cases were considered to be accidental. There were 12 road accidents. The trauma occurred at home in 55 cases and was been reported as a fall in 53 of these: 13 falls from a seat, 10 down the stairs, nine from the arms of an adult, nine from a table, eight falls when standing or from a great height and two from a bed. The eye witness (when there was one) was a family member or friend in all cases. In some cases, the traumatic nature of the incident has been deduced from the observed lesions. RHs were observed in five of the 73 children but Vinchon et al. did not state which children were concerned, how old they were and what the associated intracranial lesions were. On the basis of this article, it is impossible to identify any case of a child with both SDH and RH after a fall from a low height (especially in the absence of any neutral eye witnesses).

For the four cases of children aged between 12 to 20 months of age who died after playground accidents described by Plunkett [140], only one (case 4) had undergone fundoscopy and presented SDH and bilateral RH (RH in several layers). The fundoscopy had not been performed by an ophthalmologist. The eye witness was not neutral.

In summary, there are no literature cases of children under the age of one presenting both SDH and RH after a fall from a low height.

1.4.1.3. Can shaking be performed by another child?. There is only one biomechanical study on this subject [123]. Morison asked some children aged from 3 to 15 years of age to shake masses corresponding to infants weighing 3 to 10 kg. The children under four were unable to shake 3 kg weights, those under six were unable to shake 5 kg weights, those under nine were unable to shake 7 kg weights (which corresponds to the weight of a 6-month-old child) and those under 13 were unable to shake 10 kg weights (which corresponds to the weight of a 1-year-old child). The acceleration of the shaking (when the latter was possible) was well below that generated by an adult: for example, for a 7 kg weight (corresponding to the weight of a 6-month-old child), the acceleration was estimated to be 2125 cm/s², whereas shaking by an adult produces almost twice as much (3954 cm/s²).

1.4.1.4. Activities considered to be play by the family or carers

Very few studies have addressed this question.

1.4.1.4.1. Biomechanical aspects. Adults sometimes mention a mechanism that involves shaking the infant in “baby bouncer” seat by an older child.

Jones et al. [88] studied a manikin corresponding to a 5-week-old child and submitted it to rocking in a “baby bouncer” seat. The acceleration values ranged from 6 to 16 G (compared with the 50 G peak acceleration considered to be lesional, 750 G resulting from an impact against a wall [44] and 177 G corresponding to violent shaking). Moreover, when the duration of action is taken into account, the resulting index ranged from 2 to 52 (in comparison with a value of 1000 for a 50% chance of severe neurological damage in an adult). Even though if further studies are necessary to determine the lesional limits in the child, the values obtained (2 to 52) are well below the lesional threshold in the adult (1000) and suggest that it is very likely that serious brain lesions cannot occur through shaking in a “baby bouncer” seat.

1.4.1.4.2. Clinical aspects. There are no literature reports or expert feedback on any cases of HI with RH or SDH having occurred during play.

1.4.1.5. Childbirth

Childbirth is sometimes suggested as being responsible for SDH or RH. Hence, the lesions that can be observed after childbirth and their change over time in an asymptomatic child are specified below.

1.4.1.5.1. Subdural haematoma. Biomechanical elements.– The subdural lesions occurring during childbirth correspond to “static” compression phenomena, rather than impacts.

Clinical aspects.– The type of delivery influences the frequency of occurrence of intracranial haemorrhage, which occurs above all in cases of abnormal labour. Towner et al. [169] studied 583,340 consecutive live, first births of children weighing 2500 to 4000 g (excluding multiple pregnancies) registered in a Californian database between 1992 and 1994, and examined the relationship between morbidity and the type of delivery. The rate of intracranial haemorrhages is higher after vacuum-assisted delivery, force forceps delivery and caesarean section performed after induction of labour than for non-instrumented delivery or caesarean section performed before induction of labour. This suggests that the risk is above all related to an abnormal course of labour.

We reviewed prospective studies on asymptomatic children [109,149,180]. None of these children had undergone fundoscopy.

Asymptomatic SDH can be seen soon after childbirth (within 72 h), with a variable frequency of 9 [180] to 46% [146] depending on the investigational technique (ultrasound vs. MRI), the MRI field strength and the use of coronal slice to differentiate between supratentorial and subtentorial locations, the date of the examination and the type of delivery.

SDH is found more frequently when investigated soon after birth, with a more powerful MRI system, after vaginal delivery (14 to 33%), for vacuum-assisted delivery (40 to 77%) or forceps delivery (30 to 33%), for higher birth weights [149], lesions in the genital area [109], premature deliveries (24% in the study by Sezen [158]) and for first children (20% in the study by Sezen [158]).

These SDHs are situated on the subtentorial level, the supratentorial level or both. Whitby et al. [180] and Looney et al. [109] described a preponderance of subtentorial sites – in contrast to Rooks et al. [149].

Supratentorial SDH can be occipital but also parietal or temporal. In the series reported by Rooks et al. [149], all 46 cases of supratentorial SDH were situated in the posterior half of the skull: 30 out of 46 (65%) were interhemispheric and posterior, 29 out of 46 (63%) were occipital and 22 out of 46 (22%) were close to the tentorium cerebelli. Twenty children (43%) had also SDH of the posterior fossa. None of the cases of asymptomatic, supratentorial SDH in the series was frontal, as also reported by Whitby et al. [180]. In the series reported by Rooks et al., 74% of the cases (34 out of 46) had SDH in two or three areas. The SDH was always homogeneous in all the MRI sequences [149]. In the study by Looney et al. [109] (using a 3 Tesla MRI machine), the 12 cases of multiple SDH were homogeneous and the lesions had the same age. The haemorrhage was often mild and appeared in the form of a thin film. None of the 46 cases described by Rooks et al. [149] had an extradural subarachnoid or intraparenchymatous haemorrhage.

In summary, in the context of childbirth, SDH can be evidenced by brain imaging in asymptomatic neonates. The SDH is generally situated generally in a supratentorial site in the posterior half of the skull (not the anterior half) or in the posterior fossa – sites which are found in SBS. These SDHs are often multifocal. They are homogeneous and have the same age (when this information is given).

In the referenced studies, the follow-up data (when complete) showed that these asymptomatic SDHs did not progress to chronic SDH and resolved spontaneously within 1 month [149,180], except for one case in Rooks et al. which initially had (i) bilateral occipital SDH and (ii) SDH of the posterior fossa and then developed (at 26 days of age) a new left-side, frontal SDH. An examination at 5 months confirmed the disappearance of the SDH but enlargement of the pericerebral spaces.

1.4.1.5.2. Retinal haemorrhage. On the basis of several prospective studies, it seems that about one in three term neonates have RHs. They are found after all types of childbirth but occur more frequently after forceps or (even more so) vacuum-assisted deliveries. These haemorrhages are almost always superficial and deep intraretinal and uni- or bilateral (52%, i.e. 26 out of 50 of the cases reported by Emerson). They are often numerous (> 10) and extend out to the periphery in a third of cases. In 15 to 25% of cases, the RH has a white centre. They disappear very rapidly – often in less than 3 days [158]. The RHs are very rarely still found at 1 month of age (two out of 202 cases, both of which involved vacuum-assisted delivery) and are never found after 2 months [48,81,108,158].

In summary, in a context of childbirth (particularly after forceps and vacuum-assisted deliveries) in asymptomatic neonates, RH of various types exist in a third of cases. These are mainly Defoort-Dhellemmes type 1 or 2 and disappear in less than a month (and mostly within a few days).

RH and even haemorrhages of the vitreous matter can also occur as a complication of prematurity-associated retinopathy in 1 to 2% of premature infants [52] and can last for longer.

1.4.1.6. Hypoxia and anoxia

1.4.1.6.1. Subdural haematoma. Radiological aspects.– Three retrospective studies on the radiological signs of serious hypoxia have shown the absence of SDH in children (including some with prolonged cardiac arrest [33,34,142]).

Autopsy data.– Byard et al. [23] did not evidence any macroscopic SDH in a series of 82 autopsies with histological proof of hypoxic-ischaemic encephalopathy in children under the age of three, other than in a context of SBS. They did not differentiate between foetuses and neonates.

Matschke et al. [115] (who did not differentiate between foetuses and neonates either) found only 50 macroscopically observable cases of SDH in 715 consecutive autopsies performed in children under 1 year of age, most of whom had suffered from hypoxia before death [malformation (40.4%), the outcome of a perinatal complication (24.3%), infection (12.2%), metabolic disease (4.5%), sudden infant death (3.4%), inflicted trauma (2.4%) and other non-natural causes (2.1%)]. A cause was found for all the cases of SDH when a full dataset was available, i.e. in 48 cases out of 50: 14 cases of SBS, one case of accidental injury, 13 haemostasis disorders, 13 perinatal deaths, four deaths due to metabolic causes, three due to infectious disease and cases of two very localised SDH after sudden death. The most frequent cause was inflicted trauma (14 cases) and the latter mechanism was also mentioned for the two cases with incomplete data.

Thus, SDH in a hypoxic context is extremely rare. This is also what clinical studies show [51,79,85,174].

Upon histological examination, Geddes et al. [57] found 36 intradural haemorrhages (IDH) in 50 foetuses and children but only one (unilateral) SDH was found macroscopically (in a child born after 25 weeks of pregnancy, who died of an infection after 1 week of life). In the 30 children born alive, only 13 had a histologically manifest IDH. Twelve of the 13 deaths occurred very early in perinatal period (during the first week for 11 of them) or the neonatal period (the first month of life for the 12th case) and only one of the children with clear IDH corresponded to the average age for SBS. Childbirth had been excluded as a possible cause of bleeding in 72% of the cases (36 out of 50: in 11 of the 17 in utero deaths but also in 13 of the 18 children who had lived more than 5 days [median: 23 days]), whereas haemorrhages due to childbirth can last up to 1 month. The difference in the frequency of occurrence of IDH (pooling “+” cases and “++” cases) according to whether there was hypoxia and anoxia or not was not significant ($P = 0.15$) but it was stated that this lack of significance was due to the small number of cases. Despite this lack of significance, a “unified hypothesis” was presented. It supposed that subdural bleeding seen in some cases of HI in the child can result from passage of blood from the intracranial veins to the subdural space, due to a combination of severe hypoxia, brain oedema and an elevation in the central venous pressure. According to Geddes et al., subdural bleeding may thus not be due to rupture of the corticodural veins but may testify to immaturity – with no need for an impact or considerable force.

Cohen and Scheimberg [35] evidenced clear IDH and signs of hypoxia of various degrees of severity in 25 fetuses and 30 children who died within the 19 first days of life, including 25 in the first week. SDH was found in two thirds of cases (16 fetuses and 20 neonates). The IDH was predominantly in the posterior part of the falx cerebri and the tentorium cerebelli.

In summary, hypoxia:

- is likely, in a particular population constituting of fetuses and children who died in the first month of life (mostly in the first week), to cause, contribute to or be associated with histologically detectable IDH and, at most, very mild posterior supratentorial and subtentorial subdural effusion (a thin film). Intracranial suffusions may be missed on imaging or even on autopsy when the sample is inadequate;
- does not produce any macroscopic SDH in children over the age of 1 month.

1.4.1.6.2. Retinal haemorrhages. Acute hypoxia (such as that produced during suffocation, which frequently produces petechiae at the surface of the lungs, the heart or other internal organs) does not cause any RH.

1.4.1.7. Resuscitation manoeuvres

At the time of diagnosis of SDH, cardiorespiratory resuscitation manoeuvres are sometimes alleged to have caused bleeding.

1.4.1.7.1. Subdural haematoma. There are no known literature reports of an association between SDH and cardiorespiratory resuscitation.

The lesions observed following resuscitation are above all related to whatever circumstances had justified the use of resuscitation manoeuvres. The most frequently encountered lesions after resuscitation are anoxic-ischaemic lesions with brain oedema, diffuse brain ischemia that predominates in the less well vascularised regions, depending on the age of the child, and ischaemic lesions of the central grey nuclei. In the series, no SDH was reported [8,12,33,154].

In the retrospective study by Bush et al. [153] of 211 children (mean age: 19 months) having required cardiorespiratory resuscitation (a study inclusion criterion) lasting 45 minutes on average (range: 3 to 180 minutes) for sudden infant death (56%), drowning (8%), congenital cardiopathy (7%) and pneumonia (4%), brain lesions were not reported.

The discovery of SDH after a cardiorespiratory resuscitation does not at all prove that resuscitation manoeuvres were responsible for this haematoma.

1.4.1.7.2. Retinal haemorrhage. There are few available studies concerning pre-hospital or hospital-based resuscitation by healthcare professionals. RH are extremely rare in young babies with neither HI nor haemorrhagic disease and who have received cardiorespiratory resuscitation (even when prolonged). In such cases, the RH are few in number, punctiform or flame-shaped, localized (sometimes with a white centre) and situated in the posterior pole in one or both eyes [61,62,64,91,104,131,141].

1.4.1.8. Other circumstances

Various circumstances can be addressed as part of this topic [114].

1.4.1.8.1. Retinal haemorrhage after convulsions. None of 32 children admitted after convulsions had any RH [173].

Only one child (aged 8 months) out of 153 (aged from 2 months to 2 years) examined after an epileptic attack had RH. The RH was unilateral and flame-like around the optic disc [117].

None of 32 children (mean age: 30 months) hospitalized after an epileptic attack had any RH, despite the need for resuscitation in a few cases [155].

1.4.1.8.2. Retinal haemorrhage after coughing. No RH was observed in a series of 100 consecutive children with a persistent cough [66].

1.4.1.8.3. Retinal haemorrhage after vomiting. No RH was observed in a series of 100 children with vomiting due to pyloric stenosis [77].

1.4.2. To what extent can the date of shaking be determined?

This dating has significant legal and forensic consequences: was there just a single episode of shaking? Was the abuse recurrent? Dating the injury is also essential for establishing the course of events, which can clear certain people with access to the child.

Dating is based on interview data, a set of clinical and radiological data (from repeated examinations, if need be) and, in some cases, pathological evidence.

1.4.2.1. Dating based on a set of clinical symptoms. Several publications having analysed comprehensive accounts of shaking state that the symptoms occur immediately after the trauma.

In a prospective study of 76 dead children, Gilliland [59] found that there was no lucid interval whenever the information was given by a person who was not the perpetrator of the trauma.

Starling et al. [165] studied 81 cases of admitted AHI. In 57 cases, the exact time of the trauma was known. None of the children for whom the data on the early sequelae were complete (52 cases, 91%) had been described as having normal behaviour after the act. When the data were incomplete (a child that was not looked after following the shaking), a lucid interval of up to 24 hours was described.

In a retrospective study, Biron and Shelton [19] also found the immediate appearance of symptoms in the cases that included a description of the clinical courses of events.

Rubin et al. [151] have reported that if pulmonary oedema occurred after AHI, it appeared within an hour.

1.4.2.2. Dating based on additional tests

1.4.2.2.1. Retinal lesions. It is difficult to date RH [39].

RH located at the posterior pole disappears within a few days, whereas massive haemorrhages (of all types, i.e. intra-, pre- or subretinal) that are profuse, coating the whole retina or

flecked out to the periphery and associated with a unilateral or bilateral premacular haemorrhagic plaque, sometimes immediately suggesting haemorrhagic retinoschisis) take several weeks or months to disappear.

RH with a white centre (usually considered to be old) can be seen on the first day post-trauma.

Since intraretinal RH disappears within a few days, only the association with scarring, the sequelae of preretinal or subretinal haemorrhages (circular white scar on the retinal folds, macular retraction syndrome, zones of pigmentation and retinal atrophy – particularly in macular areas or right out at the edge of the retina – and fibroglial scarring) can be considered as reflecting the coexistence of older and recent lesions.

1.4.2.2. Subdural haematoma and subarachnoid haemorrhage. Time windows for dating.– On imaging, the change over time of intraparenchymatous haemorrhages is known:

- on a CT scan and for up to 2 days, the haemorrhage is hyperdense (compared with the adjacent parenchyma) and then (from 2 days to 1 month) becomes isodense and then (beyond 1 month) hypodense;
- on MRI, the characteristics of the intraparenchymatous haemorrhage are determined by the paramagnetic effects of the haemoglobin degradation products, the strength of the magnetic field and the type of sequence. However, this change over time is not applicable to SDH and subarachnoid haemorrhages in the infant, where it depends on the haemoglobin degradation products and physiological process such as blood clot formation and retraction, the change over time in the red blood cell concentration, the suffusion of serous liquid through the damaged dura mater and the extravasation of CSF and/or blood from the subarachnoid spaces through a torn arachnoid membrane [82,163].

The time window for dating acute SDH is wide for both CT and MRI: for CT, the hyperdensity can persist up to 11 days after the trauma; using MRI, the T1 hyperintensity can extend beyond day 13 [46,177].

According to a CT and MRI study [44] of HIs of known date in adults, the time window for hyperintensity on T1, FLAIR and even diffusion sequences was wide: the FLAIR hypersignal is visible for up to 3 weeks and the T1 hypersignal becomes visible after 24 hours and persists for up to 4 months.

In conclusion, it is difficult to achieve precise dating by imaging.

Furthermore, the images are not always easy to interpret:

- in the acute stage of cases of compressive, diffuse brain oedema, SDH in a case of SBS can be absent or missed in the first imaging dataset [122]. It may also not be detected if it is of low abundance and only located at the vertex;
- hyperdensity of the longitudinal fissure can reflect congestion or acute, intradural bleeding but also subarachnoid haemorrhage, a normal falx or relative hypodensity of the oedematous brain parenchyma [24].

Lastly, it should be noted that:

- heterogeneous SDH (suggesting repeated trauma and a diagnosis of SBS according to some authors) has also been reported in accidental HI [18,82,171];
- the heterogeneous character of SDH can reflect rebleeding from the capillaries in a neoformed membrane [89,97,160];
- some children can be subjected to several episodes of shaking, with the possible superposition of lesions of different ages (i.e. acute and older lesions). The presence of several SDHs with different density then becomes highly informative.

In summary, it is difficult to date lesions precisely with imaging.

It would be advisable to launch multicentre studies with contrasted-enhanced CT and MRI in all cases of accidental or non-accidental HI, in order to determine the potential for evidencing venous rupture and determining narrower time windows for dating.

1.4.2.3. Dating based on pathology laboratory data

Pathology-based dating is relatively accurate but cannot be performed thoroughly until the autopsy.

1.4.2.3.1. Examination of SDH. Macroscopic examination.– Dating is based on the appearance of an adherence between the SDH and the dura mater. For the first 3 days, the blood is liquid. Adherence starts on the fourth day. A neomembrane forms around the bleeding and becomes visible at between 7 to 10 days and is well developed from week 2 to week 4. From week 6 onwards, the contents of the blood clot take on a classic “engine oil” aspect. Encapsulation is complete at around week 8.

Histology.– The dura mater and the blood clot must be studied as a whole. One must study the junction zone between the healthy dura mater and the zone of the dura mater to which the clot begins to adhere. The dating involves the appearance of the clot, the dura mater and the brain’s meningeal surface. Schematically, the change over time is as follows [136]:

- in the first 2 days, polynuclear neutrophils invade the clot and then progressively increase in number;
- on days 2–3, macrophages arrive and the nuclei swell;
- at around days 4–5, red blood cell lysis begins;
- from day 2 onwards, the neomembrane starts to form via the attachment of a layer of fibroblasts to the dural surface. Roughly, one layer of fibroblasts forms each day. Hence, one can distinguish between the following times: from 2 to 5 days, with the presence of two to five layers of fibroblasts at the dural surface;
- by week 1, the angiofibroblastic invasion of the clot begins; the dural membrane has 12 to 14 layers of fibroblasts at this point;
- by week 2, giant neovessels appear. The neomembrane is then about a third or half as thick as the dura mater;
- in parallel, Perls staining is always used for all samples, in order to identify iron in blood and siderotic macrophages which appear on days 2–3 in the subdural compartment following blood contact. This corresponds to metabolism of

the heme group from haemoglobin after its release into the tissues by bleeding.

1.4.2.3.2. Examination of brain contusions. The presence of possible brain contusions and their change over time (albeit not very precise) can aid the dating process.

Histology.– In the child, three time phases can be distinguished:

- in the acute phase (during which there is little bleeding), one observe pycnosis of the nuclei of astrocytes and nearby neurons and the appearance of a few polynuclear cells;
- at 36 hours and up to week 3, the second phase starts with a cell reaction that intensifies progressively: it includes vacuolization of the capillaries and the oligodendrocytes, an inflammatory cell reaction, the activation and swelling of glial cells and activation of the microglia;
- after week 3, the third phase (gliosis) occurs.

Immunohistochemistry.– Oehmichen et al. [132] have described the immunohistochemical change over time in the macrophages appearing in contusion areas as a function of the time since the trauma. This may enable dating on the basis of this marker.

1.4.2.3.3. Examination of the thymus. Another essential element in early-stage dating is the presence or absence of an acute thymic involution. This thymic reaction (mediated by corticoids synthesized and released by the adrenals) is the body's reaction to stress. Four stages of acute thymic involution have been described, depending on the histological appearance. These stages are significantly correlated with the time since the onset of stress [175]:

- in the first 12 hours, the appearance of the thymus does not change;
- Grade I acute involution corresponds to stress lasting for 12 to 24 hours: the thymic cortex takes on a faint “starry sky” appearance, due to the arrival of macrophages that come to phagocytose apoptotic lymphocytes in the cortex;
- Grade II corresponds to stress lasting for 24 to 48 hours and is characterized by a very marked “starry sky” aspect, associated with necrosis of Hassall's corpuscles;
- Grade III corresponds to stress lasting for 48 to 72 hours: the differentiation between the cortical and spinal cord regions is no longer visible due to lymphocyte depopulation (their re-release into the circulation and intracortical apoptosis);
- Grade IV, for stress lasting for 3 days or more: there is complete lymphoid depopulation of the cortical zones; hence, the medulla appears to occupy the whole thymic surface and Hassall's corpuscles are large and very close together.

This gradation of the thymus's appearance is very reliable and very useful.

1.4.2.3.4. Analysis of bruising. This analysis can be performed in different ways [176]: inspection with the naked eye or on photographs, histological analysis, biochemical

assays (rarely used in routine practice) and objective evaluation of the colour by colorimetry and spectrometry.

Dating is random, due to high inter- and intra-individual variability. One can consider that a violet colour means that the bruising is less than 24 hours old and that the yellow colour does not appear before 18 hours at least [105].

By pooling and cross-checking all the clinical, imaging and pathology lab data, one can narrow the estimated window during which the trauma occurred to a day or even half a day.

1.4.3. Are some infants predisposed to the occurrence of subdural haematoma?

1.4.3.1. Expansion of the subarachnoid space

The observation of a widening of the pericerebral spaces together with SDH has given rise to two hypotheses.

1.4.3.1.1. First hypothesis: expansion of the subarachnoid spaces is a factor favouring the occurrence of SDH. The first hypothesis is that this widening is part of an expansion of the subarachnoid spaces (ESAS), a clinical entity which may predispose to the occurrence of SDH.

Characteristics of ESAS.– ESAS – a transient disorder of CSF resorption – has sometimes been called “benign external hydrocephalus of the infant”. ESAS is a clinical entity that is accepted by the paediatric and neurosurgical communities and is characterised by widening of the arachnoid spaces in an infant (in boys more than girls) in the absence of developmental abnormalities or clinical neurological signs.

The main clinical sign is macrocrania, with an increase in head circumference and a large, bulging fontanel. Some studies have reported a high frequency of children with ESAS but no macrocrania, corresponding almost completely to a physiological particularity [29,129]. However, these studies were retrospective, the brain CT scan was performed in hospitalized children who were all symptomatic (retarded development, epilepsy or tone disorders [29]) and, lastly, clinical, radiological and ophthalmological signs of abuse were not always screened for.

In this entity, head circumference is often (but not always) high at birth and steadily increases to more than 2 standard deviations (SD) between 3 and 6 months. It generally stabilizes between the age of 1 and 2 years and then moves smoothly back to around +2 SD afterwards [11]. The subarachnoid spaces normalize after 2 years [5,102,130].

There may be a family history of the condition.

The diagnosis of ESAS is based on the detection (in brain imaging) of liquid-filled expansion of the pericerebral spaces and the cerebral fissures (testifying to subarachnoid involvement) that predominates in frontal regions (mostly on both sides of the body) and the longitudinal fissure (more than 3 mm at the convexity, more than 4 mm in the corticocranial area near the foramina and more than 6 mm for the interhemisphere gap). The effusion is isodense with the CSF, the arachnoid cannot be distinguished and the parenchyma is normal. The expansion then decreases but moderate skull-brain detachment may persist [5].

Analysis of the literature concerning the hypothesis whereby ESAS favours the occurrence of SDH.– Clinical aspects:

- this hypothesis is rarely and poorly documented in the literature [145];
- the main obstacles to progressing our knowledge of this precise aspect of the pathogenesis of SDH in the infant are as follows: sources of methodological bias, old studies that ignore the potential role of abuse and (above all) the difficulty in proving the prior existence of ESAS and the absence of trauma;
- the case reports with coexisting SDH and ESAS [67,76,92,139,144] have only very rarely been explored thoroughly in terms of a potential AHI: funduscopy and radiological bone examinations were rarely performed, an investigation was not always performed and the head circumference curve had not always been plotted. Whether the eyewitness was a family member/carer or not was not always stated;
- eight studies (either series or case reports) have reported follow-up data for children presenting ESAS [4,9,76,104,110,118,125,129], including just one prospective study [4]. In all, 215 patients were followed up for an average of 40.3 months (cumulative follow-up: 524 patient years). Only two studies reported a total of four patients, including one [76] in which the performance of funduscopy and an investigation was not stated and three patients [9] who definitely did not undergo funduscopy or an investigation.

Biomechanical aspects:

- a biomechanical model suggests that ripping of the corticodural veins is promoted by ESAS [134]. In contrast, a recent finite element analysis of the head of a 6-month-old infant by Raul et al. showed that ESAS has a shock-absorbing effect by reducing the relative displacement of the brain relative to the skull [143].

In summary, there is nothing in the literature to support the hypothesis whereby ESAS favours SDH in the infant.

1.4.3.1.2. Second hypothesis: expansion of the pericerebral space is the consequence of a previously undiagnosed head injury. The second hypothesis is that the widening of the pericerebral space is, in fact, a consequence of a previously undiagnosed HI.

Ewing-Cobbs et al. [49,50] prospectively compared the initial imaging results for two groups of HI victims aged between 1 month to 6 years (30 children with AHI and 29 with accidental HI). The two groups were similar in terms of data on the perinatal period (apart from the birth weight) and the neonatal period. In the 30 children with AHI, there were nine cases of brain atrophy (bilateral, cortical and supratentorial), four cases of subdural hygroma (unilateral and affecting the convexity and the longitudinal fissure) and seven cases of ventricular dilatation. None of these anomalies were found in the 29 children with AHI. The nine children with atrophy all had some other associated brain anomalies: four had ventricular dilatation, four others had ventricular dilatation and hygroma and the ninth had subdural hygroma but normal-sized ventricles. Several haemorrhages were present in 68% of the

AHI group vs. 32% in the accidental HI group. The mean number of extra-axial haemorrhages was 2.1 in the AHI group and 1.3 in the accidental HI group.

In a prospective study of children under the age of three with SDH, Feldman et al. [51] found chronic SDH or acute SDH on chronic mixed SDH in 17 (44%) of 29 children with AHI, in eight (67%) children with trauma of unknown origin and in none of the 15 (0%) children with an accidental HI.

These studies suggest that the widening of the pericerebral spaces observed during the initial phase corresponds to the sequelae of an undiagnosed HI, rather than ESAS.

Follow-up studies on a cohort of infants with ESAS and shaken infants (evaluating the change over time in the brain imaging data) would be very useful.

1.4.3.2. Can SDH occur during a CSF circulation disorder? Arachnoid cysts can cause complication with SDH after surgery in the infant. SDH can also occur after excessive drainage of CSF (after lumbar or peritoneal external derivation) or severe dehydration. All these cases reflect a very particular context.

1.4.3.3. Osteogenesis imperfecta. Osteogenesis imperfecta constitutes a differential diagnosis for diaphyseal and non-metaphyseal fractures. In fact, constitutive bone fragility is not responsible for metaphyseal lesions [1].

A relationship between osteogenesis imperfecta and SDH has not been established, even though two articles [70,156] report the occurrence of SDH in children with the condition. SDH is not part of the usual set of symptoms in osteogenesis imperfecta.

1.4.3.4. New bleeding after SDH. The capillaries of a neoformed membrane can bleed anew, regardless of whether the infant has been shaken or not [89,97,160].

1.4.3.5. Conclusion. According to a literature review, there are no arguments to suggest that ESAS and osteogenesis imperfecta are factors that promote SDH. The diagnostic approach in these children (e.g. those with diseases that predispose to the occurrence of SDH or handicap) should be the same as in any other child.

In contrast, when shaking has already produced an SDH, new bleeding is possible in the absence of repeat shaking.

1.5. How does the most likely diagnosis affect the actions to be taken?

Shaking may have very serious consequences for the health of a young child (usually an infant). There is a risk of immediate death or handicap (the extent and impact of which are hard to predict in the early phase of diagnosis). There may be behavioural, intellectual, physical and sensory sequelae.

This type of trauma must prompt healthcare professionals to consider that the child is a victim of abuse and a victim of crime, in as much as shaking always constitutes an offence.

This document addresses the questions posed during the public hearing, by starting from the medical diagnosis established in a hospital setting:

- the diagnosis of SBS is highly probable (even certain) or probable;
- the diagnosis of SBS is possible;
- the diagnosis of SBS is ruled out. This latter point is not discussed here.

In this third section of the report, we provide a set of practical guidelines that continue on from those formulated in the two previous sections.

1.5.1. First hypothesis: a diagnosis of SBS is highly probable (even certain) or probable

In such a case, the medical care team and all other professionals involved (regardless of their field of expertise) must act to protect the child if they consider that it is in danger and so that its rights as a victim of abuse are safeguarded. In contrast, these professionals do not have to determine the identity of the perpetrator of the shaking (even if they can have an opinion on the matter) or the opportunity to start legal proceedings – these matters are the sole responsibility of the district prosecutor.

If the child dies, the death certificate must mention that there is a forensic and legal problem.

1.5.1.1. Should shaking be reported? If so, for what reasons?. The term “report” refers to any communication with the district prosecutor concerning the situation of a child in danger or likely to be so.

A report to the district prosecutor (with a copy sent to the Chairperson of the County Council) is essential. This will trigger a civil procedure (placing the child in care without delay) and a criminal inquiry (because shaking is an offence). These two procedures are distinct and have different objectives but can (and should) be performed in parallel – except in the situations of shaking by a third party in which there is no need to provide the child with legal protection since the latter is provided by the parents when they have authority over the child.

1.5.1.2. Discuss the case before reporting it. Although (i) the care team is faced with legal and ethical obligations to protect the child against possible future violence and (ii) shaking is a criminal offence, reporting the act often raises many questions.

In a first step, it is essential for the care team (or at least two professionals) to meet and review the symptoms and the reported facts, pool and compare the information gathered, make a diagnosis, examine other acts of abuse as appropriate, clarify each person’s opinion and discuss whether a report should be made. This meeting must take place as soon as possible. A written meeting report must be drafted.

Furthermore, a multidisciplinary medical, psychological and social evaluation of the situation is essential in order to analyse the child’s situation, identify risk factors and consider the

child’s future and potential protection measures. Consulting with colleagues is never a waste of time. The healthcare professional should not confuse speed and haste.

When a social service assistant is part of the hospital team, he/she must necessarily participate in the decision-making process. In the event of a divergence of opinion with the care team, he/she is obliged to make a report (in view of the applicable legislation mentioned below) if it appears that the child is likely to be in danger.

1.5.1.3. What happens once a report has been submitted?

The hospital team’s report enables to protect the child at a time it is important to shield the latter from possible recurrence of abuse, regardless of who the perpetrator is.

1.5.1.3.1. Civil proceedings. Following the report, the district prosecutor can deliver an *ordonnance de placement provisoire* (OPP, temporary care order) if he/she feels that it is necessary to protect the child without delay (even during a hospital stay, in view of the risk of early recovery of the child by its parents, while enabling continuation of medical care).

The report also enables the protection of other children (whether siblings or not) likely to be in danger by virtue of the risk of recurrence, whoever the perpetrator is.

A protective OPP does not influence any subsequent legal proceedings and is strongly recommended to give the child immediate protection. This decision has no right of appeal and is valid for 8 days. It may involve referring the case to a juvenile court judge.

The district prosecutor who pronounces an OPP has “*must petition the appropriate judge within one week, who will maintain, modify or revoke the order*” (article 375-5 of the French Civil Code). Hence, the juvenile court judge can decide to prolong or not protective measures for the child or to modify it if needed. He/she can pronounce a care order (which is likely to be appealed by the holders of parental responsibility) that can last several months and may be renewed. The judge can also implement educational assistance measures.

When the judge is petitioned by the district prosecutor having pronounced the emergency, temporary care order, “*he/she summons the parties and pronounces within two weeks of being petitioned. Otherwise, the child is handed back on request to its father, mother or guardian or to person or service to which it had been confided*” (Civil Proceedings Code, article 1184, paragraph 3).

“The decision on pursual or not of the case must be taken within six months of the decision to issue temporary measures. Otherwise, the child is handed back on request to its father, mother or guardian or to person or service to which it had been confided.

If the inquiry has not finished within the term set out in the previous paragraph, the judge may, after seeking advice from the district prosecutor, extend this term for a period not exceeding six months” (Civil Proceedings Code, article 1185).

1.5.1.3.2. Criminal proceedings. Referring the matter to the district prosecutor in parallel enables the evidence to be examined in terms of a criminal offence and triggers an immediate criminal inquiry, in order to identify and potentially

prosecute the perpetrator(s), decide on whether or not the enquiry should be pursued to establish the facts or identify the perpetrator(s) and assess whether the explanations given by the family/carers are plausible or change over time. The criminal inquiry may also exonerate other people involved. During the criminal inquiry, one must not lose sight of the need to protect the child.

Submission of the case to a judge enables the child's future rights to be preserved (notably its right to compensation for the injury, even if the latter was caused by one of its parents). It is essential to maintain the possibility of compensation that will help pay for future care (private-practice occupational therapy and psychomotor therapy not covered by the social security system, individual help at school, etc.), limit the sequelae and enable the provision of appropriate support during childhood and then during adulthood in the event of handicap (a third-party carer, in particular).

In the event of death and medical and forensic opposition to burial, the police office leading the criminal inquiry and/or the district prosecutor must be informed. The latter opens an inquiry or proceedings to establish the cause of death (article 74 of the Code of Criminal Procedure) and can order a forensic autopsy.

The case must be submitted to the district prosecutor as soon as possible, so that the inquiry can start rapidly.

1.5.1.4. Who can report a case of abuse?. Any person becoming aware of child abuse, any person working in a public- or private-sector establishment aware that child is in danger or likely to become so, any public authority or any public servant becoming aware of a crime or offence in the exercise of his/her official duties must inform the competent authority without delay.

It is important to bear in mind the following legislation:

- Article 226-13 of the Penal Code: “*The disclosure of secret information by a person entrusted with such a secret, either because of his position or profession, or because of a temporary function or mission, is punished by one year’s imprisonment and a fine of €15,000.*”
- Article 226-14 of the Penal Code: “*The Article 226-13 is not applicable to the cases where the law imposes or authorises the disclosure of the secret. In addition it is not applicable:*

(1) to the person informing a judicial, medical or administrative authority of cruelty or deprivation of which he has knowledge and which has been inflicted on a minor under fifteen years of age, or a person unable to protect himself because of his age, psychic or physical state;

(2) to the physician who, with the agreement of the victim, brings to the knowledge of the public prosecutor acts of cruelty that he has observed in the exercise of his profession that cause him to believe that sexual violence of any nature has been committed. When the victim is a child or a person unable to protect him/herself because of his/her age or physical or mental handicap, the said victim’s agreement is not necessary.

When performed under the conditions set out in the present article, reporting to the competent authorities cannot be the object of any disciplinary sanctions.”

This article relieves the physician of the duty of physician-patient confidentiality and authorizes him/her to report the suspected abuse to the district prosecutor.

- Article 223-6 of the Penal Code: “*Anyone who, being able without risk to himself or to third parties to prevent by immediate action a felony or a misdemeanour against the bodily integrity of a person, wilfully abstains from doing so, is punished by five years’ imprisonment and a fine of €75,000. The same penalties apply to anyone who wilfully fails to render to a person in danger any assistance which, without risk to himself or to third parties, he could render him either by his own action, or by initiating rescue operations.”*
- Article 434-1 of the Penal Code: “*Any person who, having knowledge of a felony the consequences of which it is still possible to prevent or limit, or the perpetrators of which are liable to commit new felonies that could be prevented, omits to inform the administrative or judicial authorities is punished by three years’ imprisonment and a fine of €45,000. Except where felonies committed against minors under fifteen years of age are concerned, the following are exempted from the provisions above:*

1) the relatives in a direct line and their spouses, and the brothers and sisters and their spouses, of the perpetrator or accomplice to the felony;

2) the spouse of the offender or accomplice to the felony, or the person who openly cohabits with him.

Also exempted from the provisions of the first paragraph are persons bound by an obligation of secrecy pursuant to the conditions laid down under article 226-13.”

- Article 434-3 of the Penal Code: “*Any person who, having knowledge of maltreatment, deprivations, or sexual assaults inflicted upon a minor under fifteen years of age or upon a person incapable of self-protection by reason of age, sickness, disability, psychic or physical deficiency or state of pregnancy, omits to report this to the administrative or judicial authorities is punished by three years’ imprisonment and a fine of €45,000. Except where the law otherwise provides, persons bound by an obligation of secrecy pursuant to the conditions set out under article 226-13 are exempted from the above provisions.”*
- Article L. 226-4 of the Family and Social Action Code: “*Any person working in any of the organisations mentioned in the fourth paragraph of article L. 226-3⁵ and who, in view of the seriousness of the situation, reports on a child in danger to the district prosecutor must send a copy of this report to the Chairman of the County Council.”*
- Article 40 of the Code of Criminal Procedure: “*Every constituted authority, every public officer or civil servant who, in the performance of his duties, has gained knowledge of the existence of a felony or of a misdemeanour is obliged to*

⁵ Public services, as well as public and private establishments that may be aware of children in danger or likely to become so.

notify forthwith the district prosecutor of the offence and to transmit to this prosecutor any relevant information, official reports or documents.”

- Article 44 of the Code of Medical Ethics: “When a physician considers that one of his patients is a victim of abuse or privations, he/she must implement the most appropriate resources for protecting the patient while showing circumspection. For a child aged 15 or under, he/she must (except under particular circumstances considered in all conscience) alert the judicial, medical or administrative authorities.”

1.5.1.5. *To whom should shaking be reported?* Shaking is a serious act which justifies referral of the matter to the district prosecutor in order to protect the child. A report is also justified by the fact that shaking is a criminal offence.

Only the district prosecutor has the resources needed to protect the child rapidly and start a criminal inquiry to establish the facts of the case and look for the perpetrator.

The term “report” is used for any communication with the district prosecutor concerning the situation of a child who in danger or is likely to become so.

Article L. 226-4 of the Family and Social Action Code, modified by the Child Protection Act 2007-293 dated March 5, 2007, states that “Any person working in any of the organisations mentioned in the fourth paragraph of article L. 226-3 and who, in view of the seriousness of the situation, reports on a child in danger to the district prosecutor must send a copy of this report to the Chairman of the County Council. When the prosecutor has been advised of the situation by another person, he/she shall send Chairman of the County Council the information that is required to enable the latter to fulfil the duty of protection confided in him/her and will inform the reporting person on the action taken as a result of the said report, in accordance with the terms set out in articles 40-1 and 40-2 of the Code of Criminal Procedure.”

It is thus important to send a copy of the report to the Chairperson of the County Council, in order to protect the child.

Only the district prosecutor can decide on measures to be taken following the report, the immediate protection of the child by issuing an OPP, the initiation of a criminal inquiry, the nature of the supposed criminal offence and proceedings before a court; he/she can also name an ad hoc legal guardian.

The district prosecutor can also refer the matter to the *Cellule de recueil, de traitement et d'évaluation des informations préoccupantes* (CRIP, the County Child Abuse Prevention Office) in order to obtain additional information on the family situation and thus evaluate the need to initiate administrative protection or any form of assistance for the parent(s), in compliance with the protocol established by the Chairperson of the County Council and the district prosecutor.

1.5.1.6. *What information should the report contain?* The report per se is not defined in law. There are no legal or

regulatory texts specifying the content of the report and the procedures for transmission to the district prosecutor.

However, a certain number of rules must be followed, in order to provide an objective opinion:

- the person who reports the shaking must never accuse or refer by name to the perpetrator of what may be a criminal offence;
- it is important to make a clear distinction between the observed facts on one hand and reported accounts on the other. Always specify the source of the information (e.g. statements made by the parents' or the social worker), in order to avoid any ambiguity for the recipient of the report. One should use the conditional tense, an indirect style or put reported statements between quotes.

The report's content is outlined below⁶.

Essential information:

- the recipient's name and address;
- the report writer(s) name(s), job title(s) and professional address(es);
- the parents' names, address(es) and telephone number(s);
- a chronological description of the facts concerning the child;
- initial medical observations, with the results of the main additional examinations and hypotheses on the cause of the lesions. If an initial medical certificate is attached, it should be kept separate from the main report;
- information on the severity of situation justifying direct filing with the district prosecutor's office;
- details on the immediate follow-up envisaged by the physician or medical staff;
- date and signature(s).

Add the following to the initial report whenever possible:

- administrative information concerning the family: composition, ages, professions, etc.;
- childcare procedures: parents, child-minder, *crèche*, other people;
- explanations for the observed lesions provided by the carers and the degree of compatibility between these explanations and the medical observations;
- people already involved in the matter, citing the names, job titles and addresses of other professionals potentially contacted or involved (County Childcare Office, *crèche*, day nursery, etc.).

It is recommended that each hospital establishment defines the procedure to be followed by its staff in the event of a report

⁶ This proposal appears to be better suited to these situations than the model medical certificate published in 2004 by the French Ministries of Justice, Healthcare and the Family.

of suspected abuse to the district prosecutor. The following advice can be given:

- establish a document signed by both the hospital physician attending to the child and the social worker (potentially completed by the psychologist or psychiatrist who had spoken with the family);
- when immediate child protection seems necessary, it is recommended to contact the district prosecutor's office by telephone and then confirm the report in writing, as follows:
 - send the report by fax and by registered post with signed-for delivery, keeping a copy in the hospital file,
 - send a copy to the Chairperson of the County Council, in accordance with article L. 26-4 of the Family and Social Action Code.

The protocol established between the County Council, the prosecutor, the hospitals and other professionals likely to become aware of cases of shaking (in compliance with the 2007 Child Protection Act) should include clear, valid instructions for the county as a whole.

The report should include a request by the authors to be kept informed of any subsequent action taken by the district prosecutor.

1.5.1.7. When should a report be filed? It is advisable to report the main details as rapidly as possible, in order to protect the child and not jeopardize the criminal inquiry. The sooner after the event the report is filed, the sooner an effective criminal inquiry can start.

Delaying the submission of a report is risky for two reasons: it delays protecting the child and complicates any subsequent enquiry.

However, this does not remove the imperative need to consult with colleagues before completing the report, except in extremely urgent circumstances (e.g. the child will be in danger if discharged to home immediately).

When faced with an urgent need to protect the child, it is advisable to make an initial report and then send additional information after meeting with colleagues and performing a multidisciplinary evaluation.

1.5.1.8. What impact will failure to report shaking have on the child? The child can only receive legal protection if the district prosecutor has taken up the case. If no report is made, there will not be a criminal inquiry to establish the facts more precisely and potentially identify the perpetrators. The child cannot hope to receive compensation.

If the immediate protection of the child appears necessary and if the parents do not agree, it is essential to contact the district prosecutor because he/she alone can impose protection (NB: administrative protection decided by the Chairperson of the County Council can only be implemented if the holders of parental responsibility agree).

The child's rights as a victim may not be taken into consideration and defended because if there is a conflict of

interest, an ad hoc legal guardian can only be named by the judicial authorities⁷.

In the absence of a report, the child will not be able to receive any compensation for the injury suffered. Only legal action provides access to compensation procedures. It must be borne in mind that shaking an infant may to provoke severe pathologies that may lead to life-long handicaps (notably mental retardation and blindness) that will require significant care provision.

1.5.1.9. What risks are incurred by professionals who do not report cases of shaking?

1.5.1.9.1. Risks incurred by the physician. Article 44 of the French Code of Medical Ethics obliges the physician (except under particular circumstances that he/she shall consider in all conscience) to alert the judicial, medical or administrative authorities in the event of abuse or privation in a child aged 15 or under. For cases of severe abuse, a report to the State Prosecutor is recommended by the French Medical Council. If the physician does not alert any of these authorities, he/she may be sanctioned under article 223-6 of the Penal Code.

The fact that this obligation is accompanied by a conscience clause does not make it any less imperative. Hence, if the physician does not alert the authorities, he/she must explain the exceptional circumstances that prompted this decision. Consideration of these exceptional circumstances in all conscience does not exempt the physician from explaining the absence of a report but does protect him/her against being sanctioned. However, in the latter case, repeated refusal to report a suspected case (which would appear to be the result of a predetermined policy) would prevent the physician from invoking the conscience clause because the supposedly exceptional circumstances would then have become general.

If a physician does invoke the conscience clause, he/she must nevertheless ensure that effective protective measures are implemented in order to avoid recurrence of the shaking or other abuse.

If further abuse occurs, the physician may be accused of inaction, on the basis of article 223-6 of the Penal Code⁸ concerning failure to assist a person in danger. Failure to assist makes no exceptions: healthcare professionals and non-professionals alike are concerned. This article does not refer to the absence of a report but does refer to inaction of the professional or anyone aware of the danger. The article

⁷ The report enables the designation of an ad hoc guardian by the prosecutor (Act 2010-121 dated February 8, 2010 – article 5; article 706-50 of the Code of Criminal Procedure), by the investigating judge (article 706-50 of the Code of Criminal Procedure and article 388-2 of the Civil Code), the juvenile court judge or the jurisdiction in which the perpetrator of the shaking is being judged (Act 2007-308 dated March 5, 2007; article 388-2 of the Civil Code).

⁸ “Anyone who, being able without risk to himself or to third parties to prevent by immediate action a felony or a misdemeanour against the bodily integrity of a person, wilfully abstains from doing so, is punished by five years' imprisonment and a fine of € 75,000. The same penalties apply to anyone who wilfully fails to render to a person in danger any assistance which, without risk to himself or to third parties, he could render him either by his own action, or by initiating rescue operations.”

therefore sanctions failure to act to protect the child effectively rather than failure to speak out.

In the event of death following highly probable (or even certain) shaking, a physician who attests that the infant died of natural causes and that the death does not pose any legal or forensic problems commits the offence of falsification, which is punishable by 3 years imprisonment, a fine of €45,000 and being struck off (article 441-1 of the Penal Code).

The physician also exposes him/herself to disciplinary sanctions for violation of the following dispositions: article 3 of the French Code of Medical Ethics as codified by article R. 4127-3 of the Code of Public Health (“*The physician must, under all circumstances, comply with the principles of morality, probity and devotion that are essential for practicing medicine.*”) and article 28 of the French Code of Medical Ethics (codified by article R. 4127-28 of the Code of Public Health (“*The issuance of a biased report or a certificate out of kindness is prohibited.*”).

As soon as a diagnosis of shaking appears to be the cause or a possible cause of the infant’s death, the physician who delivered the death certificate must mention that there are forensic and legal problems.

1.5.1.9.2. Risks incurred by other professionals. Articles 434-1 and 434-3 of the Penal Code on the obligation to report crimes and abuse include an exception for the people subject to the professional duty of confidentiality and specify that the latter may not be convicted on this basis. Nevertheless, these people may choose not to report the abuse but always have a legal obligation to assist a person in danger (articles 223-5 to 223-7 of the Penal Code).

1.5.1.10. What risks are incurred by professionals who report shaking? The report cannot lead to prejudicial legal consequences for persons subject to a professional duty of confidentiality, except when the report could be considered as a knowingly false accusation.

The last paragraph of the article 226-14 of the Penal Code states that “the report made to the competent authorities under the conditions set out in present article cannot lead to any disciplinary sanctions”.

On the penal level, a report that turns out to be groundless will only be considered as a knowingly false accusation⁹ if it can be proved that the author of the said report acted in bad faith, i.e. with the intention to harm the accused person. Again, use of the conditional tense and an indirect style and putting reported statements between quotes are recommended.

⁹ Penal Code, article 226-10: “A denunciation made by any means and directed against a determined person, of a fact that is liable to cause judicial, administrative or disciplinary sanctions and that the maker knows to be totally or partially false, where it is sent either to a judicial officer or to a judicial or administrative police officer, or to an authority with power to follow it up or to refer it to the competent authority, or to hierarchical superiors or to the employer of the person concerned, is punished by five years’ imprisonment and a fine of € 45,000. The falsity of the act denounced is conclusively established by a final decision of acquittal, or decision to drop the prosecution, which declares that the alleged facts are not established or that they are not attributable to the person denounced. In any other case, the court seized with the prosecution of the denouncer weighs the accuracy of the denouncer’s accusations.”

1.5.1.11. What information should be given to the parents? What are their rights? The necessary dialogue with the parents and the obligation to provide them with information must not, however, hinder or interfere with the criminal inquiry.

If the decision to make a report is taken, the hospital staff must reconcile (i) the need for dialogue with the parents and the need to provide them with information and (ii) the effectiveness of the criminal inquiry. Information exchange with the parents must form part of efforts to make a medical diagnosis, treat and protect the child and evaluate the situation. Reports made in the absence of true dialogue with the parents are likely to undermine trust.

Dialogue with the parents is necessary and enables the physician to gather their explanations about the injuries presented by the child. The physician should first inform the parents that in light of the severity of their child’s condition, the district prosecutor’s office will be contacted. He/she should also specify that the district prosecutor will decide on any further actions to be taken. This approach, which means taking time and making an effort to listen, is best led by a senior physician in the presence of another staff member.

It is essential to try to make the parents understand that the goal is not to denounce them but to attract attention to a dangerous situation and protect their child.

The parents must be informed of the report (except when contrary to the child’s interests), the possibility that a temporary care order may be issued by the district prosecutor and the possibility of filing a complaint against person or persons unknown if they deny the shaking and attribute it to someone else.

The report and the information therein form part of the legal file and not the medical records. The objection whereby the parents may gain access to their child’s medical records and thus become aware of the report is therefore not valid, inasmuch as this document is not part of the medical records as defined in the Code of Public Health. In fact, the Commission on Access to Administrative Documents (*Commission d’accès aux documents administratifs*, CADA) considered in an opinion issued on July 27 2006 that the report is a legal document rather than an administrative document and that the parents have to contact the judicial authorities if they wish to gain access to it.

In terms of the judicial procedure, the government decree dated March 15, 2002, acknowledged the parents’ right to directly access the records on judicial protection of their child but only in the time period between the summons and the hearing at which a decision is taken. The judge can, however, decide to exclude certain documents from this consultation¹⁰.

¹⁰ Article 1187 of the Civil Proceedings Code: “The minor’s, his father’s, mother’s, tutor’s attorney or that of the person or the institution in whose care the child is placed may consult the file at the Clerk’s office from the date on which the opening of the proceeding has been notified till the eve of the testimony of court hearing [. . .] By a reasoned ruling, the judge may, when an attorney is not present, exclude the whole or part of the documents from the consultation by one or the other parent, the tutor, the person or the representative of the institution who has the child’s custody or the minor if this consultation would cause grave physical or moral damage to the minor, a party or a third party.”

1.5.1.12. What information should be given to other hospital staff and professionals outside the hospital?. The information circulated within the care team must be limited to the strict minimum required by each professional to establish a diagnosis, provide care or make a multidisciplinary evaluation of the situation or to protect the child.

Information sharing was cited for the first time in the Patients' Right Act dated March 4, 2002. It concerns healthcare professionals. Article L. 1110-4 of the Code of Public Health states that “*two or more healthcare professionals can [. . .], in the absence of opposition by the duly advised person, exchange information concerning the same treated patient*”. This information exchange between healthcare professionals is, however, licit when required for care purposes, “*in order to ensure the continuity of care or determine the best type of care possible*”.

The sharing can take on a more collegial dimension and concern all the members in the care team: “When the person is treated by a care team in a healthcare establishment, his/her personal information is considered to have been confided by the patient to the whole team.” Here, information is shared not only between healthcare professionals but also between members of the care team, which may enable to social workers to be included, in particular. It may be useful to remind staff of this principle, notably during review meetings with medical students and trainee nurses. The duty of confidentiality applies not only to the hospital staff but also to any other people involved with the healthcare establishment (members of a patient association and volunteers, for example).

The report and the information contained therein form part of a legal file and not the medical records. However, this information must be given to healthcare professionals if it is necessary for ongoing care.

Regarding non-hospital-based medical and social staff, it is important to only send information that is strictly required as part of their care duties, for protection or when evaluating the situation or deciding on whether the child should be taken into care or monitored. The Child Protection Act 2007-293 dated March 5 extends the possibility of information sharing to people who implement child protection measures. The latter “*are authorized to share confidential information*” under certain conditions. Only strictly necessary information can be sent to these professionals or shared between people subject to a duty of confidentiality¹¹.

¹¹ Article L. 226-2-2 of the Family and Social Action Code: “As an exception to article 226-13 of the Penal Code, people subject to a professional duty of confidentiality and who implement child protection measures or [. . .] assist the latter are authorized to share confidential information with each other in order to evaluate an individual situation and determine and implement the protective and supportive measures from which the children and their families may benefit. Information sharing relative to an individual situation is strictly limited to that required for the fulfilment of their child protection duties. The father, mother or other persons holding parental authority, the legal guardian and the child (depending of his/her age and maturity) must be informed first in an appropriate way, unless this is not in the child's interest.”

Subject to this condition, information sharing is not limited to staff within the same hospital or belonging to the same profession but can take place between all professionals involved with the child¹² (between a hospital department and a nursery or a clinic or between a physician and a social worker, etc.).

The conditions on sharing information between professionals thus fall into three groups:

- the shared information must be kept confidential (including physician-patient confidentiality) and must be strictly limited to whatever is necessary to achieve the duty of care (diagnosis, medical treatment, evaluation and/or protection);
- the parents (or even the child him/herself, depending on age and maturity) must be informed that information concerning their child is being exchanged, except when this is not in the child's interest or risks compromising the criminal inquiry;
- the people participating in the information sharing must comply with a professional duty of confidentiality.

1.5.1.13. What information will the reporting person receive concerning the outcome of his/her report?. In return, the district prosecutor's office must inform the professional who signed the report of any subsequent action taken (while complying with the need for confidentiality within the inquiry). Article L. 226-4 of the Family and Social Action Code (introduced by the 2007 Child Protection Act) states that “*the district prosecutor shall inform the person who made the report of the actions taken as a result, in accordance with the terms set out in articles 40-1 and 40-2 of the Code of Criminal Procedure*”.

The district prosecutor's office must tell the person who filed the report about any immediately taken actions: an ongoing criminal inquiry, referral of the case to a juvenile court judge, etc. This feedback set out in the legislation must be properly implemented.

Immediate, partial feedback is quite easy to provide by setting up simple procedures. It is recommended that a form is established and sent back and forth between the district prosecutor's office and the person who filed the report. In order to set up this procedure, the form should be part of the standard report mentioned above.

1.5.1.14. What measures may be taken by the district prosecutor following a report of suspected abuse?.

A report sent to the district prosecutor's office can trigger a child protection procedure and/or a criminal inquiry. Two parallel, complementary procedures may thus be launched. In parallel, an ad hoc legal guardian can be appointed.

The ad hoc legal guardian is a representative of the child who has a limited mandate and who is appointed (for a given case) to defend the child's interests. His/her appointment enables a child lacking a legal capacity to be a plaintiff and to receive assistance in court.

¹² Article 226-2-2 of the Family and Social Action Code.

The ad hoc legal guardian can be drawn from a regional list (article 706-50 of the Code of Criminal Procedure and article 388-2 of the Civil Code) and appointed by:

- the district prosecutor;
- the magistrate investigating abuse of a child by the one or more holders of parental authority; the ad hoc legal guardian then exercises the plaintiff's rights (if required) on behalf of the child;
- by the juvenile court judge;
- by the jurisdiction judging the criminal offence;
- by the judge supervising guardianship "when the legal representative's interests conflict with those the child".

The ad hoc legal guardian thus has a legal duty and a role as a contact person and a helper. He/she is independent with respect to the judge and the parents but must keep the judge informed about the main steps in the proceedings and the performance of his/her duties.

The ad hoc legal guardian can refer the matter to the *Commission d'indemnisation des victimes d'infraction pénale* (CIVI, a crime victim compensation commission)¹³, without waiting for the conclusion of the legal proceedings. This commission is present in each county court and can be petitioned by "any person having suffered injury as a result of confirmed criminal acts whether voluntary or not in nature" with a view to obtaining compensation. The commission does not have to wait for the conclusion of the legal proceedings before awarding compensation.

1.5.1.14.1. The criminal inquiry. The goal of the criminal inquiry is to determine the exact circumstances leading to injury of the child and the causes and motives for the shaking, to evaluate the risk of recurrence, to establish whether a crime has been committed¹⁴ and, if so, to identify the perpetrators. In France, it is led by the police force or the *gendarmerie* (usually a specialist child protection unit under the supervision of the district prosecutor's office).

The possible perpetrators must be confronted with the contradiction between their version of the facts and the medical diagnosis. This confrontation is essential but complex. The date or probable date of the injury is an important piece of information for the criminal inquiry. It prompts the investigation of all persons likely to have been in the presence of the child during the suggested period (police custody, a hearing before the judge, seizure of documents, comments, etc.). The police custody is decided by police officer in the criminal investigation department.

¹³ The CIVI's powers and duties are defined in articles 706-3 to 706-15 of the Code of Criminal Procedure.

¹⁴ There are two kinds of penal charges: offences are assaults causing a temporary work incapacity for less than a week or more than a week or involuntary acts of violence causing a temporary work incapacity of more than three months or less than three months; crimes are murder with intent and manslaughter.

The members of the hospital team and professionals in contact with the family may be interviewed - notably in the event of contradiction with the parents' explanations or the absence of an explanation. They must state their knowledge of the situation and transmit any documents required for the purposes of the inquiry. Hospital staff and social workers cannot claim an overriding professional duty of confidentiality when information is requested by a crime squad officer duly mandated and supervised by a legal authority.

If the physician receives a summons as part of a preliminary inquiry, he/she may communicate the facts known to him/her but is not obliged to do so - he/she can plead a professional duty of confidentiality.

The criminal investigation department performs all the procedural acts, under the supervision of the district prosecutor's office (to which regular reports will be made). In this respect, an autopsy or an expert medical opinion may be ordered and the members of the hospital service may be called for interview.

Importantly, experts who become involved after the start of the judicial inquiry should be competent in the field concerned: paediatrics, ophthalmology or even biomechanics. In the absence of appointed medical experts, information on the context, compatibility of accounts and the drafting of medical reports are necessary for the investigating officers.

During the inquiry or investigation, the medical records may be requisitioned. This requisition is the only way for criminal investigation department officers to obtain the medical information held by the physicians and healthcare establishment. This procedure must comply with procedures that maintain physician-patient confidentiality. The requisition must be performed in the presence of the establishment's Director and the Head of Service concerned.

The medical records are generally handed over voluntarily by the hospital service to a criminal investigation department officer bearing letters rogatory (i.e. without the need for seizure) (appeal judgement 95-811.40 dated 20/09/1995 and Circular 97-13 dated 24/11/1997).

It is advisable to photocopy requested documents prior to their transmission, in order to (i) comply with the healthcare establishment's obligation to store its medical data and (ii) counter the risk of not having the requisitioned items returned.

The presence of a Medical Council representative is recommended during the requisition of medical records (Circular 97-13 dated 24/11/1997).

An inventory of requisitioned items should always be made before the latter are placed under seal. However, if drawing up an inventory at the time is problematic, it is possible to have the items placed under seal temporarily (article 56 of the Code of Criminal Procedure).

It is advisable to request the return of requisitioned items. This request must be sent to the investigating judge if it is made during the legal proceedings (article 99, paragraph 1 of the Code of Criminal Procedure) or to the ruling jurisdiction if the case is closed (Article 373 and article 484, paragraph 2 of the Code of Criminal Procedure).

1.5.1.14.2. *The outcomes of the criminal inquiry.* The procedure may¹⁵:

- be abandoned forthwith if the offense cannot be proven due to lack of evidence or lack of an identifiable perpetrator;
- prompt the opening of a judicial investigation (obligatory for offences classified as crimes) so that an examining judge can pursue the inquiry. The later may request assistance from medical experts. At the end of the investigation, the case may be:
 - dismissed if the offence is not sufficiently characterized,
 - judged before a Magistrates Court (if the act is considered to be an offence with relatively minor consequences),
 - judged before Court of Assizes (for offences with serious consequences);
- lead to judgement of the person or persons accused:
 - by a Magistrates Court, as a result of a direct summons, convocation by a criminal investigation department, through a statement or by an immediate appearance in court in the few cases where the facts are simple, can be dealt with by the magistrate and can be ascribed with certainty to the accused,
 - by Court of Assizes if the act is considered to be a crime; the accused person may appear in court prior to arrest or after a period of provisional custody.

1.5.1.14.3. *Initiation of a child protection procedure.* Initiation of a child protection procedure is intended to provide the child with judicial protection. The district prosecutor can (regardless of whether an OPP is ordered or not) refer the case to a juvenile court judge. The latter generally orders investigation and a 6-month care review procedure (*investigation et orientation éducative*¹⁶) to better describe the personalities of the people involved and the family situation: a social inquiry and a psychological or psychiatric assessment. The judge may then decide (if he/she considers that the conditions of article 375 of the Civil Code¹⁷ are met) to apply protective measures at the child's home domicile (*action éducative en milieu ouvert*, AEMO) or placement of the child with a foster family or in institutional care. He/she can decide to place the child with the child protection service as the social inquiry proceeds or to place the child as soon as he/she is petitioned.

¹⁵ Article 40-1 of the Code of Criminal Procedure: "Where he considers that facts brought to his attention in accordance with the provisions of article 40 constitute an offence committed by a person whose identity and domicile are known, and for which there is no legal provision blocking the implementation of a public prosecution, the district prosecutor with territorial jurisdiction decides if it is appropriate: (1) to initiate a prosecution; (2) implement alternative proceedings to a prosecution, in accordance with the provisions of articles 41-1 or 41-2; (3) or to close the case without taking any further action, where the particular circumstances linked to the commission of the offence justify this."

¹⁶ The social inquiry and the IOE are due to be renamed as a "mesure judiciaire d'investigation éducative" (MJIE).

¹⁷ Art. 375 of the Civil Code: "Where the health, security or morality of a not emancipated minor are imperilled, or where the conditions of his education are seriously endangered, measures of educational assistance may be judicially ordered."

In theory, these measures are independent of the outcome of any legal proceedings seeking to establish whether the child's family or carers are guilty or not. If the presumption of innocence leads to the dismissal of legal proceedings (in the event of doubt as to the intention to cause harm or the identity of the perpetrator of a violent act), this does not mean that the child may no longer require protection.

1.5.1.14.4. *What are the potential criminal charges and sentences for perpetrators of shaking?.* There is no specific criminal charge of "shaking" per se but the act always constitutes a violation of the law. The usual criminal charges relate to involuntary or voluntary assault with aggravating circumstances. It is important to differentiate between the intent to shake and consideration of the consequences of this act.

The severity of sentences handed down by the courts illustrates very clearly the clear disapproval of all violent acts inflicted on a child under the age of 15 by an ascendant (the legal, natural, or adoptive parents or the grand-parents, if the child has been entrusted to them) or a person with responsibility for the child (a child-minder, the latter's spouse or partner, a partner of one of the parents or any other person charged with looking after the child).

In fact, the sentences are even heavier for perpetrators who have a duty to look after the child's health and safety. The maximum prison sentence for perpetrators of shaking as set out below, depending on whether the act is classified as an offence or a crime (fines are voluntarily not referred to):

- for a crime to be tried before a Court of Assizes:
 - manslaughter of a child aged 15 or under: a 20-year prison sentence, or 30 years if the perpetrator is an ascendant or a person with authority over the child,
 - assault leading to mutilation or permanent infirmity in a child aged 15 or under: a 15-year prison sentence, or 20 years if the perpetrator is an ascendant or a person with authority over the child;
- for an offence to be tried before a Magistrates Court:
 - assault leading to ITT for more than 1 week in a child aged 15 or under: a 5-prison sentence, or 10 years if the perpetrator is an ascendant or a person with authority over the child,
 - assault leading to a ITT for a week or less in a child aged 15 or under: a 3-year prison sentence, or 5 years if the perpetrator is an ascendant or a person with authority over the child.

There is also a charge relating to repeated violence to a child aged 15 or under; depending on the outcome, this charge may be qualified as a crime or an offence:

- the act is qualified as a crime if the repeated violence led to death of the child (with a 30-year prison sentence) or mutilation or permanent infirmity (with a 20-year prison sentence);
- the act is qualified as an offence if the repeated violence led to ITT of more than a week (with a 10-year prison sentence) or less than a week (with a 5-year prison sentence).

In addition to the main perpetrator, other people in the child's environment may also be prosecuted for other charges, notably:

- not having prevented a crime or offence against the child, failure to assist a person in danger: a 5-year prison sentence;
- lack of care and/or endangerment of a child's state of health by an ascendant or a person with authority over a child aged 15 or under (for example, this is the case for a passive mother who is aware of her child's precarious status and fails to act, thus worsening the situation): a 7-year prison sentence.

It has been suggested that shaking an infant can be qualified as involuntary damage to a person's well-being caused by clumsiness, imprudence, inattention, negligence or a failure to ensure safety or prudence imposed by the law (this type of qualification mainly applies to traffic offenses, labour law offences and injuries caused by animals). These charges are unlikely to be used in the context of SBS because the act itself is always qualified as voluntary violence (with intent; as stated by the Court of Cassation's judgement dated January 7, 1998, which criticized the Court of Appeal for not having sufficiently established that the accused [an ascendant charged with manslaughter of a child aged 15 or under] was aware that his actions could damage the child's physical integrity of its child but added the facts pertaining to the accusation were indeed considered as a crime under the law and that the proceedings were legitimate). There do not appear to be any cases of jurisprudence that qualify shaking an infant as an involuntary act.

If the act is qualified as an offense or crime by a judge, an ad hoc legal guardian¹⁸ can be appointed by the judicial authority to defend and protect the child's interest if the latter conflicts with that of its legal representatives. The ad hoc legal guardian exercises parental authority over the child relating to the ongoing proceedings instead of the legal representatives. A lawyer appointed to defend the child can act as a plaintiff and thus gain access to the legal file (the inquiry and the proceedings). He/she can ensure that medical specialists in SBS are appointed.

Additional sentences may be handed down. In cases where shaking is admitted, the most adequate additional sentence is a temporary or permanent professional ban on the person charged with looking after the child (5 years at most, in this instance).

It is important to note that qualifying the act of shaking is of huge importance. The whole process of protection is enabled or stopped according to whether the act is qualified or not. The same is therefore true for the compensation.

1.5.1.14.5. Under which conditions can the victim receive compensation? Compensation is possible once the act of shaking is established. It is therefore important that it be

¹⁸ Article 706-50 of the Code of Criminal Procedure: "The district prosecutor or the investigating judge seized for intentional offences committed against a minor appoint an ad hoc administrator where the protection of the interests of the minor is not completely ensured by his legal representatives or by one of them. The ad hoc administrator ensures the protection of the interests of the minor and exercises if necessary in the latter's name the rights open to a civil party. In the event of a civil party petition, the judge has an advocate appointed officially for the minor if none has been already chosen. The previous provisions are applicable before the trial court."

established, even if the perpetrator is never identified. Reporting the shaking to the legal authorities is essential for enabling the possible award of long-term compensation to the victim of shaking.

Since shaking may cause severe, invalidating injuries, the question of compensation for the victim arises. The compensation process is rendered more complex by two factors: the victim's young age (which prevents the child from acting in a legal capacity) and the fact that the perpetrator of the injury is often the child's legal representative, charged with safeguarding his/her interests. Furthermore, the perpetrator's economic situation may not correspond at all to the amount of compensation awarded as damages to the victim. Lastly, the inquiry does not always enable identification of the perpetrator with certainty.

The law has solved the first problem by instituting the ad hoc legal guardian, enabling to resolve the contradiction generated by the fact that the parent is the legal representative of the abused child. Hence, it is important for the latter to be appointed.

The second series of difficulties (resulting from the perpetrator's meagre financial resources or, more generally, when then perpetrator cannot be identified) has been taken into account by legislative introduction of the CIVI. As in the field of road accidents or terrorist attacks, the law replaces the traditional mechanism of individual responsibility (where the perpetrator of the injury is the only person liable to pay damages) by shared responsibility, where the state takes charge of compensating the victims of certain types of damage or injury (although the state can pursue the perpetrator, if ever the latter becomes known).

The powers and attributions of the CIVI are defined in articles 706-3 to 706-15 of the Code of Criminal Procedure. This commission exists within all county courts and is composed of two professional magistrates and one lay assessor. It can be petitioned by "any person having suffered injury as a result of confirmed criminal acts, whether voluntary or not in nature" and which have led to death, permanent incapacity or temporary incapacity of more than a month or which constitute a crime of rape, sexual assault, sexual injury without violence or slave trading. This definition covers all the charges likely to be brought in cases of SBS. The compensation system also concerns situations where the perpetrator has not been identified with certainty, although the shaking has been confirmed. The only case in which a child will not be compensated by the CIVI is when the inquiry has quashed the diagnosis of shaking and excluded any criminal behaviour leading to injury.

The matter can be referred to the CIVI immediately, without waiting for the outcome of the judicial proceedings. A request for compensation must be presented within 3 years of the date of the offence or in the year following the final verdict issued in a public or civil prosecution before the criminal courts, in compliance with article 706-5 of the Code of Criminal Procedure. The plaintiff may, however, be freed from this debarment if he/she was unable to exercise his/her rights within the prescribed time interval, if the injury worsens or "for any other legitimate reason". The fact that the victim is a child suspends the time restriction; the victim can pursue the matter before the CIVI up until his/her 21st birthday.

Any compensation awarded by the CIVI is paid out of the national Victims of Terrorism and other Offenses Fund. Given that

the cases for compensation are quite burdensome for the Fund, the CIVI tends to appoint a medical expert to re-evaluate the sequelae.

Proceedings before the CIVI do not prevent the victim from acting as a plaintiff in court against the perpetrator of the acts, although the commission is not obliged to wait for the end of legal proceedings before compensating the victim. The CIVI may be petitioned immediately, without waiting for the end of legal proceedings, by the ad hoc legal guardian or even by a parent. If the court awards more compensation that has been granted by the CIVI, the victim can petition the latter for additional compensation.

After the trial (before the Magistrates Court or the Court of Assizes), the matter can be referred to the CIVI with a view to obtaining full compensation on the basis of the expert medical opinion. Petitioning the CIVI before the trial is always possible but it is advisable to be in possession of the latest legal and medical evidence.

1.5.2. *Second hypothesis: a diagnosis of “possible” SBS*

If the diagnosis is one of “possible” SBS, the hospital team must consider the child’s situation: does home discharge pose a potential danger to the child? Does the child need protection?

1.5.2.1. Must “concern” be disclosed?. If the medical diagnosis is one of “possible” SBS, the medical team’s multidisciplinary evaluation may prompt it to consider that the infant may be in danger (as defined in article 375 of the Civil Code¹⁹) and that protective measures may be required.

Article L. 226-3 of the Family and Social Action Code (as modified by the 2007 Child Protection Act) states that “The Chairperson of the County Council is responsible for gathering, processing and evaluating (at any time and regardless of the source) disclosures of concern for children in danger or who may become so. The representative of the State and the legal authorities shall provide the said Chairperson with their assistance. A process for determining the procedures for collaboration between the State, the legal authorities, cooperating institutions and not-for-profit associations must be established.”²⁰

In this respect, the hospital staff must report their concern²⁰ to the County Child Abuse Prevention Office (referred to as a CRIP, *Cellule de recueil, de traitement et d’évaluation des informations préoccupantes*, in most counties), in compliance with article L. 226-3 of the Family and Social Action Code.

The protocol established between the County Council, the prosecutor, the hospitals and other professionals likely to become aware of cases of shaking (in compliance with the 2007 Child Protection Act) should include clear, valid instructions for the county as a whole.

It is recommended that each CRIP should include a physician for exchanging and processing medical information.

1.5.2.2. Why should “concern” be disclosed?. When the diagnosis of shaking is only “possible”, notifying the CRIP of concern enables the need for child protection and parental support to be considered without necessarily triggering legal proceedings.

The CRIP may use or complete the evaluation performed by the hospital team or, in the absence of an existing evaluation, decide to perform one.

The treatment of the concern must be performed in a delay as short as possible and no longer than 1 month, whether the evaluation is performed by the CRIP itself or field-based experts.

However, a report to the district prosecutor can be made by the CRIP immediately or following the evaluation, if it turns out that the act is likely to be a crime or if protection of the child appears to be necessary and cannot be given by the latter’s parents. The district prosecutor can also be petitioned if it is impossible to evaluate the situation.

1.5.2.3. What information should be given to the parents following a disclosure of concern?. The parents must be informed when a disclosure of concern involves their child, except when this is counter to the child’s interest.

Article L. 226-2-1 of the Family and Social Action Code states that “except when against the child’s interests, the father, mother and other persons holding parental authority or the guardian are informed prior to this transmission through appropriate channels”.

It is best to explain to the parents that the goal of disclosure of concern is to evaluate whether there is a need to protect their child but also to help them because are in a difficult situation with their child.

When administrative protection is suggested, the county office must inform the parents of the reasons why protection has been considered, by emphasizing the child’s interests. It is recommended to initiate a continuous dialogue according to the spirit of the 2007 Child Protection Act.

1.5.2.4. Administrative protection. If the parents give their approval and when necessary, administrative protection can be given. The Chairperson of the County Council can, with the parents’ approval, implement administrative protection in various forms²¹, while bearing in mind their parental rights and helping them to exercise the said rights.

¹⁹ “If the health, safety or morality of a non-emancipated minor are in danger or if its education or physical, affective, intellectual and social development are seriously compromised”.

²⁰ The 2007 Child Protection Act clearly distinguishes between a report to the district prosecutor on one hand and “concern” reported to the County Child Abuse Prevention Office on the other. According to the law, “concern” relates to any situation in which one or more professionals are concerned that the child is in danger or may become so (as defined in article 375 of the Civil Code).

²¹ Article 223-1 of the Family and Social Action Code: “The county services and the holders of the parental authority shall together draw up a document called a ‘Plan for the Child’ that specifies the measures to be taken with respect to the child, the parents and their environment, the parents’ role, the objectives and the timelines for implementation. It shall state the institution and the person charged with ensuring that the measures are coherent and that they proceed correctly. This document is countersigned by the Chairperson of the County Council, the child’s legal representative and representatives of each organisation charged with implementing the measures. The child is informed of the plan and, in application of article L. 223-3-1, the plan is sent to the judge. On the basis of the information in his/her possession, the Chairperson of the County Council shall ensure that the child protection measures for the child and its family have been and continue to be implemented.”

If the parents refuse the principle of protection or the protective measures, the Chairperson of the County Council may refer the matter to the district prosecutor. He/she may also petition the latter if the implemented administrative protection is not sufficient to adequately protect the child²².

1.5.2.5. Parental support. If child protection does not appear to be necessary but, after evaluation, the family situation nevertheless suggests the need for temporary assistance, certain parental support measures can be envisaged with the parents (whether individual or group-based, at home or outside the home).

All deployable resources must be sought within in or near to the family environment, in order to help the parents in their duties. In general, personal problems and life problems experienced by people looking after children should act as a warning sign for any professionals who know about them.

It is important to offer and implement appropriate assistance. Referral to child protection staff (notably through home visits) must be considered. “Parent and child drop-in points” at which the relationship between the parents and the child can be built or strengthened are recommended solutions.

1.5.3. Practical guidelines

In all cases, “all decisions must be guided by the child’s interest and consideration for its fundamental, physical, intellectual, social and affective needs and the defence of its rights”, in compliance with the first article of France’s 2007 Child Protection Act (codified as article L. 112-4 of the Family and Social Action Code).

1.5.3.1. Guidelines for hospital staff

1.5.3.1.1. Team coordination. For a diagnosis of “probable” SBS, the medical team (at least two healthcare professionals) must meet and review the symptoms and the reported facts, pool and compare the gathered information, make a diagnosis, consider (as appropriate) any other associated mistreatment, clarify each person’s positions and discuss whether a report should be filed. This meeting must take place without delay must be summarized in writing.

In addition, a multidisciplinary medical, psychological and social evaluation of the situation is essential, in order to analyse the child’s situation, identify risk factors, consider the child’s outcome and consider child protection measures. Consulting with colleagues is never a waste of time. The healthcare professional should not confuse speed with haste.

²² Art. L. 226-4 of the Family and Social Action Code. “The Chairperson of the County Council shall immediately inform the district prosecutor when a child in danger as defined in article 375 of the Civil Code and: (1) that it has already been subject to one or several measures mentioned in articles L. 222-3 and L. 222-4-2 and the first part of the article L. 222-5 and that the said measures have not resolved the situation; (2) that even though the child is not subject to the measures mentioned in (1), the said measures cannot be implemented due to the family’s refusal or inability to accept involvement by the child protection services.” “He/she shall also immediately inform the district prosecutor when a child is presumed to be in danger (as defined in 375 of the Civil Code) but when it is impossible to evaluate this situation.”

1.5.3.1.2. Reporting. Each hospital service should define the disclosure procedures to be followed by its staff in cases of shaking, as follows:

- establish an initial, emergency report that includes the essential information (see the textbox above: Section 1.5.1.6), and then add further information after a multidisciplinary evaluation;
- the report should be signed by the attending hospital physician and social services staff. In some cases, it may be completed by the psychologist or psychiatrist who has interviewed the family. It is essential to provide investigators with information on the context and the latter’s compatibility with the medical facts;
- the report should be sent by fax and by registered post with signed-for delivery, while keeping a copy for the hospital records;
- if the report is sent directly to the district prosecutor’s office, a copy must be sent to the Chairperson of the County Council.

An ordonnance of placement provisoire (OPP) ordered à titre conservatoire by the district prosecutor will not influence subsequent legal proceedings and is recommended – if only to provide the child with immediate protection.

Disclosure should be made as quickly as possible, in order to provide the child with immediate protection and not jeopardize the inquiry: the sooner after the event the report is filed, the sooner an effective criminal inquiry can start.

In this respect, the County’s procedure (established in compliance with the 2007 Child Protection Act and involving the council itself, the district prosecutor’s office, hospitals and other parties likely to be aware of children in danger in general and shaking victims in particular) should contain advice that is clear and is applicable to the county as a whole.

As soon as a diagnosis of SBS is stated as the cause of (or one of the causes of) an infant’s death, the physician who delivers the death certificate must mention the fact that this death raises legal issues.

1.5.3.1.3. Dialogue with the parents and the family. In the diagnostic phase, dialogue with the parents is essential – notably in order to note their explanations concerning the child’s injuries. Issues such as forming an opinion on the circumstances of and justifications for shaking, identifying the perpetrator and deciding whether the latter should be prosecuted are not diagnostic objectives and are the sole responsibility of the district prosecutor.

The physician should inform the parents that in light of the severity of their child’s condition, the district prosecutor’s office will be contacted. He/she should also specify that the district prosecutor will decide on any further actions to be taken. This approach, which means taking time and making an effort to listen, is best led by a senior physician in the presence of another staff member. It is essential to try to make the parents understand that the goal is not simply to denounce them but to draw attention to a dangerous situation and protect their child.

The parents must be informed of the report (except when counter to the child’s interest), the possibility that an OPP may be issued by the district prosecutor and the possibility of filing a

complaint against person or persons unknown if they deny the shaking and attribute it to someone else.

However, this necessary dialogue and the obligation to provide the parents with information must not hinder or jeopardize the criminal inquiry.

1.5.3.1.4. Exchanging information with the district prosecutor's office. We recommend the use of a form for exchanging information between the district prosecutor's office and the reporting person. To initiate this practice, the form should feature in the reporting procedure.

1.5.3.1.5. Requisition of medical records. It is advisable to photocopy requisitioned documents prior to their transmission, in order to (i) comply with the healthcare establishment's obligation to store its medical data and (ii) counter the risk of not having the seized items returned.

It is advisable to request the return of requisitioned items. This request must be sent to the investigating judge if the latter is involved in the legal proceedings (article 99, paragraph 1 of the Code of Criminal Procedure) or to the ruling jurisdiction if the prosecution is over (Article 373 and article 484, paragraph 2 of the Code of Criminal Procedure).

1.5.3.1.6. Disclosure of concern. To disclose concern to the County Child Abuse Prevention Office (CRIP), the physician should follow the county's procedure, in compliance with article L. 226-3 of the Family and Social Action Code²³.

1.5.3.2. Guidelines for non-hospital-based medical staff. A medical condition that is as serious as SBS requires hospitalisation. Private practitioners and staff in child protection units should refer the child towards a paediatric care unit if they are in any doubt as to potential SBS.

The physician who refers the child must first contact the hospital staff. He/she must check that the infant is admitted by the parents. If not, the physician remains fully responsible for the child's safety).

Private practitioners and child protection units must be trained to diagnose SBS and refer cases to appropriate bodies.

Joint continuing professional education sessions on SBS must be organized for all physicians practising outside hospital.

1.5.3.3. Guidelines for staff in county services. A disclosure of concern concerning SBS must be processed as rapidly as possible (within one month at most) by the CRIP itself or by field-based professionals (in the district or from voluntary organizations).

Each CRIP should appoint a physician responsible for promoting the exchange and processing of medical information.

It is recommended of maintain continuous dialogue with the parents, in the spirit of and subject to the provision of the 2007 Child Protection Act. The objective is to not only protect the child but also to help parents in difficulty with their infant.

²³ "... procedures to this end must be established by the Chairperson of the County Council, the State's representative in the county and the legal authorities with a view to centralizing disclosures of concern within a specialist unit for gathering, processing and evaluating this information within the County Child Abuse Prevention Office".

County staff must inform the parents and obtain their consent for any administrative care procedures, in compliance with the parents' rights and by encouraging the exercise of the said rights.

1.5.3.4. General guidelines

1.5.3.4.1. For professionals dealing with infants. Initial training, continuous professional education and staff support must be implemented in order to maintain high levels of awareness.

In general, any professional likely to become aware of shaking in some way must receive at least basic training on this issue: social services staff, child care managers, magistrates, police officers, etc.

When justified by the context, it is advisable to identify all the resources that can potentially be leveraged in the family environment to help parents better fulfil their role. In general, personal problems experienced by people looking after children should act as a warning sign for social services staff and healthcare professionals.

1.5.3.4.2. For parents and families. It is advisable to organise frequent, appropriate awareness-raising and information campaigns (targeted at people in contact with infants, above all) on the dangers of shaking and the precautions that should be taken.

In maternity wards and in the days following discharge to home, parents should always be made aware of the danger of shaking.

"Parent and child drop-in points" at which the relationship between the parents and the child can be built or strengthened are recommended solutions.

It is important to offer appropriate support to parents and implement support measures when requested. Referral to child care professionals (notably with home visits) must be envisaged. The same is true for various forms of home help (provided by the social services).

1.5.3.4.3. In the child's interest. We recommend that France borrows elements of Canadian law in which an ad hoc legal guardian can be appointed whenever necessary in the child's interest and in defence of the child's rights.

2. Version française

Ce texte est composé de trois parties. La première consacrée au diagnostic de secouement (signes d'appel, facteurs de risque, investigations à mener, lésions possibles) se conclut par la proposition de critères diagnostiques fondés sur l'histoire clinique et les lésions.

La deuxième partie étudie la possibilité pour des mécanismes souvent allégués telle la chute ou les manœuvres de réanimation d'induire des lésions comparables à celles du SBS. Elle étudie également l'éventualité de facteurs favorisant la survenue de lésions.

La troisième partie, enfin, est consacrée aux conséquences (dans le contexte réglementaire et législatif français) du diagnostic de secouement.

2.1. Abréviations

CIVI	commission d'indemnisation des victimes d'infraction pénale
CRIP	cellule de recueil, de traitement et d'évaluation des informations préoccupantes
EESA	expansion des espaces sous-arachnoïdiens
HR	hémorragie rétinienne
HAS	Haute Autorité de santé
HED	hématome extradural
HSD	hématome sous-dural
IRM	imagerie par résonance magnétique
ITT	incapacité totale de travail
OPP	ordonnance de placement provisoire
SBS	syndrome du bébé secoué
TC	traumatisme crânien
TCI	traumatisme crânien infligé

2.2. Participants

Cette audition publique a été organisée par la Société française de médecine physique et de réadaptation (Sofmer), avec les participations suivantes :

- Collège national des généralistes enseignants
- Inserm
- InVS
- Société française d'anesthésie-réanimation
- Société française de médecine d'urgence
- Société française de médecine légale
- Société française de neurochirurgie pédiatrique
- Société française de neuropédiatrie
- Société française de pédiatrie
- Union nationale des associations de familles de traumatisés crâniens et cérébro-lésés (UNAFTC)

2.2.1. Financement

- Caisse primaire d'assurance maladie des professions libérales de province
- Direction générale de la santé
- France traumatisme crânien
- Société française de médecine physique et de réadaptation
- Société francophone d'étude et de recherche sur les handicaps de l'enfance
- Caisse primaire d'assurance maladie des professions libérales d'Île-de-France

2.2.2. Comité d'organisation

- Dr Anne Laurent-Vannier, médecin de médecine physique et de réadaptation, Saint-Maurice – présidente du comité d'organisation
- Dr Juliette Bloch, médecin épidémiologiste, InVS, Saint-Maurice
- M. Thierry Boulouque, commissaire divisionnaire, chef de la brigade de protection des mineurs, Paris
- Dr Jeanne Caudron-Lora, urgentiste, Créteil
- Pr Brigitte Chabrol, pédiatre, Marseille

- M. Frédéric de Bels, HAS, Saint-Denis La Plaine
- Dr Patrice Dosquet, HAS, Saint-Denis La Plaine
- Mme Françoise Forêt, professeur honoraire, Union nationale des associations de familles de traumatisés crâniens et cérébro-lésés (UNAFTC), Paris
- Dr José Guarnieri, neurochirurgien, Valenciennes
- Pr Vincent Gautheron, médecin de médecine physique et de réadaptation, Saint-Étienne
- Dr Cyril Gitiaux, pédiatre, Paris
- Mme Anne-Sophie Jarnevic, magistrat, Chartres
- Mme Thérèse Michel, assistante sociale, Tours
- Pr Gilles Orliaguet, anesthésiste-réanimateur, Paris
- Dr Claude Rougeron, médecin généraliste, Anet
- Pr Michel Roussey, pédiatre, Rennes
- M. Yvon Tallec, magistrat, Paris
- Pr Gilles Tournel, médecin légiste, Lille
- Dr Anne Tursz, directeur de recherche, Inserm, Villejuif

2.2.3. Commission d'audition

- Dr Mireille Nathanson, pédiatre, Bondy – coprésidente de la commission d'audition
- Mme Fabienne Quiriau, directrice de la Convention nationale des associations de protection de l'enfant (CNAPE), Paris – coprésidente de la commission d'audition
- Mme Aurélie Assié, assistante sociale, Aide sociale à l'enfance de Paris, service d'accueil familial, Ecommoy
- Dr Joseph Burstyn, ophtalmologiste, Paris
- Dr Christine Cans, pédiatre, Grenoble
- Dr Catherine Arnaud, pédiatre, Toulouse
- Mme Violaine Chabardes, gendarme, Lyon
- Mme Hélène Collignon, journaliste, Paris
- Dr Marie Desurmont, médecin légiste, Lille
- Mme Isabelle Gagnaire, infirmière puéricultrice, Saint-Étienne
- Pr Nadine Girard, radiologue, Marseille
- Pr Étienne Javouhey, réanimateur, Lyon
- Dr Anne Laurent-Vannier, médecin de médecine physique et de réadaptation, Saint-Maurice
- M. Philippe Lemaire, magistrat, Paris
- Dr Caroline Mignot, pédiatre, Paris
- Dr Sylviane Peudenier, neuropédiatre, Brest
- Dr Bruno Racle, pédiatre, Versoignes
- Dr Pascale Rolland-Santana, médecin généraliste, Paris
- Dr Thomas Roujeau, neurochirurgien, Paris
- Dr Nathalie Vabres, pédiatre, Nantes
- Mme Roselyne Venot, fonctionnaire de police, Versailles

2.2.4. Chargés de la synthèse bibliographique

- Dr Élisabeth Briand-Huchet, pédiatre, Clamart
- M. Jon Cook, anthropologue, Villejuif

2.2.5. Experts

- Pr Thierry Billette de Villemeur, pédiatre, Paris
- Pr Jean Chazal, neurochirurgien, Clermont-Ferrand
- Pr Catherine Christophe, radiologue, Bruxelles
- Dr Sabine Defoort-Dhellemmes, ophtalmologiste, Lille
- Dr Gilles Fortin, pédiatre, Montréal
- Dr Caroline Rambaud, médecin légiste, Garches

- Pr Jean-Sébastien Raul, neurochirurgien, Strasbourg
 - Dr Caroline Rey-Salmon, pédiatre, Paris
 - M. François Sottet, magistrat, Paris
 - Mme Élisabeth Vieux, magistrat honoraire, Paris
 - Pr Mathieu Vinchon, neurochirurgien, Lille
 - Pr Rémy Willinger, professeur de mécanique, Strasbourg
- Iconographie mise à disposition par la Société francophone d'imagerie pédiatrique et prénatale (SFIPP).

2.3. Rapport d'orientation. Quelle est la démarche diagnostique du secouement ?

2.3.1. Définition du syndrome du bébé secoué

Le SBS est un sous-ensemble des traumatismes crâniens (TC) infligés (TCI), ou TC non accidentels (*abusive head trauma*) [30], dans lequel c'est le secouement (seul ou associé à un impact) qui provoque le TCI. Le SBS survient le plus souvent chez un nourrisson de moins d'un an : dans les trois études réunissant le nombre le plus important de cas (King et al. au Canada en 2003 [98], Mireau en France en 2005 [121], Programme canadien de surveillance pédiatrique (PCSP) en 2008 [162]), l'âge médian est 4,6 et cinq mois respectivement chez King et al. [98] et PCSP [162], l'âge moyen est de 5,4 mois chez Mireau [121] (dans cette série, les nourrissons les plus jeunes ont un mois).

Les articles de la littérature concernent la plupart du temps les TCI et non uniquement le SBS, de ce fait les réponses apportées aux questions se rapportent souvent aux TCI.

L'incidence du SBS varie entre 15 et 30/100 000 enfants de moins d'un an [32,80,94]. Si l'on rapporte ces résultats au chiffre des naissances en France, on peut estimer que 120 à 240 nourrissons pourraient être concernés chaque année par cette maltraitance. Mais il n'existe pas de données épidémiologiques françaises ; Mireau avance le nombre de 180 à 200 cas par an [121].

Les chiffres publiés sous-estiment certainement la réalité. En effet :

- ils font surtout état des cas les plus sévères, qui eux-mêmes ne sont probablement pas tous répertoriés ;
- l'absence d'autopsie systématique des nourrissons décédés d'une mort inattendue empêche de faire certains diagnostics ;
- il est souvent difficile de différencier TCI et TC accidentels.

La méconnaissance du diagnostic fait courir un risque de récurrence de la maltraitance ; des publications font état de ce risque [86,133] ; une étude rétrospective récente [3] portant sur 112 enfants identifie une répétition du secouement (de deux à 30 fois, dix fois en moyenne) dans 55 % des cas.

2.3.2. Quels sont les éléments (signes cliniques, contexte, facteurs de risque, etc.) pouvant ou devant faire évoquer le diagnostic de syndrome du bébé secoué, ou risquant d'égarer le diagnostic ?

2.3.2.1. Signes et symptômes initiaux. Il existe une grande hétérogénéité clinique :

- dans les cas les plus graves, l'enfant a été trouvé mort. La conduite à tenir en ce cas est précisée plus loin ;

- l'enfant présente des signes évoquant d'emblée une atteinte neurologique grave, imposant une prise en charge immédiate :
 - convulsions,
 - malaise grave décrit par les parents (« j'ai cru qu'il allait mourir », « il s'est arrêté de respirer ») ou constaté par le médecin (trouble grave de la conscience, pauses respiratoires, bradycardie),
 - troubles de la vigilance allant jusqu'au coma,
 - apnées sévères : très spécifiques des TCI par rapport aux TC accidentels (dans l'étude de Maguire et al. [113] leur valeur prédictive positive est de 93 %),
 - plafonnement du regard,
 - signes orientant vers une hypertension intracrânienne aiguë, voire précédant un engagement : troubles de la posture (décortication ou décérébration, accès d'hypertonie), bradycardie, hypertension artérielle, troubles du rythme respiratoire ;
- l'enfant présente des signes qui doivent orienter vers une atteinte neurologique :
 - modifications du tonus (hypotonie axiale),
 - moins bon contact (enfant répondant mal aux stimuli, ne souriant plus),
 - diminution des compétences de l'enfant,
 - macrocrairie avec cassure vers le haut de la courbe (importance du carnet de santé),
 - bombement de la fontanelle ;
- l'enfant présente des signes non spécifiques pouvant égarer le diagnostic :
 - modifications du comportement décrites par les accompagnants : pleurs, geignement, irritabilité, modifications du sommeil, mauvaises prises alimentaires, moins de sourires,
 - vomissements,
 - pauses respiratoires,
 - pâleur,
 - bébé qui semble douloureux.

De toute façon, l'examen doit être minutieux et complet, sur un nourrisson dénudé, comprenant en particulier la palpation de la fontanelle et la mesure du périmètre crânien, à reporter sur la courbe, la recherche d'ecchymoses sur tout le corps, y compris sur le cuir chevelu.

Étant donné la non-spécificité de plusieurs de ces signes, leur association prend tout son intérêt (Tableau 1). Ainsi les vomissements, qui sont un symptôme très fréquent et banal, doivent alerter s'ils sont associés à une fontanelle bombée, une hypotonie axiale, des troubles de la vigilance ou une cassure vers le haut de la courbe de périmètre crânien.

Les signes qu'on vient de décrire sont également à rechercher dans les antécédents de l'enfant (carnet de santé) car ils peuvent témoigner d'un éventuel TC antérieur.

Certaines données de l'anamnèse peuvent évoquer un TCI :

- retard de recours aux soins, manque de réactivité de l'entourage ;
- absence d'explications des signes cliniques observés ;

Tableau 1
Fréquence de l'association de signes dans l'étude de Mireau [121].

Signes observés	Fréquence (%)
Hypotonie axiale et crise comitiale	53
Crise comitiale et tension de la fontanelle	46
Vomissements et tension de la fontanelle	38
Vomissements et hypotonie axiale	34
Cassure de la courbe de périmètre crânien et tension de la fontanelle	31
Vomissements, crise comitiale et tension de la fontanelle	25
Vomissements et troubles de la vigilance	24
Vomissements, hypotonie axiale et tension de la fontanelle	23
Vomissements, trouble de la vigilance et tension de la fontanelle	19

- dans la série de Mireau [121], l'entourage ne décrit aucun traumatisme quel qu'il soit dans 71,6 % des cas, malgré des interrogatoires répétés,
- pour Hettler et Greenes [78], le fait qu'aucune histoire traumatique ne soit d'emblée évoquée est très discriminant des TCI par rapport aux TC non infligés (69,3 % des cas versus 3 % [$p < 0,001$]), avec une haute spécificité [0,97] et une valeur prédictive positive élevée [0,92] ;
- plus évocatrices, des explications non plausibles : par exemple, ecchymoses chez un bébé qui ne se déplace pas ;
- histoire changeante selon le moment ou l'interlocuteur ;
- histoire rapportée spontanément d'un TC minime ;
- enfant qui est décrit comme pleurant beaucoup, ou qui a déjà consulté pour pleurs ;
- antécédent de traumatisme, quel qu'il soit ;
- antécédent de mort non ou mal expliquée dans la fratrie.

Suspecter le diagnostic de secouement doit conduire le médecin à faire part aux parents de son inquiétude sur l'état de l'enfant et à poser l'indication d'une hospitalisation en urgence.

2.3.2.2. Peut-il y avoir un intervalle libre entre le secouement et le début des signes ? Différentes études établissent que la plupart du temps il n'y a pas d'intervalle libre :

- Willman et al. [182], dans une étude rétrospective portant sur 95 enfants ayant eu un TCI ayant entraîné la mort, concluent que, en dehors des cas où il existe un HED, il n'y a pas d'intervalle libre ;
- Starling et al. [164] établissent que dans les cas où le secouement (avec ou sans impact) avait été reconnu, les symptômes étaient apparus immédiatement après le traumatisme 52 fois sur 57 ; dans cinq cas, il était difficile de dater le début des symptômes, mais le délai était inférieur à 24 heures ;
- pour Biron et Shelton [20] également, sur 52 cas de secouement investigués par la police et considérés comme « sérieux », lorsque la description du cas était complète, les symptômes étaient immédiats.

Il semble donc que dans la grande majorité des cas, sinon dans tous les cas de SBS, le secouement entraîne immédiatement des

symptômes. Cela est à différencier du délai qui peut exister entre le secouement et la consultation.

2.3.2.3. Facteurs de risque de traumatisme crânien infligé

Il est important de rappeler qu'un facteur de risque est une variable statistiquement associée à un phénomène, une pathologie ou un syndrome, sans pour autant en être la cause.

2.3.2.3.1. Facteurs de risque liés à l'enfant. Sex-ratio : prédominance des garçons (sex-ratio G/F entre 1,3 et 2,6).

Prématurité : taux de prématurité plus élevé que dans la population générale : 11 à 21 % (11 % dans la série de Mireau [121]) versus 7 à 8 % dans la population générale.

Grossesses multiples : elles seraient plus fréquentes (gémellité dans 5 % des cas de Mireau [121]) que dans la population générale (1,5 % de grossesses multiples).

Les pleurs ne peuvent être considérés comme un facteur de risque à proprement parler, mais ils peuvent être un élément déclenchant de comportement maltraitant envers les nourrissons [147,167], sachant que la tolérance des parents aux pleurs de l'enfant est très variable : une consultation pour pleurs d'un nourrisson ne devrait pas avoir pour seul but de trouver la cause des pleurs, mais également d'évaluer le ressenti et les réactions des parents à ces pleurs.

2.3.2.3.2. Facteurs de risque liés à l'auteur des faits. Dans les séries où l'auteur des faits a été identifié, qu'il y ait eu ou non aveu de sa part, cet auteur est dans la majorité des cas (70 %) un homme, le père plus souvent que le compagnon de la mère.

Les adultes non apparentés constituent également une catégorie significative d'auteurs potentiels de maltraitance : dans la série de 151 cas de TCI examinés par l'équipe de Starling [164], les *boyfriends* de la mère sont en cause dans 20,5 % des cas, les baby-sitters de sexe féminin dans 17,3 % des cas.

2.3.2.3.3. Facteurs de risque liés aux parents. En ce qui concerne le contexte socio-économique, les études sont très contradictoires, tous les milieux peuvent être concernés ; les facteurs de vulnérabilité évoqués restent à documenter (premier enfant, nouvelle grossesse, reprise du travail, méconnaissance des besoins et des comportements normaux de l'enfant, isolement social et familial, histoire de violences familiales, troubles psychiatriques passés ou présents, abus de drogue illicite et d'alcool, etc.). Mireau [121] en 2005 note que les parents ont une importante méconnaissance des besoins et comportements normaux de l'enfant. Le jeune âge des parents est fréquemment souligné par les auteurs et signalé comme un facteur de risque potentiel [37].

Une étude prospective réalisée de janvier 1998 à septembre 2006 [119] détaille le contexte socio-économique de 25 cas de TC non accidentels observés en dix ans dans une région écossaise : 76 % des cas provenaient des quartiers les plus défavorisés du point de vue de l'éducation, de l'instruction et des habiletés sociales, 72 % de ceux où la criminalité était la plus élevée, 68 % de ceux où la santé était la moins bonne, 60 % de ceux où le revenu était le plus bas, 52 % de ceux où la qualité des habitations était la plus mauvaise, 48 % de ceux où le chômage était le plus important.

Ces résultats sont battus en brèche par des études antérieures : deux études de 2000 portant sur la même cohorte d'enfants notent, l'une [37] que la majorité des parents a une

situation professionnelle stable (81 % des mères sont sur le marché du travail), l'autre [65] qu'une grande partie des parents a un niveau d'études secondaire ou supérieur.

Écarter le diagnostic de TCI en raison d'un contexte sociofamilial apparemment favorable peut en tout cas être à l'origine de diagnostics « manqués » [86].

Cependant, d'une façon générale, les difficultés liées au contexte de vie des personnes s'occupant de l'enfant doivent attirer l'attention du professionnel qui en a connaissance.

La relation du SBS avec un facteur ethnique a été étudiée. Fortin [54] fait la synthèse des articles et conclut que l'origine ethnique ne constitue pas un facteur significativement plus associé au SBS qu'au TC accidentel. Les données suggèrent plutôt que la variable « origine ethnique » constitue un facteur de risque lié à d'autres marqueurs sociaux qui augmentent chez l'enfant le risque de blessures.

En résumé [54], les données disponibles à ce jour, bien que parcellaires et parfois contradictoires, suggèrent que les enfants de sexe masculin, premiers-nés, âgés de moins de six mois, nés prématurément d'une grossesse compliquée ou multiple, vivant avec des parents ayant une histoire présente ou passée d'abus de substances psychoactives (alcool, drogues) ou de violence familiale et/ou ayant une méconnaissance des stratégies de gestion de la relation avec leur nourrisson, sont plus à risque d'être victimes du SBS. Cet acte de violence peut bien sûr survenir sans qu'il y ait de tels facteurs de risque socio-économiques et culturels. De plus, s'il peut être juste de penser que l'enfant victime de SBS appartient plus souvent au groupe à risque ci-dessus, il est faux de croire que la majorité des enfants présentant ces caractéristiques sont victimes de cette forme de maltraitance.

2.3.3. Quelles sont les lésions et quel est le bilan clinique et paraclinique nécessaire et suffisant à leur mise en évidence ?

2.3.3.1. Les lésions

2.3.3.1.1. *Sont susceptibles d'être lésés dans le SBS les méninges (hémorragies sous-durales ou sous-arachnoïdiennes), l'encéphale, l'œil et la moelle épinière.* D'autres lésions peuvent être associées : fractures des membres, des côtes, du crâne, ecchymoses du scalp, hématomes des muscles du cou, lésions rachidiennes postérieures.

Les données les plus précises sont apportées par les séries neuro-anatomopathologiques, mais elles concernent évidemment les formes les plus graves puisque responsables du décès de l'enfant.

Billette [16], à partir de 93 examens neuropathologiques d'enfants victimes de secouement sans impact crânien visible, décrit :

- 81 hématomes sous-duraux (HSD), 65 hémorragies sous-arachnoïdiennes, 14 hémorragies intraparenchymateuses, 69 cas d'œdème cérébral, 41 engagements cérébraux ;
- 56 hémorragies intraoculaires ;
- 21 lésions de la moelle épinière ;
- l'état du rachis n'est pas mentionné ;
- les lésions observées ne sont pas spécifiques du mécanisme du décès.

Une autre étude [56] trouve des hémorragies épidurales cervicales et des lésions axonales focales du tronc cérébral et des racines des nerfs spinaux dans 11 cas parmi 37 de TCI et aucun chez 14 cas-témoins, morts d'autres causes.

Différents types de lésions du parenchyme cérébral peuvent être vus :

- lésions anoxiques du cortex, des noyaux gris, des thalamus : ces lésions se traduisent par des hypodensités, rarement hémorragiques, associées à une perte de contraste entre les substances blanche et grise [2] ;
- œdème cérébral se traduisant par une diminution des espaces liquidiens ;
- contusions en particulier dans les régions frontales et temporales, et à la jonction substance blanche–substance grise.

Les collections hémorragiques extra-axiales (HSD, éventuellement associés à des hémorragies sous-arachnoïdiennes) présentent des caractères particuliers dans le SBS [32] (Fig. 1–3). Elles sont habituellement plurifocales, bilatérales et fines, sans effet de masse. Elles recouvrent la convexité des hémisphères cérébraux, s'accumulent dans la scissure interhémisphérique en position déclive et longent l'insertion de la tente du cervelet. La reconnaissance d'une hémorragie de la faux du cerveau est très évocatrice du diagnostic de SBS [2], de même que les collections sous-durales de la fosse postérieure (cf. figures ci-dessus). Il faut cependant remarquer que l'HSD n'est pas observé chez tous les bébés secoués : il n'existe que dans 72 à 93 % des cas dans les articles revus par Christophe [32].

Les HED sont plus le fait des TC accidentels ; ils sont exceptionnels dans le SBS.

2.3.3.1.2. *Lésions oculaires.* Les hémorragies rétiniennes (HR) ne sont pas constantes dans le SBS : elles se voient, selon Defoort-Dhellemmes [38], dans environ 80 % des cas (de 50 à 100 % selon les séries). Elles sont décrites selon :

- leur bilatéralité ou non : elles sont la plupart du temps bilatérales, au contraire des HR que l'on peut observer dans les TC accidentels, où elles sont habituellement unilatérales [43,126,138]. Mais elles sont unilatérales dans 10 à 17 % des SBS ;
- leur aspect, leur taille (petite, grande, inférieure ou supérieure à deux disques papillaires) et leur forme (en flammèches, en taches, punctiformes, en dôme), qui dépend de leur localisation dans l'œil ;
- leur localisation au pôle postérieur de l'œil (péripapillaire, maculaire, le long des arcades vasculaires) ou en périphérie du fond d'œil (moyenne périphérie ou s'étendant jusqu'en extrême périphérie, à l'ora serata) ;
- leur localisation par rapport aux couches de la rétine (Tableau 2) :
 - hémorragies prérétiniennes, situées juste sous la membrane limitante interne, en dôme, de petite taille (classiques « perles jacobines ») ou de grande taille (rétinoschisis hémorragique),

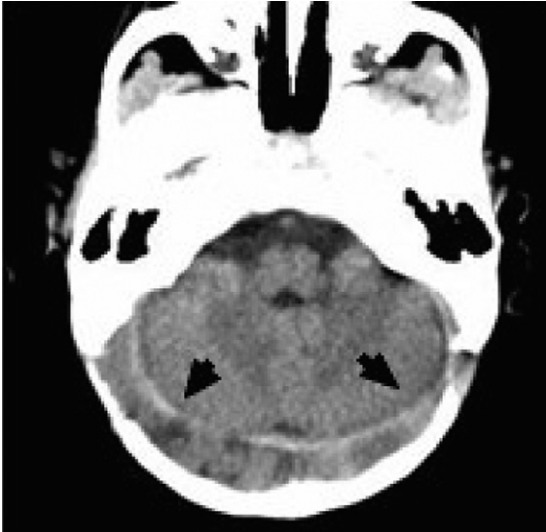


Fig. 1. Hématome sous-dural plurifocal de la tente du cervelet (flèche) dans le cadre d'un traumatisme crânien infligé (TCI) par secouement.

- hémorragies intrarétiniennes, superficielles (qui disparaissent très rapidement, parfois en moins de 24 heures) ou profondes,
- hémorragies sous-rétiniennes.

Defoort-Dhellemmes [38] distingue trois types d'HR selon leur nombre et leur étendue (Tableau 3) :

- type 1 : hémorragies intrarétiniennes, en flammèches, en taches ou punctiformes, situées au pôle postérieur de l'œil ;
- type 2 : hémorragies en dôme prérétiniennes, de petite taille, inférieure ou égale à un diamètre papillaire (« perles jacobines »), localisées au pôle postérieur, autour de la papille

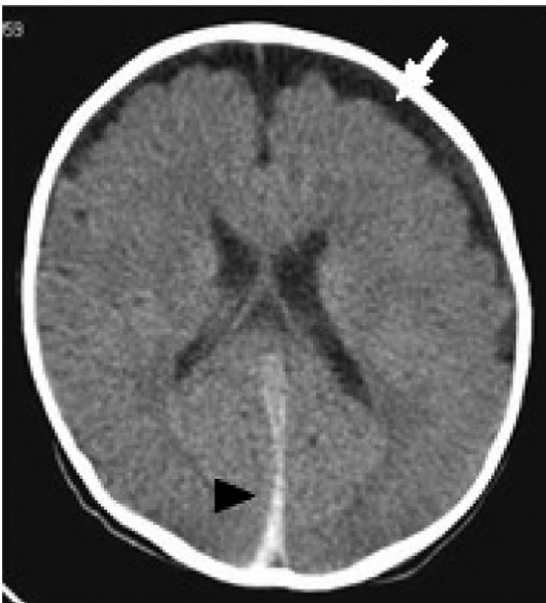


Fig. 2. Hématome sous-dural plurifocal interhémisphérique (hyperdense, tête de flèche) et péri-cérébral gauche (hypodense, flèche) dans le cadre d'un traumatisme crânien infligé (TCI) par secouement.



Fig. 3. Hématome sous-dural plurifocal du vertex (flèches) dans le cadre d'un traumatisme crânien infligé (TCI) par secouement.

et le long des arcades vasculaires, ou en moyenne périphérie. Ces hémorragies sont isolées ou associées à des HR de type 1 ;

- type 3 : multiples hémorragies de tous types (intra-, pré- ou sous-rétiniennes), profondes, tapissant toute la rétine ou éclaboussant la rétine jusqu'à la périphérie, associées à un placard hémorragique prémaculaire, uni- ou bilatéral (parfois évocateur d'emblée d'un rétinoshisis hémorragique). Ces hémorragies de type 3 sont extrêmement évocatrices du SBS. Elles peuvent être considérées comme quasi pathognomoniques, ce d'autant plus si elles sont associées à un HSD, un œdème cérébral massif ou des lésions osseuses très évocatrices de maltraitance. Elles peuvent cependant, exceptionnellement, être constatées dans des TC accidentels violents (accidents de la voie publique).

D'autres lésions peuvent être vues au fond d'œil : hémorragie du vitré et hémorragies choroïdiennes, œdème papillaire dû à l'hypertension intracrânienne.

Des hémorragies intraorbitaires (hémorragies scléales, de la gaine du nerf optique, des muscles, de la graisse orbitaire) peuvent être mises en évidence lors des études anatomopathologiques post-mortem [126].

2.3.3.1.3. Lésions des muscles du cou, du rachis ou de la moelle cervicale. Une lésion cervicale est notée chez 4 % des enfants étudiés par King et al. [98]. Billette [16] signale que plusieurs observations d'HSD médullaires ont été décrites dans la littérature. Christophe [32] précise que des secousses violentes peuvent provoquer des lésions axonales diffuses au niveau du tronc cérébral et de la moelle cervicale haute, et des hématomes épiduraux au niveau de la jonction crâniocervicale.

2.3.3.1.4. Lésions cutanées. Les ecchymoses sont, en l'absence de cause médicale, très évocatrices de mauvais traitements chez un nourrisson qui ne marche pas seul [166]. Dans cet article, seuls 0,6 % des enfants de moins de six mois et 1,7 % des enfants de moins de neuf mois avaient une ou plusieurs ecchymoses. La localisation au cuir chevelu est

Tableau 2

Localisation des hémorragies par rapport aux couches de la rétine.

Hémorragies prérétiniennes	En dôme de petite taille (< 1 diamètre papillaire) En dôme de grande taille (> 1 diamètre papillaire) Rétinoschisis hémorragique
Hémorragies intrarétiniennes	Intrarétiniennes superficielles Intrarétiniennes profondes
Hémorragies sous-rétiniennes	

particulièrement importante à rechercher : Greenes et Schutzman [68], dans une étude portant sur le TC du nourrisson, remarquant que 93 % des nourrissons présentant des ecchymoses du cuir chevelu se sont avérés avoir des lésions intracrâniennes associées.

2.3.3.1.5. *Lésions osseuses*. Elles sont particulièrement évocatrices de mauvais traitements :

- fractures de côtes (s'il n'y a pas eu auparavant de kinésithérapie respiratoire agressive) : ces fractures sont postérieures, à la jonction costovertébrale, habituellement multiples, sur des côtes contiguës, symétriques ;
- arrachements métaphysaires ;
- appositions périostées ;
- certaines fractures du crâne : fractures multiples, fracture occipitale avec embarrure.

2.3.3.2. Bilan clinique et paraclinique

2.3.3.2.1. *Bilan clinique*. Reconstituer les courbes statur-pondérale et de périmètre crânien.

L'examen clinique complet recherche d'éventuelles lésions traumatiques, qui doivent être photographiées.

L'examen neurologique est évidemment essentiel ; on note le périmètre crânien (à comparer aux chiffres antérieurs), l'état de la fontanelle, du tonus axial, un éventuel déficit moteur.

2.3.3.2.2. *Examens complémentaires*. Devant les signes cliniques neurologiques ou l'association de signes décrits plus haut, les examens complémentaires suivants sont demandés :

- scanner cérébral : il constitue l'examen de première intention [157] dans un contexte d'urgence. Il est sensible pour objectiver les lésions hémorragiques (cf. figures ci-dessous) : HSD, hémorragie sous-arachnoïdienne, plus rarement hémorragies du parenchyme cérébral. Il précise aussi

l'importance de l'œdème. Il peut être répété 12 à 24 heures plus tard si le premier scanner est normal et si les symptômes persistent ;

- examen ophtalmologique : il doit être réalisé après dilatation, par un ophtalmologiste expérimenté, au plus tard dans les 48 à 72 heures (du fait de la résorption rapide de certaines HR), avec si possible prise de photos ;
- place de l'IRM :
 - en période aiguë et faite dès que l'état de l'enfant le permet, l'IRM a un intérêt diagnostique majeur en montrant des lésions non visibles sur le scanner (HSD de petite taille, œdème, lésions hypoxiques). Sa réalisation dépend de l'état clinique de l'enfant (stabilité). C'est l'examen de choix pour faire le bilan complet des lésions axiales et extra-axiales, qu'elles aient ou non un caractère hémorragique [147]. L'IRM permet l'exploration non seulement du cerveau, mais du tronc cérébral, de la moelle, de la région cervicale.

Kemp et al. [96] ont fait une revue de la littérature des enfants ayant des lésions graves de la moelle épinière (24 enfants décrits dans 15 études) et recommandent que soit faite une IRM cervicale chez tout bébé chez qui on suspecte un TC, a fortiori s'il existe une déformation inexplicée du rachis, des signes neurologiques focalisés ou des lésions squelettiques.

Les séquences conventionnelles utiles comportent la séquence spin écho pondérée T1 et pondérée T2 et la séquence en écho de gradient T2*. Elles sont sensibles à l'effet paramagnétique des produits de dégradation de l'hémoglobine et permettent d'approcher de manière approximative l'âge d'une hémorragie intraparenchymateuse.

La séquence *fluid-attenuated inversion recovery* (FLAIR) est très performante dans la détection d'hémorragie sous-arachnoïdienne et de petits hématomes sous-duraux [159].

Les nouvelles techniques dites « avancées », comme l'imagerie de susceptibilité magnétique, la spectroscopie et l'imagerie de diffusion, augmentent encore la sensibilité et la valeur diagnostique et pronostique de l'IRM :

- l'imagerie de susceptibilité magnétique visualise de très petits saignements récents ou anciens [69,168],
- la spectroscopie renseigne sur l'atteinte anatomique et fonctionnelle des neurones et des axones [36,73],
- l'imagerie de diffusion apprécie une modification du volume et de la configuration des espaces extracellulaires et/ou de la viscosité intracellulaire [84,135],

Tableau 3

Classification des hémorragies rétiniennes (selon Defoort-Dhellemmes [38]).

Type 1	Hémorragies intrarétiniennes, en flammèches, en taches ou ponctiformes, situées au pôle postérieur de l'œil
Type 2	Hémorragies en dôme prérétiniennes, de petite taille, localisées au pôle postérieur de l'œil, autour de la papille et le long des arcades vasculaires, ou en moyenne périphérie. Elles sont isolées ou associées à des HR de type 1
Type 3	Hémorragies multiples de tous types (intra-, pré- ou sous-rétiniennes), profuses, tapissant toute la rétine ou l'éclaboussant jusqu'à la périphérie, associées à un placard hémorragique prémaculaire, uni- ou bilatéral

- des études dans le SBS ont démontré des anomalies précoces de la diffusion, compatibles avec un œdème de type cytotoxique dans le cadre probable d'une encéphalopathie hypoxique ischémique associée [2] ;
- l'IRM fait partie du bilan lésionnel dont la réalisation est moins urgente, mais à faire avant la sortie de l'hôpital. Doivent être étudiés non seulement le cerveau, mais aussi le tronc cérébral, le rachis, la moelle. L'IRM peut mettre en évidence des lésions hypoxiques et des lésions d'âge différent ;
- autres examens nécessaires :
 - NFS + plaquettes, TP, TCA, facteurs de coagulation,
 - radiographies de squelette entier faites en radiopédiatrie, selon les recommandations de l'American Academy of Radiopediatrics [7]. Tout enfant de moins de deux ans chez qui on soupçonne une maltraitance doit avoir des radiographies de tous les os du squelette (et non une radiographie « corps entier ») : radiographies du squelette axial (thorax face et profil, éventuellement trois quarts, pour voir les côtes, le rachis dorsal et lombaire haut ; face et profil du bassin, permettant de voir le rachis lombaire moyen, radiographies de profil du rachis lombo-sacré, radiographies de face et de profil du rachis cervical, radiographies du crâne de face et de profil et autres incidences si nécessaire) et de tous les segments de membres. On recherche ainsi des fractures anciennes ou récentes, en particulier dans les localisations évocatrices citées plus haut.

Il y a alors trois possibilités : les lésions osseuses sont très évocatrices de maltraitance ou bien non typiques ou bien absentes. Dans ces deux dernières éventualités, si la maltraitance est fortement suspectée, l'examen scintigraphique peut révéler des lésions non objectivées par les radiographies (fractures de côtes ne montrant pas encore d'images de calcs, fractures diaphysaires minimales, épaissement périosté débutant). Une autre possibilité, si l'enfant peut être placé dans un environnement sûr, est de répéter les radiographies du squelette dix ou 15 jours plus tard, pour observer d'éventuelles modifications [2].

Si l'enfant est amené mort à l'hôpital, l'interrogatoire de l'entourage doit rechercher tout signe anormal dans les heures ou les jours précédant le décès. La HAS, en février 2007 [74], a recommandé, dans tous les cas de mort inattendue du nourrisson, que soient pratiqués, en plus de l'analyse des circonstances de découverte et des antécédents, un examen clinique complet, un examen du fond d'œil, des examens radiologiques interprétés par un radiologue pédiatre (radiographies du crâne, du rachis, du bassin, des quatre membres, du thorax, et si possible un scanner ou une IRM corps entier) et systématiquement une imagerie cérébrale (scanner ou IRM). L'autopsie est considérée comme indispensable, mais en dehors d'une procédure médicolégale, elle requiert l'accord des parents ; elle doit donc toujours être proposée. Elle doit comprendre un examen du fond d'œil, l'examen neuropathologique du cerveau, des yeux et de la moelle. Plusieurs auteurs précisent la technique de l'autopsie chez le jeune enfant [10,45]. Ehrlich et al. [47] insistent sur la nécessité d'objectiver

la rupture des veines ponts. Différentes techniques sont proposées pour cela [55].

À distance du secouement, certains symptômes neurologiques ou neuropsychologiques, certaines images neuroradiologiques peuvent, a posteriori, faire évoquer un secouement. Il faut alors reprendre le carnet de santé à la recherche d'une cassure de la courbe de périmètre crânien (mais à ce stade, c'est une microcéphalie que l'on constate) et réaliser une IRM.

2.3.4. *Quels sont les diagnostics différentiels du secouement et le bilan clinique et paraclinique nécessaire et suffisant au diagnostic étiologique ?*

2.3.4.1. *Le diagnostic différentiel principal est le TC accidentel. Des diagnostics médicaux, plus rares, doivent être éliminés*

2.3.4.1.1. *Troubles de l'hémostase.* Troubles congénitaux de la coagulation (déficit en facteur V, X, XIII et hémophilie A), pouvant entraîner des hémorragies intraparenchymateuses ou extra-axiales [148].

Thrombopénies sévères : elles peuvent entraîner des hémorragies intracrâniennes, essentiellement intraparenchymateuses.

2.3.4.1.2. *Malformations artérioveineuses.* Exceptionnelles avant un an, elles provoquent une hémorragie sous-arachnoïdienne souvent associée à une hémorragie intracérébrale ou intraventriculaire plutôt qu'une hémorragie sous-durale.

2.3.4.1.3. *Maladies métaboliques.* À rechercher en fonction du contexte :

- acidurie glutarique de type 1 : 1/30 000 naissances. Elle se manifeste souvent par une détresse neurologique aiguë dans les premiers mois de vie, avec un tableau pseudoencéphalitique, chez des enfants ayant souvent une macrocraînie et une hypotonie préexistante. L'imagerie retrouve des anomalies évocatrices : vallées sylviennes larges, lésions des noyaux gris centraux. Au cours de l'évolution, des HSD sont fréquents ainsi que des HR qui sont rapportées dans 20 à 30 % des cas [55,72,90]. Le diagnostic de la maladie métabolique est confirmé par la chromatographie des acides organiques urinaires devant le tableau clinique et radiologique caractéristique [116] ;
- la maladie de Menkes : elle touche les garçons (maladie récessive liée à l'X) et est également rare : 1/250 000 à 300 000 naissances. C'est une maladie métabolique de l'absorption du cuivre. Elle entraîne des lésions osseuses multiples et des HSD [127], une hypotonie, des convulsions précoces et un retard mental sévère chez les enfants survivant au-delà de la période néonatale. L'aspect des cheveux est évocateur (*pili torti*). Le dosage du cuivre et de la céruléoplasmine permet facilement d'en faire le diagnostic biochimique.

2.3.4.1.4. *Ostéogenèse imparfaite.* Deux articles [182,183] font état de la possibilité d'HSD dans ce syndrome, sans en indiquer la fréquence, et sans qu'il puisse être établi un lien de cause à effet. Le tableau clinique est en fait bien

différent ; les fragilités osseuses constitutionnelles sont responsables de fractures diaphysaires et non de lésions métaphysaires.

2.3.4.2. Les hémorragies rétiniennes sont-elles nécessaires au diagnostic de secouement ? Dans un traumatisme crâniocérébral considéré comme d'origine intentionnelle, les HR sont mises en évidence dans environ 80 % des cas (de 50 à 100 % selon les séries).

La fréquence des HR est en fait difficile à apprécier car :

- d'une part, leur fréquence, telle qu'elle est rapportée dans la littérature, augmente lorsque l'examen du fond d'œil est réalisé systématiquement par un ophtalmologiste senior dès l'arrivée aux urgences, après dilatation, ou lorsque des photos, faites dès l'arrivée par des réanimateurs pédiatriques formés, montrent ces hémorragies ;
- d'autre part, de nombreuses études ophtalmologiques considèrent leur présence comme nécessaire au diagnostic de SBS, introduisant ainsi un biais de circularité, puisqu'elles sont à la fois l'objet de l'étude et un critère diagnostique obligatoire.

On peut en tout cas conclure que les HR, absentes dans environ 20 % des cas selon Defoort-Dhellemmes [38], ne sont pas indispensables au diagnostic de secouement. Dans les TC accidentels, les HR sont beaucoup plus rares, de 0 à 17 %, 8,9 % dans l'ensemble des cas de la littérature colligés par Kivlin et al. [101]. Leur fréquence est cependant certainement sous-estimée car le fond d'œil n'est pas réalisé systématiquement chez les enfants victimes d'un accident de la voie publique ou bien il est demandé tardivement, alors que les HR les plus fréquentes dans les TC accidentels correspondent aux types 1 et 2 de la classification de Defoort-Dhellemmes et disparaissent rapidement, parfois en moins de deux jours [38].

2.3.4.3. Critères cliniques permettant de poser le diagnostic de secouement

Cette question peut être abordée sous deux angles :

- selon la situation clinique ;
- selon les lésions retrouvées par le bilan.

2.3.4.3.1. Différentes situations cliniques peuvent faire envisager le diagnostic. Lorsqu'un bébé est amené mort et s'il ne s'agit pas de l'évolution terminale d'une pathologie connue, le diagnostic de TCI doit être évoqué systématiquement parmi les causes de mort inattendue. L'entretien avec l'entourage proche doit être respectueux, mais aussi minutieux pour connaître les conditions décrites du décès.

Certains signes doivent attirer l'attention :

- explications données non plausibles ;
- déclarations changeantes (mais l'émotion des parents peut être une explication) ;
- maltraitance antérieure déjà soupçonnée, autre(s) décès mal expliqué(s) dans la famille.

De toute façon, devant une mort inattendue du nourrisson, il est recommandé [74] d'obtenir le consentement des parents à une autopsie qui permettra éventuellement de recueillir les éléments du diagnostic de secouement (en sachant que tout élément de suspicion peut amener à alerter le procureur de la République qui pourra ordonner une autopsie médico-légale).

Devant une détresse neurologique aiguë inaugurale, l'état clinique conduit à pratiquer en urgence un scanner cérébral et, devant la constatation d'hémorragies intracrâniennes, à rechercher la présence simultanée d'autres signes de secouement :

- HR ;
- signes de mauvais traitements (lésions cutanées, lésions osseuses) ;
- explications non plausibles ou changeantes données par l'entourage.

Si tous ces signes sont réunis, le diagnostic de SBS est hautement probable, voire certain.

Devant des signes qui doivent orienter vers une atteinte neurologique, tels que décrits plus haut (modifications du comportement, mauvaises prises alimentaires, moins bon contact, moins de sourires, diminution des compétences de l'enfant ; modifications du tonus [hypotonie axiale]), mais aussi devant certains signes non spécifiques (vomissements, troubles respiratoires [pauses, apnées], pâleur, bébé qui semble douloureux), l'essentiel est d'évoquer un secouement :

- la palpation de la fontanelle, la mesure du périmètre crânien et l'examen de la courbe de PC, gestes qui doivent être systématiques lors de tout examen d'un nourrisson, peuvent objectiver un bombement de la fontanelle, une macrocraque avec cassure de la courbe de PC vers le haut ;
- rechercher :
 - l'association des signes cités plus haut (Tableau 1), retrouvée dans un pourcentage important de cas de secouement,
 - d'autres signes de maltraitance (par l'examen clinique et l'étude des antécédents) ;
- noter lors de l'entretien :
 - l'existence d'un retard dans le recours aux soins,
 - le fait que les explications données par l'entourage sont non ou peu plausibles, ou changeantes selon le moment ou l'interlocuteur ;
- rechercher des HR ;
- pratiquer d'emblée un scanner cérébral (l'IRM étant réalisée de manière différée et quand l'état de l'enfant le permet).

Certains des arguments peuvent manquer et il est impossible, dans l'état actuel des connaissances, de pondérer chacun de ces éléments. Cependant, certains ont une valeur plus spécifique :

- sur le plan clinique : en plus des données de l'interrogatoire, l'existence d'apnées, d'ecchymoses (du scalp ou autres localisations) ;
- l'analyse des résultats du scanner : les hémorragies sous-durales (Fig. 1–3) ou sous-arachnoïdiennes sont plus fréquentes (cf. description ci-dessus) que les saignements

intraparenchymateux, et les HED sont exceptionnels en cas de SBS ;

- l'examen du fond d'œil : l'existence d'HR de tous les types, même unilatérales (Tableau 3), a fortiori profuses ou éclaboussant la rétine jusqu'en extrême périphérie, associées à une ou plusieurs vastes hémorragies en dôme ou en placard (ayant parfois l'aspect caractéristique d'un rétinischisis hémorragique) ou à un pli rétinien périmaculaire (type 3 de Defoort-Dhellems quasiment pathognomonique du SBS).

Un seul de ces signes isolé ne permet pas toujours d'affirmer le diagnostic de SBS. L'association de deux ou plusieurs de ces signes donne une forte suspicion, à condition d'avoir éliminé les diagnostics différentiels. La description d'un geste de secouement, parfois par son auteur, plus souvent par un témoin, est bien sûr un élément essentiel.

En tout cas, toute suspicion de secouement doit conduire le médecin à faire part aux parents de son inquiétude et de la nécessité absolue d'hospitaliser l'enfant.

2.3.4.3.2. Au terme du bilan clinique et radiologique, quels que soient les symptômes initiaux et selon les lésions retrouvées, la probabilité du diagnostic est plus ou moins forte. Chez un enfant de moins d'un an, et après avoir éliminé les diagnostics différentiels :

- le diagnostic de secouement est hautement probable, voire certain, en cas :
 - d'hémorragies intracrâniennes extra-axiales (HSD, hémorragies sous-arachnoïdiennes) plurifocales (Fig. 1–3),
 - ET d'hémorragies rétinienne profuses ou éclaboussant la rétine jusqu'à la périphérie (type 3 de Defoort-Dhellems) (Tableau 3),
 - ET d'histoire clinique absente, fluctuante, ou incompatible avec les lésions constatées ou avec l'âge de l'enfant.

La coexistence de ces trois éléments diagnostiques, tels qu'ils sont décrits, fait porter le diagnostic de TCI, vraisemblablement par secousses.

D'autres arguments peuvent être présents et conforter le diagnostic de secouement :

- lésions cérébrales hypoxiques,
- lésions cervicales (hématome intracanalair, lésions médullaires, lésions de la jonction occipito-vertébrale ou cervico-dorsale),
- description d'un secouement violent par une personne qui y a assisté ;
- le diagnostic de secouement est probable en cas :
 - d'hémorragies intracrâniennes extra-axiales plurifocales (Fig. 1–3), avec ou sans hémorragies rétinienne de tous les types (Tableau 3),
 - OU BIEN d'hémorragie extra-axiale unifocale avec HR de type 2 ou 3,
 - ET d'histoire clinique absente, fluctuante, ou incompatible avec les lésions constatées ou avec l'âge de l'enfant ;
- en cas d'HSD unifocal et d'HR limitées au pôle postérieur (type 1), avec une histoire clinique absente, fluctuante, ou incompatible avec les lésions constatées ou avec l'âge de l'enfant, il n'y a pas de consensus au sein de la commission

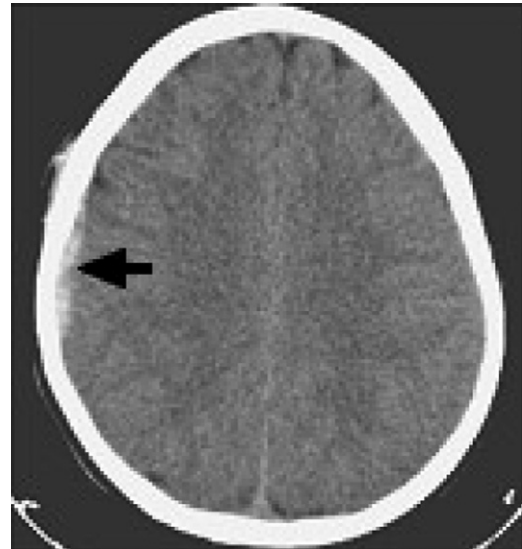


Fig. 4. Hématome sous-dural (HSD) unifocal, frontopariétal droit et tuméfaction du scalp en regard (flèche) dans le cadre d'un traumatisme crânien infligé (TC) accidentel.

d'audition pour déterminer si le diagnostic de secouement doit être considéré comme probable ou possible ;

- le diagnostic de secouement est possible en cas :
 - d'HSD unifocal,
 - ET d'histoire clinique absente, fluctuante, ou incompatible avec les lésions constatées ou avec l'âge de l'enfant ;
- le diagnostic de secouement peut être écarté en cas :
 - d'HSD unifocal (Fig. 4), avec éventuellement fracture linéaire et ecchymose en regard,
 - ET d'histoire clinique constante, compatible avec les lésions et avec l'âge de l'enfant, et décrivant un TC accidentel violent.

Dans tous les cas, la constatation de l'un de ce qui suivent doit faire évoquer le diagnostic de maltraitance et prendre les mesures qui s'imposent :

- de lésions osseuses spécifiques de maltraitance, d'ecchymoses chez un enfant trop jeune pour se déplacer, en particulier ecchymoses du scalp ;
- ou d'histoire de mauvais traitements, ou de mort(s) inattendue(s) mal expliquée(s) dans la fratrie ;
- ou d'un retard à la consultation.

2.4. Mécanisme causal des lésions

2.4.1. En présence d'un hématome sous-dural ± hémorragie sous-arachnoïdienne, d'hémorragies rétinienne, isolément ou en association, quels mécanismes ou circonstances peuvent être en cause ?

Les lésions observées dans le SBS n'étant pas spécifiques, même si certaines sont très évocatrices, il est important de déterminer quelles lésions peuvent être constatées lors de manœuvres fréquemment invoquées par les adultes lorsqu'un enfant est amené à l'hôpital après un secouement non reconnu.

Les mécanismes le plus fréquemment mis en avant sont la chute de l'enfant et sa réanimation après un malaise. Par ailleurs, le secouement a pu être jugé par certains comme insuffisant à lui seul à créer des lésions, un impact associé étant considéré comme indispensable. C'est pourquoi, afin d'aider au diagnostic de secouement, la question suivante est traitée ici : en présence d'un HSD \pm hémorragie sous-arachnoïdienne, d'hémorragies rétiniennes, isolément ou en association, quels mécanismes ou circonstances peuvent être en cause ?

Les mécanismes et circonstances suivantes sont étudiés :

- secouement sans impact ;
- TC minime par chute de faible hauteur ;
- jeu ;
- accouchement ;
- hypoxie ou anoxie ;
- manœuvres de réanimation.

2.4.1.1. *Secouement sans impact*

2.4.1.1.1. Hématome sous-dural. Éléments biomécaniques.– Duhaime et al. [44] dans leur étude princeps de 1987 estimaient qu'un secouement sans impact ne pouvait pas être à l'origine de lésions cérébrales ou d'HSD, mais les valeurs de référence utilisées avaient été obtenues sur des primates sans qu'il soit établi qu'elles puissent être transposées à l'enfant.

Des études biomécaniques plus récentes indiquent qu'un secouement sans impact suffit à la rupture des veines ponts. Roth et al. [150], en utilisant un modèle d'éléments finis de têtes de nourrisson, ont montré que, même si les valeurs de pression et de cisaillement sont significativement plus importantes en cas d'impact, en revanche l'allongement relatif des veines ponts est comparable qu'il y ait ou non impact (180 %) et dépasse le degré d'étirement nécessaire à la rupture des veines ponts d'enfants de moins de trois mois (150 %) [123].

Éléments cliniques.– Plusieurs études cliniques confirment la possibilité d'HSD par secouement sans impact [19,83,95,120,124,165]. De plus, les HSD sont plus fréquents dans les cas avérés de TCI par secouement que dans les TC accidentels, à âge identique de l'enfant [49,51,83,85].

Éléments autopsiques.– Des données autopsiques confirment également l'existence d'HSD sans trace d'impact externe [58].

En conclusion.– Il existe suffisamment d'arguments cliniques, radiologiques, autopsiques et biomécaniques pour affirmer qu'un HSD peut survenir sans impact en cas de secouement.

2.4.1.1.2. Hémorragies rétiniennes. Le secouement sans impact peut être à l'origine d'HR. Les HR semblent même être davantage liées au mécanisme de secouement qu'à l'existence d'un impact.

Éléments biomécaniques.– La modélisation de l'œil du nourrisson a montré que lors des secouements, des contraintes importantes étaient appliquées au pôle postérieur du fait de la forte traction exercée par le nerf optique sur la rétine, ce qui explique la prédominance des lésions à la partie postérieure de la rétine [71].

Éléments cliniques.– Dans les cas de SBS, les HR sont retrouvées aussi bien sans impact crânien qu'avec impact [19,22,60,137,165] et seraient même plus fréquentes dans les secouements considérés comme isolés sans qu'il y ait d'impact objectif [137,165].

Ce qui est également en faveur de ce lien entre mécanisme rotatoire et HR est le fait que, en cas de TCI comparés aux TC accidentels, les HR sont :

- plus fréquentes : 80 % (de 50 à 100 % selon les études) en cas de secouement versus 8,9 % en moyenne dans l'ensemble des cas de la littérature par accident de la voie publique colligés par Kivlin et al. [100] ;
- dans la grande majorité des cas bilatérales : 83 à 90 % des cas [21,43,99,126,137,172] ;
- souvent également plus abondantes [6,15] ;
- plus abondantes en cas de SBS certain qu'en cas de SBS probable ($p < 0,0001$) [17].

Les HR de type 3 s'étendant jusqu'à la périphérie sont exceptionnelles lors de TC accidentels :

- elles sont exceptionnelles dans des accidents de la voie publique [62,63,100] ;
- elles n'ont été rapportées que cinq fois dans d'autres circonstances qui n'étaient pas des chutes banales (chute sur la tête d'un enfant d'une télévision [93,106] ou d'une personne de 63 kilos [111], chute d'un enfant depuis une plate-forme d'aire de jeux [140]), dont certaines sujettes à controverse car sans témoins neutres ni autopsie et sans que le fond d'œil n'ait été fait par un ophtalmologiste [140].

Pour Betz et al. [15], les HR massives de plus de 20 à 30 % de la totalité de la rétine ne peuvent être expliquées par un simple TC accidentel et en particulier une chute banale. Pour Defoort-Dhellems [39], les HR de type 3 sont considérées comme quasi pathognomoniques de secouement [15,17,178].

En conclusion.– Les HR de type 3, mais aussi de types 1 et 2, peuvent survenir lors d'un secouement en l'absence d'impact et semblent même davantage liées au mécanisme de secouement qu'à l'existence d'un impact.

Les HR de type 3, exceptionnelles dans d'autres circonstances, sont quasi pathognomoniques d'un secouement.

2.4.1.2. *Traumatisme crânien minime : les chutes de faible hauteur*

En l'absence de définition formalisée du traumatisme minime, il a été décidé d'extrapoler à partir d'exemples de traumatismes considérés comme minimes, tout particulièrement les chutes de faible hauteur, pour lesquels des éléments de réponse existent dans la littérature scientifique.

2.4.1.2.1. Les chutes sont le premier mécanisme allégué par les adultes. Le mécanisme des chutes est particulièrement important à étudier car il constitue le premier mécanisme allégué par les adultes pour justifier les lésions constatées chez un nourrisson [51].

Il est probablement souvent retenu de façon erronée en l'absence d'une autre explication plausible, comme le suggèrent très fortement plusieurs études :

- en 1991, Chadwick et al. [27] ont révisé les dossiers des 317 enfants admis consécutivement dans le centre pédiatrique des TC de San Diego entre 1984 et 1988, pour lesquels une histoire de chute était rapportée par les parents comme la cause du TC. Ils ont procédé à l'analyse des données de l'histoire telles qu'elles avaient été rapportées sans en évaluer la vraisemblance ou la crédibilité en regard du diagnostic et du devenir. Pour les 283 enfants pour lesquels la hauteur de la chute était connue, ils ont retrouvé 7 % de décès pour des chutes rapportées de moins de 1 m (7/100) comparativement à une mortalité de 0 % pour des chutes de 1 à 3 m (0/65) et de 0,8 % pour des chutes de 3 à 12 m (1/118). L'âge des enfants n'était pas précisé pour tous, mais sur les sept décès pour des chutes alléguées de moins de 1 m, deux enfants étaient tombés de leur hauteur (et donc avaient moins de quatre ans puisque la taille d'un enfant de quatre ans est de 1 m), deux étaient tombés d'un lit ou d'une table, ce qui est en faveur d'un jeune âge, deux âgés de six semaines et 13 mois étaient tombés des bras, enfin le dernier de 11 mois était tombé dans les escaliers ;
- Williams [181], dans une étude prospective portant sur 398 chutes d'enfants sur une période de deux ans à l'hôpital pédiatrique d'Oakland, a comparé deux populations d'enfants de moins de trois ans pour lesquels le mécanisme causal allégué était une chute selon que les témoins étaient des proches (53 enfants) ou des témoins neutres ou multiples (106 enfants). Il a observé 3,8 % de décès et 34 % de TC graves lorsque les témoins étaient des proches versus 0 % de mortalité (sauf un enfant tombé de 21 m) et 0 % de TC graves lorsque les témoins étaient neutres ou multiples ;
- Chadwick, dans un éditorial [26], insiste sur le fait que dans les études sur les mécanismes des TC, les cas de chutes que l'on peut retenir (*reliably witnessed cases*) sont ceux survenant à l'hôpital, ou dans un lieu autorisé d'accueil d'enfants, sous certaines conditions. Il estime que les cas dont les témoins sont les gardiens ou d'autres enfants ne devraient pas être utilisés pour alimenter les bases de données concernant des mécanismes avérés.

2.4.1.2.2. Mortalité due aux chutes de faible hauteur. Chez l'enfant de moins de cinq ans, le taux de mortalité immédiate ou différée après une chute de faible hauteur (< 1,5 m) est très faible :

- Chadwick et al. [28] à partir d'une revue de la littérature portant sur trois bases de données des États-Unis, cinq chapitres de livres, les travaux de deux sociétés savantes, sept revues de la littérature et 177 articles publiés dans des revues avec comité de lecture, ont estimé la mortalité à moins de 0,48 par million d'enfants de moins de cinq ans et par an (certains cas ont été retenus dans cette étude malgré des circonstances de survenue douteuses). L'estimation de l'incidence avant un an n'est pas précisée ;

- dans cinq études, aucun des 708 enfants tombés lors d'une hospitalisation et dont 94 au moins étaient âgés de moins d'un an n'est décédé [75,107,112,128,152].

Denton et Mileusnic [40] ont publié le cas d'un enfant de neuf mois, gardé par sa grand-mère, décédé 72 heures après une chute en arrière d'un lit haut de 76 cm où il était assis. L'enfant, sans symptomatologie clinique jusqu'au soir précédent, a été retrouvé mort au réveil. L'autopsie a objectivé de minimes lésions parenchymateuses cérébrales et un HSD fin en regard d'une fracture linéaire pariétale sans disjonction des berges malgré un œdème cérébral massif (1035 g pour un poids attendu de 750 g). Il n'y avait pas d'hémorragies rétinienne. Mais ce cas (non retenu par Chadwick et al. comme consécutif à une chute de faible hauteur) ne peut être retenu car le témoin n'est pas neutre et l'absence de disjonction des sutures malgré un œdème considérable est en faveur d'un TC très récent, ce qui remet en question le mécanisme allégué de chute de faible hauteur.

L'article de Plunkett [140], qui porte sur 75 000 rapports concernant des accidents d'aire de jeux sur une période de 11,5 ans, montre qu'un décès est possible mais exceptionnel après une chute de faible hauteur. Dix-huit enfants (0,024 %), âgés de 12 mois à 13 ans, sont décédés « à la suite d'une chute d'un appareil de jeux d'une hauteur variant de 0,6 à 3 m » (hauteur appréciée non en considérant le centre de gravité de l'enfant mais la partie de son corps la plus proche du sol au moment de la chute). Cependant il faut noter que, sur les huit enfants décédés âgés de trois ans et moins (cas 1 à 8) :

- aucun enfant n'avait moins d'un an et les quatre cas les plus jeunes (cas 1 à 4) avaient de 12 à 20 mois ;
- les témoins étaient soit des proches dans cinq cas sur huit (cas 1 à 4 et 6), en particulier pour les quatre enfants les plus jeunes, soit un autre enfant (cas 8) ;
- il n'y avait pas eu d'autopsie dans trois cas (cas 1, 2 et 7) et dans un quatrième (cas 4), l'autopsie était « limitée » ;
- un seul des quatre enfants les plus jeunes a eu une autopsie complète (cas 3) ;
- un balancement était associé à la chute dans trois cas sur huit (cas 1, 3 et 6) dont deux des quatre enfants les plus jeunes ;
- l'intervalle libre entre la chute et les premiers symptômes a toujours été inférieur à 15 minutes et même absent dans trois cas (cas 1, 3 et 6) ;
- l'œdème cérébral est indiqué comme cause de la mort même pour les cas sans autopsie.

Dans cette série, parmi les huit enfants les plus jeunes, seul le cas 5 d'un enfant de 23 mois ayant basculé par-dessus la barrière délimitant une plate-forme située à 0,7 m du sol semble incontestable d'un TC par chute de faible hauteur (cas filmé, pratique d'une autopsie). L'intervalle libre avant le coma avait été de dix minutes. Les lésions constatées avant la mort étaient :

- des HR bilatérales objectivées 24 heures après l'admission sans autre précision (le FO n'a pas été fait par un

ophthalmologiste) et qui n'ont plus été décrites ensuite à l'autopsie ;

- un large HSD droit avec effacement du ventricule latéral et une minime hernie sous-falcique au scanner initial. Il n'y a pas eu d'étude des parties molles. L'HSD a été évacué.

À l'autopsie ont été retrouvés :

- un impact frontal droit ;
- un petit HSD résiduel ;
- une contusion parenchymateuse pariétale droite ;
- un œdème cérébral avec hernie cérébelleuse.

Le faible risque de mortalité par chute de faible hauteur est souligné par le fait que, même pour les chutes de grande hauteur, la mortalité est également très faible :

- deux études ne trouvent aucun décès pour des chutes inférieures à trois étages :
 - Smith et al. [161] : étude portant sur les chutes pour la plupart de trois étages ou moins de 70 enfants de dix mois à 15 ans, dont 50 % avaient moins de trois ans,
 - Barlow et al. [13] : 61 enfants de moins de 16 ans ;
- dans la série de Chadwick et al. [27], un seul des 118 enfants admis après une chute supérieure à 3 m est décédé (il était âgé de 11 mois) et aucun des 65 tombés de 1 à 3 m.

2.4.1.2.3. Quels signes cliniques entraînent les chutes de faible hauteur ? Quelques études apportent des données fiables sur les circonstances immédiates de chutes de faible hauteur, correspondant à un TC minime, survenues dans des circonstances bien établies par des témoins objectifs ou multiples :

- cinq études dont les résultats concordent concernent des chutes d'enfants hospitalisés : 0 % de mortalité et un seul cas avec troubles de la vigilance (un nouveau-né tombé de plus de 1 m de la table d'accouchement) parmi 708 enfants de cinq études, dont 493 enfants de moins de sept ans. Les précisions données par les articles permettent d'établir que 94 d'entre eux au minimum étaient âgés de moins d'un an [75,107,112,128,152] ;
- un article avec témoins neutres [181], dans une étude prospective portant sur 106 enfants de moins de trois ans, ne trouve aucune manifestation clinique grave (ecchymoses, abrasions, coupures, pas de trouble neurologique décrit) et trois fractures du crâne sans perte de conscience (chute sur un bord tranchant) pour des chutes de moins de 1,5 m ;
- on peut ajouter à ces données le résultat de questionnaires à des parents portant sur des éventuels antécédents de chute et leurs conséquences. Kravitz et al. en questionnant des mères d'enfants d'un an ($n = 536$), ont établi que plus de la moitié de ces enfants avaient fait une chute d'une faible hauteur à un moment quelconque après leur naissance, avec très peu de blessures conséquentes et aucune fatale [103]. Quinze enfants ont été hospitalisés. Les symptômes rapportés étaient une léthargie dans 14 cas, une perte de connaissance dans deux

cas, des vomissements dans huit cas et des convulsions dans deux cas. Le nombre total de consultations n'a pas été indiqué ;

- sur 3357 chutes dont 97 % concernaient la tête chez 2554 enfants suivis de façon longitudinale entre la naissance et six mois, une blessure a été rapportée dans 437 cas, sous forme d'une ecchymose dans 244 cas et dans moins de 1 % (21 fois) d'une fracture ou d'un TC léger (commotion) [179].

Il ressort clairement de ces études qu'une chute de 1,5 m n'entraîne qu'exceptionnellement le décès (moins de 0,48/ million d'enfants de moins de cinq ans et par an [28]) et donne rarement des manifestations cliniques.

2.4.1.2.4. Des hématomes sous-duraux peuvent-ils être observés après des chutes de faible hauteur ? Données disponibles.— Quelques articles sont disponibles :

- Case [25], à partir de deux études sur les décès d'enfants (première étude portant sur 63 décès accidentels, dont dix par TC accidentel et six par chute, excluant les noyades, décès par armes à feu, brûlures et accidents de la voie publique dont 25 [39 %] enfants de moins d'un an, 18 [28 %] entre un et deux ans et cinq [8 %] de deux à trois ans ; seconde étude : 21 décès accidentels dont deux par TC et dont neuf enfants [43 %] avaient moins d'un an) menées dans une agglomération de deux millions d'habitants sur une période de 24 ans (1975 à 1985 et 1986 à 1999), mais aussi à partir de l'étude de la littérature, conclut qu'en cas de chute inférieure à 1,8 m (6 pieds) on peut constater une fracture du crâne dans 1 à 3 % des cas, généralement linéaire sans hémorragies intracrâniennes, ni déficit neurologique. Moins de 1 % de ces fractures causent un HED (1 à 3/10 000) et encore plus rarement un HSD (contact subdural hemorrhage). Si ces hémorragies sont suffisamment volumineuses pour créer un effet de masse, la mort peut survenir par hypertension intracrânienne. Dans tous ces cas, l'HED, comme l'HSD, est focal, localisé à côté ou adjacent à la fracture ;
- pour Dias [41,42] à partir de son expérience et d'une étude de la littérature :
 - les chutes inférieures à 1,5 m (5 pieds) peuvent, de façon inhabituelle, être à l'origine de lésions intracrâniennes : fractures du crâne le plus souvent, HED, hémorragies sous-arachnoïdiennes, mais aussi des HSD localisés,
 - les HSD diffus, les hypodensités cérébrales « sont extraordinairement rares s'ils existent » (pas de cas décrit retrouvé par Dias),
 - les lésions sont souvent silencieuses ou très peu symptomatiques et ne laissent pas de séquelles,
 - les chutes de faible hauteur sont encore plus rarement létales. Les décès sont dus, dans 67 à 75 % des cas, à des lésions avec effet de masse (HED, HSD) ;
- Matschke et al. [115] ont retrouvé, dans une étude portant sur 715 autopsies consécutives d'enfants de moins d'un an (décès dû dans presque 300 cas à une malformation, puis à une souffrance périnatale [175 cas], à une infection [moins de 100 cas], à une atteinte métabolique [30 cas]), un seul cas d'HSD par TC accidentel (accident de la voie publique). Cet

HSD était localisé.

Éléments biomécaniques.– Bertocci et al. [14] ont étudié les accélérations linéaires de la tête pour des chutes d'une hauteur de lit sur différents types de surface. Même si des études sont encore nécessaires afin de déterminer les limites lésionnelles de l'enfant qui ne sont pour l'heure pas connues, les valeurs obtenues étant très inférieures (55 à 418 m/s²) aux seuils lésionnels de l'adulte (900 m/s²), cela suggère que, pour les chutes étudiées, des lésions cérébrales graves (à type d'HSD aigu ou d'hémorragie intracérébrale) ne puissent survenir, l'accélération linéaire n'étant pas suffisante.

Conclusion concernant les hématomes sous-duraux.– Les HSD après chute de faible hauteur sont exceptionnels et sont localisés. Ils sont le plus souvent en regard d'un trait de fracture. Devant le caractère exceptionnel de cette situation, en cas d'HSD après ce qui est décrit comme une chute de faible hauteur, le professionnel doit envisager en premier lieu la possibilité d'un TCI.

2.4.1.2.5. *Hémorragies rétinienne après chute de faible hauteur.* Quelle que soit la hauteur de la chute, les HR sont rarement décrites dans les chutes qui se produisent devant témoin neutre et fiable.

Après une chute de faible hauteur, les HR, lorsqu'elles sont observées, ne sont jamais étendues soit en surface, soit en profondeur comme décrites dans les cas de TCI. Elles sont alors le plus souvent associées à un HED [53,170] et sont modérées : intrarétiniennes ou prérétiniennes de petite taille et localisées au pôle postérieur de l'œil [53,87,93], le plus souvent unilatérales [170] ; mais elles peuvent être bilatérales souvent asymétriques (série personnelle de Defoort-Dhellemmes [39]).

2.4.1.2.6. *Hématome sous-dural et hémorragies rétinienne après chute de faible hauteur.* Christian et al. [31] ont rapporté trois cas d'HSD traumatiques survenus au domicile, dont deux avec HR qui étaient limitées au pôle postérieur (pré-, intra- ou sous-rétiniennes) homolatéral. Mais pour aucun des cas le mécanisme ne peut être assimilé à une chute de faible hauteur :

- chute de 13 marches dans les escaliers d'un enfant de 13 mois, avec signes locaux d'impact (contusion cutanée frontale, abrasion nasale) ainsi que des HR homolatérales à l'HSD ;
- chute à travers une rampe d'escalier sur un sol en béton d'un enfant de sept mois, avec fracture du crâne, contusion parenchymateuse cérébrale droite, mais sans HR ;
- chute au décours d'un balancement d'un enfant de neuf mois : il est décrit que le père, qui avait l'enfant dans ses bras et le balançait, a lâché prise (*lost his grip*). La partie postérieure de la tête de l'enfant a alors heurté le sol. Ce cas ne peut être retenu comme exemple de chute de faible hauteur car :
 - le témoin, ami de la famille, n'était pas neutre,
 - l'association d'un balancement avec perte de contact au cours du balancement fait qu'on ne peut assimiler ce cas à une simple chute de faible hauteur,
 - la hauteur était minimale (30 cm),
 - il n'y a pas eu d'intervalle libre,

- contrastant avec l'importance des lésions internes constatées (HSD pariéto-occipital et HR), il n'existait, contrairement aux deux autres cas, aucune lésion externe ni ecchymose ni lésions des parties molles en faveur d'un impact.

Vinchon et al. [178] ont recueilli prospectivement sur trois ans les données portant sur 150 enfants âgés au plus de 24 mois ayant eu un TCI ou un TC accidentel. Le TC de 73 enfants était considéré comme accidentel. Dans 12 cas, il s'agissait d'accidents de la voie publique. Dans 55 cas le traumatisme était survenu à la maison et a été rapporté à une chute 53 fois : 13 chutes d'un siège, dix dans un escalier, neuf des bras de l'adulte, neuf d'une table, huit chutes de sa hauteur ou d'une hauteur élevée, deux d'un lit. Le témoin, lorsqu'il y en avait un, était toujours un proche. Dans certains cas la nature traumatique a été déduite des lésions constatées. Des HR étaient observées cinq fois parmi ces 73 enfants mais on ne peut savoir quels enfants étaient concernés, quel était leur âge et quelles étaient les lésions intracrâniennes associées. Il est donc impossible, à partir de cet article, d'identifier un cas d'enfant porteur à la fois d'un HSD et d'HR après une chute de faible hauteur et a fortiori avec un témoin neutre.

Sur les quatre cas de Plunkett [140] d'enfants de 12 à 20 mois décédés après accidents d'aire de jeux, un seul (cas 4) a eu une examen du fond d'œil et présentait HSD et HR bilatérales (HR sur plusieurs couches). Le fond d'œil n'avait pas été fait par un ophtalmologiste. Le témoin n'était pas neutre.

Au total, il n'est retrouvé dans la littérature aucun cas d'enfant de moins d'un an présentant après une chute de faible hauteur l'association d'un HSD et d'HR.

2.4.1.3. *Le secouement peut-il être le fait d'un enfant ?* Seule existe une étude biomécanique [123]. Morison a proposé à des enfants âgés de trois à 15 ans de secouer des masses correspondant au poids de nourrissons de 3 à 10 kg. Les enfants de moins de quatre ans étaient incapables de secouer des poids de 3 kg, ceux de moins de six ans des poids de 5 kg, ceux de moins de neuf ans des poids de 7 kg (ce qui correspond au poids d'un enfant de six mois) et ceux de moins de 13 ans étaient incapables de secouer des poids de 10 kg (ce qui correspond au poids d'un enfant d'un an). L'accélération du secouement, si celui-ci était possible, était bien inférieure à celle générée par un adulte : par exemple pour une masse de 7 kg (correspondant au poids d'un enfant de six mois), l'accélération était estimée à 2125 cm/s² alors qu'elle était de 3954 cm/s² (soit presque le double) en cas de secouement par un adulte.

2.4.1.4. *Manœuvres considérées par l'entourage comme des jeux*

Très peu d'études concernent cette question.

2.4.1.4.1. *Éléments biomécaniques.* Un mécanisme parfois invoqué par les adultes est le secouement du bébé dans un siège de type transat par jeu par un enfant plus grand.

Jones et al. [88] ont utilisé un mannequin d'un enfant de cinq semaines soumis à des va-et-vient sur un siège de bébé de type transat. Ces valeurs allaient de 6 à 16 G à comparer à 50 G correspondant au pic d'accélération considéré comme lésionnel, à 750 G résultant d'un impact contre un mur [44] et à 177 G correspondant à un secouement violent. De plus, lorsque est prise en compte la durée de sollicitation, les index obtenus alors sont de 2 à 52 à comparer à la valeur 1000 qui correspond à un risque de 50 % chez l'adulte de présenter des lésions neurologiques graves. Même si des études sont nécessaires afin de déterminer les limites lésionnelles de l'enfant, les valeurs obtenues étant très inférieures (2 à 52) aux seuils lésionnels de l'adulte (1000) suggèrent qu'il est très vraisemblable que, pour les secouements étudiés, des lésions cérébrales graves ne puissent survenir.

2.4.1.4.2. Éléments cliniques. Il n'a pas été retrouvé dans la littérature ni dans l'expérience des experts de cas de TC avec HR ou avec HSD survenu à l'occasion d'un jeu.

2.4.1.5. Accouchement

La responsabilité de l'accouchement est parfois invoquée en présence d'HSD ou d'HR. Il convient donc de préciser les lésions observables après accouchement et leur évolution chez un enfant asymptomatique.

2.4.1.5.1. Hématome sous-dural. Éléments biomécaniques.– Les lésions sous-durales survenant lors d'un accouchement ne sont pas liées à des impacts, mais correspondent à des phénomènes de compression « statiques ».

Éléments cliniques.– Le mode d'accouchement influe sur la fréquence de survenue des hémorragies intracrâniennes, qui surviennent avant tout en cas de déroulement anormal du travail. Towner et al. [169], sur 583 340 accouchements consécutifs d'enfants vivants, pesant de 2500 à 4000 g, chez des primipares, en excluant les grossesses multiples (data base californienne entre 1992 et 1994), ont étudié la morbidité liée au mode d'accouchement. Le taux d'hémorragies intracrâniennes est supérieur chez les enfants nés avec ventouse, forceps ou par césarienne réalisée après déclenchement du travail par rapport aux enfants nés sans instrumentation ou nés par césarienne réalisée avant le déclenchement du travail. Cela suggère que le risque est lié avant tout au déroulement anormal du travail.

Ont été retenues les études prospectives portant sur des enfants asymptomatiques [109,149,180]. Aucun de ces enfants n'a eu d'examen du fond d'œil.

Un HSD asymptomatique peut se rencontrer précocement (< 72 h) après un accouchement, avec une fréquence variable de 9 [180] à 46 % [146] en fonction des modalités d'exploration (échographie ou IRM/puissance de l'IRM/réalisation de coupes coronales pour faire la part des localisations supra- et infratentorielles), de la date des explorations et des modalités de l'accouchement.

Un HSD est retrouvé d'autant plus fréquemment que l'exploration est précoce, l'IRM puissante, l'accouchement a eu lieu par voie basse (14 à 33 %), avec utilisation de ventouses (40 à 77 %) ou de forceps (30 à 33 %) et que le poids de l'enfant est élevé [149], qu'il y a eu des lésions de la filière génitale

[109] ou que l'enfant est prématuré (24 % pour Sezen [158]) ou qu'il s'agit d'un premier enfant (20 % pour Sezen [158]).

Ces HSD occupent tant l'étage infratentoriel que l'étage supratentoriel ou les deux simultanément. Whitby et al. [180] et Looney et al. [109] décrivent une prépondérance de localisation infratentorielles, à l'inverse de Rooks et al. [149].

Les HSD supratentoriels sont occipitaux, mais aussi pariétaux ou temporaux. Dans la série de Rooks et al. [149], tous (46/46) les HSD supratentoriels étaient situés dans la moitié postérieure du crâne : interhémisphériques postérieurs (30/46, soit 65 %), occipitaux (29/46, soit 63 %) et bordant la tente du cervelet (22/46, soit 22 %). Vingt enfants (43 %) avaient aussi un HSD de la fosse postérieure. Comme pour Rooks et al. [149], aucun des HSD asymptomatiques supratentoriels dans la série de Whitby et al. [180] n'était frontal. Dans la série de Rooks et al., 74 % (34/46) des cas avaient un HSD en deux ou trois territoires. Les HSD étaient alors tous homogènes sur toutes les séquences [149]. Dans l'étude de Looney et al. [109], avec utilisation d'une IRM 3 tesla, dans les 12 cas avec HSD multiples, ces derniers étaient homogènes et du même âge. L'hémorragie était souvent minime sous la forme d'un film mince. Aucun des 46 cas de Rooks et al. [149] n'avait d'hémorragie extradurale, sous-arachnoïdienne ou intraparenchymateuse.

Au total, dans les circonstances de l'accouchement, chez des nouveau-nés asymptomatiques, des HSD peuvent exister à l'imagerie cérébrale. Ils sont situés généralement en sustentoriel dans la moitié postérieure (et non dans la moitié antérieure) du crâne ou bien dans la fosse postérieure, localisations qui sont trouvées dans les SBS. Ces HSD sont souvent plurifocaux. Ils sont, lorsque cela a été précisé, homogènes et de même âge.

Dans les études référencées, les données du suivi lorsqu'elles étaient complètes ont montré que ces HSD, qui étaient asymptomatiques, n'ont pas évolué vers un HSD chronique et se sont résolus spontanément en un mois ou moins [149,180], sauf un cas de Rooks et al. qui avait initialement à la fois un HSD occipital bilatéral et un HSD de la fosse postérieure, et qui à 26 jours avait un nouvel HSD frontal gauche et dont le contrôle à cinq mois montrait la disparition des HSD mais un élargissement des espaces péricérébraux.

2.4.1.5.2. Hémorragies rétinienne. À partir de plusieurs études prospectives, il apparaît qu'environ un tiers des enfants nouveau-nés à terme ont des HR. On les retrouve après tous les types d'accouchement, mais plus fréquemment après ceux par forceps ou surtout ventouse. Ces hémorragies sont, sauf exception intrarétiniennes superficielles et profondes, uni- ou bilatérales (52 %, 26/50 des cas d'Emerson), souvent nombreuses (supérieures à dix), s'étendant jusqu'en périphérie dans un tiers des cas. Elles peuvent être à centre blanc dans 15 à 25 % des cas. Elles disparaissent très rapidement, souvent en moins de trois jours [158]. Elles ne sont que très exceptionnellement retrouvées à un mois (2/202 dans les deux cas après utilisation de ventouse) et jamais au-delà de deux mois [48,81,108,158].

Au total, dans les circonstances de l'accouchement, particulièrement après utilisation de ventouse et de forceps, et chez des nouveau-nés asymptomatiques, des HR de tous les types peuvent exister dans un tiers des cas. Elles sont en

majorité de type 1 ou 2 de Defoort-Dhellemmes et disparaissent en moins d'un mois, le plus souvent en quelques jours.

Des HR et même des hémorragies du vitré peuvent aussi survenir comme une complication d'une rétinopathie due à la prématurité chez 1 à 2 % des prématurés [52] et peuvent être plus durables.

2.4.1.6. Hypoxie, anoxie

2.4.1.6.1. Hématome sous-dural. Éléments radiologiques.— Trois études rétrospectives portant sur les signes radiologiques des hypoxies graves ont montré l'absence d'HSD chez des enfants avec hypoxie grave dont certains avec arrêt cardiaque prolongé [33,34,142].

Éléments autopsiques.— Byard et al. [23] n'ont objectivé aucun HSD macroscopique dans une série de 82 autopsies, avec preuves histologiques d'encéphalopathie hypoxo-ischémique, chez des enfants de moins de trois ans, hors contexte de SBS (ils n'ont pas différencié les fœtus des nouveau-nés).

Matschke et al. [115], qui n'ont pas non plus différencié les fœtus des nouveau-nés, n'ont retrouvé macroscopiquement que 50 HSD lors de 715 autopsies consécutives réalisées chez des enfants de moins d'un an majoritairement hypoxiques avant leur mort (malformation [40,4 %], suites d'une complication périnatale [24,3 %], infection [12,2 %], maladie métabolique [4,5 %], mort subite du nourrisson [3,4 %], traumatisme infligé [2,4 %], autres causes non naturelles [2,1 %]). Une cause a été retrouvée pour tous les cas d'HSD lorsque les données étaient complètes, soit 48 cas sur 50 : 14 SBS, un traumatisme accidentel, 13 troubles de l'hémostase, 13 décès périnataux, quatre d'origine métabolique, trois d'origine infectieuse et deux HSD très localisés rapportés à une mort subite. La cause la plus fréquente était un traumatisme infligé (14 cas), mécanisme également évoqué pour les deux cas pour lesquels des données étaient incomplètes.

Donc les HSD dans des circonstances hypoxiques sont rarissimes.

Éléments cliniques.— C'est également ce que montrent les études cliniques [51,79,85,174].

Geddes et al. [57] ont retrouvé, à l'examen histologique, 36 hémorragies intradurales (HID) chez 50 fœtus et enfants, mais un seul HSD, unilatéral, a été trouvé macroscopiquement (chez un enfant né au terme de 25 semaines, décédé d'infection à une semaine de vie). Parmi les 30 enfants nés vivants, seuls 13 avaient histologiquement une HID manifeste. Douze sur les 13 étaient décédés très tôt en période périnatale (première semaine pour 11 d'entre eux) ou néonatale (premier mois de vie pour le 12^e) et un seul des enfants ayant une HID manifeste correspondait à l'âge moyen des SBS. L'accouchement a été exclu comme possible cause de saignement dans 72 % des cas (36/50) : chez 11 des 17 morts in utero, mais aussi chez les 13 des 18 enfants qui ont vécu plus de cinq jours (médiane 23 jours), alors que les hémorragies dues à l'accouchement peuvent durer jusqu'à un mois. La différence de fréquence de survenue des HID (regroupement des cas + et les cas ++) selon qu'il y avait ou non hypoxie et anoxie n'était pas significative ($p = 0,15$), mais il est dit que ce manque de significativité était

dû au petit nombre de cas. Malgré ce manque de significativité, une « *unified hypothesis* » a été proposée. Elle suppose que le saignement sous-dural dans certains cas de traumatismes crâniens de l'enfant puisse résulter d'un passage de sang des veines intracrâniennes vers l'espace sous-dural du fait de la combinaison d'une hypoxie sévère, d'un œdème cérébral et de l'élévation de la pression veineuse centrale. Selon les auteurs, le saignement sous-dural ne serait donc pas dû à une rupture des veines ponts, mais serait le témoin d'une immaturité sans nécessité d'un impact ni d'une force considérable.

Cohen et Scheimberg [35] ont objectivé des HID manifestes et des signes d'hypoxie de gravité variée chez 25 fœtus et 30 enfants morts dans les 19 premiers jours de vie, dont 25 dans la première semaine. Un HSD a été retrouvé dans deux tiers des cas (16 fœtus et 20 nouveau-nés). Les HID prédominaient à la partie postérieure de la faux du cerveau et à la tente du cervelet.

Au total, l'hypoxie :

- est susceptible, dans une population particulière constituée de fœtus et d'enfants décédés dans le premier mois de vie et le plus souvent dans la première semaine de vie, d'être à l'origine, de contribuer ou d'être associée à des HID décelables histologiquement et au maximum à des épanchements sous-duraux très fins (thin film) sustentoriels postérieurs et sous-tentoriels. Les suffusions intradurales peuvent passer inaperçues à l'imagerie ou même à l'autopsie lorsque le prélèvement est inadéquat ;
- n'entraîne pas d'HSD macroscopiques chez des enfants de plus d'un mois de vie.

2.4.1.6.2. Hémorragies rétinienne. L'hypoxie aiguë, telle qu'elle peut se produire lors d'une suffocation, alors qu'elle provoque fréquemment des pétéchies à la surface des poumons, du cœur ou d'autres viscères, ne provoque pas d'HR.

2.4.1.7. Manœuvres de réanimation

Des manœuvres de réanimation cardiorespiratoire sont parfois alléguées, au moment d'un diagnostic d'HSD, comme pouvant être à l'origine du saignement.

2.4.1.7.1. Hématome sous-dural. Aucune étude dans la littérature n'a été identifiée montrant une association entre HSD et réanimation cardiorespiratoire.

Les lésions constatées à la suite de réanimation sont liées avant tout à ce qui a justifié la réanimation. Les lésions le plus fréquemment rencontrées après réanimation sont anoxo-ischémiques avec un œdème cérébral, des ischémies cérébrales diffuses prédominantes dans les régions les moins bien vascularisées selon l'âge de l'enfant et des lésions ischémiques des noyaux gris centraux. Dans les séries, il n'y a pas d'HSD rapporté [8,12,33,154].

Dans l'étude rétrospective de Bush et al. [153] portant sur 211 enfants, d'âge moyen 19 mois, ayant justifié d'une réanimation cardiorespiratoire (critère d'inclusion de l'étude) de durée moyenne 45 minutes (trois à 180 minutes) pour mort subite du nourrisson (56 %), noyade (8 %), cardiopathie congénitale (7 %), pneumonie (4 %), il n'est pas rapporté de lésions cérébrales.

La découverte d'un HSD à la suite d'une réanimation cardiorespiratoire ne prouve en aucun cas que ce soient les manœuvres de réanimation qui sont responsables de cet hématome.

2.4.1.7.2. Hémorragies rétiniennes. Les rares études disponibles concernent une réanimation préhospitalière ou hospitalière par des professionnels. Les HR sont exceptionnellement retrouvées chez les nourrissons qui n'ont ni TC ni maladie hémorragique et qui ont bénéficié d'une réanimation cardiorespiratoire, même prolongée. Il s'agit alors d'hémorragies, punctiformes ou en flammèches, peu nombreuses, parfois à centre blanc, localisées au pôle postérieur, uni- ou bilatérales [61,62,64,91,104,131,141].

2.4.1.8. Autres circonstances

Différentes problématiques peuvent être abordées dans le cadre de cette question [114].

2.4.1.8.1. Hémorragies rétiniennes après convulsions. Aucun des 32 enfants admis consécutivement en raison de convulsions n'avait de HR [173].

Une seule enfant de huit mois, parmi 153 enfants de deux mois à deux ans examinés après une crise d'épilepsie, avait des HR. Celles-ci étaient unilatérales en flammèche autour de la papille [117].

Aucun enfant parmi 32 enfants d'âge moyen 30 mois, hospitalisés après crise d'épilepsie, n'avait d'HR malgré, pour quelques-uns, la nécessité d'une réanimation [155].

2.4.1.8.2. Hémorragies rétiniennes après toux. Aucune HR n'a été objectivée chez 100 enfants consécutifs ayant une toux persistante [66].

2.4.1.8.3. Hémorragies rétiniennes après vomissements. Aucun des 100 enfants ayant des vomissements par sténose du pylore n'avait d'HR [77].

2.4.2. Dans quelle mesure peut-on dater le secouement ?

Cette datation a des conséquences importantes sur le plan médicojudiciaire : y a-t-il eu un seul épisode de secouement ? Y a-t-il des violences répétées ? La datation du traumatisme est également capitale pour établir la chronologie des faits, ce qui peut permettre la mise hors de cause de personnes ayant eu accès à l'enfant.

Elle repose sur un faisceau d'arguments cliniques, radiologiques (les examens peuvent être répétés), éventuellement anatomopathologiques et de données d'interrogatoire.

2.4.2.1. Datation d'après la symptomatologie clinique. Plusieurs publications, qui étudient le récit des faits par les auteurs, indiquent que les symptômes au décours d'un secouement surviennent en général immédiatement après l'épisode traumatique.

Gilliland [59], dans une étude prospective sur 76 enfants décédés, a retrouvé qu'il n'y avait pas d'intervalle libre à chaque fois que les informations étaient données par une personne qui n'était pas l'auteur du traumatisme.

Starling et al. [165] ont étudié 81 cas de TCI reconnu par l'auteur. Dans 57 cas le moment exact du traumatisme était connu. Aucun des enfants pour lesquels les données sur les

suites précoces étaient complètes (52 cas, soit 91 %) n'a été décrit comme ayant eu un comportement normal après les faits. Quand les données étaient incomplètes (enfant dont on ne s'est pas occupé au décours du secouement), l'intervalle libre décrit était au plus de 24 heures.

Biron et Shelton [19], dans une étude rétrospective, ont trouvé également une apparition immédiate des symptômes dans les cas comportant une description de l'évolution clinique.

Rubin et al. [151] ont rapporté que, s'il y avait eu, en cas de TCI, survenue d'un œdème pulmonaire, celui-ci était apparu en moins d'une heure.

2.4.2.2. Datation d'après les explorations complémentaires

2.4.2.2.1. Lésions rétiniennes. La datation des HR est difficile [39].

Les HR localisées au pôle postérieur disparaissent en quelques jours alors que les hémorragies massives (de tous types [intra-, pré- ou sous-rétiniennes], profuses, tapissant toute la rétine ou éclaboussant la rétine jusqu'à la périphérie, associées à un placard hémorragique prémaculaire, uni ou bilatéral, parfois évocateur d'emblée d'un rétinoblastome) mettent plusieurs semaines à plusieurs mois à disparaître.

Les HR à centre blanc, classiquement considérées comme anciennes, peuvent se voir dès le premier jour du traumatisme.

Les HR intrarétiniennes étant des hémorragies qui disparaissent en quelques jours, seule leur association à des cicatrices, séquelles d'hémorragies prérétiniennes ou sous-rétiniennes (cicatrices blanches circulaires de plis rétiniens, syndrome de rétraction maculaire, zones de pigmentation et d'atrophie rétinienne en particulier maculaire ou en extrême périphérie rétinienne, cicatrices fibrogiales) pourrait être considérée comme la coexistence de lésions anciennes et récentes.

2.4.2.2.2. Hématome sous-dural et hémorragie sous-arachnoïdienne. Fourchettes de datation. – En imagerie, l'évolution des hémorragies intraparenchymateuses est connue :

- au scanner, jusqu'à deux jours, l'hémorragie est hyperdense par rapport au parenchyme adjacent, puis, de deux jours à un mois, devient isodense, et au-delà d'un mois est hypodense ;
- en IRM, les caractéristiques de l'hémorragie intraparenchymateuse sont déterminées par les effets paramagnétiques des produits de dégradation de l'hémoglobine, de la force du champ magnétique et du type de séquence. Mais cette évolution n'est pas applicable à l'HSD et aux hémorragies sous-arachnoïdiennes du nourrisson, dont l'évolution ne dépend pas seulement des produits de dégradation de l'hémoglobine, mais aussi des processus physiologiques comme la formation et la rétraction d'un caillot, l'évolution de la concentration des globules rouges, la suffusion de liquide séreux au travers d'une dure-mère lésée et l'extravasation de LCR et/ou de sang des espaces sous-arachnoïdiens au travers d'une membrane arachnoïdienne déchirée [82,163].

La fourchette de datation d'un HSD aigu est large que ce soit au

scanner ou à l'IRM : au scanner l'hyperdensité peut persister jusqu'à 11 jours après le traumatisme et à l'IRM l'hyperintensité T1 se prolonge au-delà du 13^e jour [46,177].

Selon une étude par scanner et IRM [44] portant sur des TC de date connue chez des adultes, la fourchette d'hyperintensité T1, FLAIR et même de diffusion est large : l'hyperintensité FLAIR est visible jusqu'à la troisième semaine et l'hyperintensité T1 est visible au-delà de 24 heures et jusqu'au quatrième mois.

En conclusion, il est donc difficile d'obtenir une datation précise par l'imagerie.

Par ailleurs, les images ne sont pas toujours d'interprétation facile :

- au stade aigu, un HSD dans un SBS peut manquer ou passer inaperçu à la première imagerie, en cas d'œdème cérébral diffus compressif [122]. Il peut également ne pas être détecté s'il est localisé uniquement au vertex et de faible abondance ;
- une hyperdensité de la scissure interhémisphérique peut traduire une congestion ou un saignement intradural aigu, mais aussi une hémorragie sous-arachnoïdienne, une faux normale ou une hypodensité relative du parenchyme cérébral œdématié [24].

Enfin, il est à noter que :

- un HSD hétérogène évoquant pour certains auteurs le caractère répétitif d'un traumatisme et le diagnostic de SBS a également été rapporté dans un TC accidentel [18,82,171] ;
- le caractère hétérogène d'un HSD peut refléter un nouveau saignement à partir des capillaires d'une membrane néoformée [89,97,160] ;
- des enfants peuvent être victimes de plusieurs épisodes de secousses avec la superposition possible de lésions d'âge différent, aiguës et plus anciennes. La présence de plusieurs HSD de densité différente prend alors toute sa valeur.

Au total, il est donc difficile d'obtenir une datation précise par l'imagerie.

Il serait souhaitable de lancer des études multicentriques avec scanner et IRM avec injection de produit de contraste dans tous les TC accidentels ou non accidentels afin de déterminer la possibilité d'objectiver une rupture veineuse et de déterminer des fourchettes de datation plus réduites.

2.4.2.3. Datation à partir des données anatomopathologiques

La datation anatomopathologique est relativement précise, mais ne peut se faire de façon complète qu'à l'autopsie.

2.4.2.3.1. Étude de l'HSD. Examen macroscopique.– La datation s'appuie sur l'apparition d'une adhérence de l'HSD à la dure-mère. Les trois premiers jours, le sang est liquide. L'adhérence débute au quatrième jour. Une néomembrane qui circonscrit le saignement se forme, devient visible entre sept à dix jours et est bien développée de la deuxième à la quatrième semaine. À partir de la sixième semaine, le contenu du caillot prend classiquement un aspect « huile de moteur ». L'encapsulation est complète vers la huitième semaine.

Histologie.– La dure-mère et le caillot doivent être étudiés dans leur totalité. Il faut étudier la zone jonctionnelle entre la dure-mère saine et la zone de la dure-mère à laquelle le caillot commence à adhérer. La datation se fait à la fois sur l'aspect du caillot, de la dure-mère et de la surface méningée du cerveau. L'évolution est schématiquement la suivante [136] :

- les deux premiers jours, les polynucléaires neutrophiles envahissent le caillot et leur nombre augmente progressivement ;
- vers le deuxième à troisième jour, les macrophages arrivent, les noyaux deviennent boursoufflés ;
- vers le quatrième à cinquième jour, la lyse érythrocytaire commence ;
- dès le deuxième jour débute la formation de la néomembrane par l'adjonction d'une couche de fibroblastes à la surface durale. Il va se former alors, en gros, une couche de fibroblastes par jour. Ainsi, on distingue les temps suivants : de deux à cinq jours, présence de deux à cinq couches de fibroblastes à la surface durale ;
- à la première semaine, l'invasion angiofibroblastique du caillot commence ; la membrane durale a alors de 12 à 14 couches de fibroblastes ;
- à la deuxième semaine, des néovaisseaux géants apparaissent. La néomembrane est alors d'une épaisseur égale au tiers, voire à la moitié de celle de la dure-mère ;
- parallèlement, une coloration de Perls est systématiquement faite sur tous les prélèvements à la recherche de fer sidérinique et de sidérophages qui apparaissent au deuxième à troisième jour dans le compartiment sous-dural au contact du sang et correspondent au métabolisme de l'hème de l'hémoglobine après sa libération dans les tissus par le saignement.

2.4.2.3.2. Étude des contusions cérébrales. La présence d'éventuelles contusions cérébrales et leur phase d'évolution, peu précise cependant, peuvent aider à la datation.

Histologie.– Chez l'enfant, on distingue trois phases d'évolution :

- à la phase aiguë où il y a peu de saignement, on observe une pycnose des noyaux des astrocytes, des neurones de proximité et l'apparition de quelques polynucléaires ;
- à la 36^e heure et jusqu'à la troisième semaine, la deuxième phase débute, avec une réaction cellulaire qui augmente progressivement : elle comporte une vacuolisation des capillaires et des oligodendrocytes, une réaction cellulaire inflammatoire, une activation et un ballonnement des cellules gliales et une activation de la microglie ;
- au-delà de la troisième semaine se produit la troisième phase de gliose.

Immunohistochimie.– Oehmichen et al. [132] ont décrit l'évolution immunohistochimique des macrophages apparaissant dans un foyer de contusion en fonction du temps écoulé depuis le traumatisme. Cela permettrait une datation en fonction de ce marquage.

2.4.2.3.3. *Étude du thymus.* Un autre élément essentiel pour la datation des temps précoces est la présence ou non d'une involution thymique aiguë. Cette réaction thymique, médiée par les corticoïdes synthétisés et libérés par les surrénales en réponse à un stress quel qu'il soit, est une réaction de l'organisme au stress. Il a été décrit quatre stades d'involution thymique aiguë en fonction de son aspect histologique. Ces stades étant statistiquement étroitement corrélés au temps écoulé depuis le début du stress [175] :

- les 12 premières heures, il n'y a pas de modification de l'aspect du thymus ;
- le grade I d'involution aiguë correspond à un stress d'une durée de 12 et 24 heures : la corticale thymique prend un aspect en « ciel étoilé » (*starry sky*) discret, dû à l'arrivée de macrophages qui viennent phagocyter les lymphocytes en apoptose dans les corticales ;
- le grade II correspond à un stress d'une durée de 24 à 48 heures et est caractérisé par un aspect en « ciel étoilé » très marqué, auquel s'associent des nécroses des corpuscules de Hassal ;
- le grade III correspond à un stress d'une durée de 48 à 72 heures : la différenciation entre les régions corticale et médullaire n'est plus visible en raison de la dépopulation lymphocytaire, due à la fois à leur relargage dans la circulation et à leur apoptose intracorticale ;
- le grade IV, pour des durées de stress égales et supérieures à trois jours : il y a une dépopulation lymphoïde totale des zones corticales ; de ce fait, les médullaires paraissent occuper toute la surface thymique et les corpuscules de Hassal apparaissent proches les uns des autres et volumineux. Cette gradation de l'aspect du thymus est très fiable et très utile.

2.4.2.3.4. *Étude des ecchymoses.* Cette étude peut se faire de différentes manières [176] : évaluation à l'œil nu et par photographie, étude histologique, biochimique (peu utilisée en routine) et évaluation objective de la couleur par colorimétrie et spectrométrie.

La datation est aléatoire du fait d'une grande variabilité interindividuelle et chez un même individu. Ce qui peut être retenu est que la couleur violacée signifie une ancienneté de moins de 24 heures et que le jaune n'apparaît pas avant au moins 18 heures [105].

La sommation et le recouplement de l'ensemble des données cliniques, d'imagerie et d'anatomopathologie permettent de réduire l'estimation de l'intervalle de temps pendant lequel le traumatisme s'est produit. On peut arriver ainsi à des créneaux d'une journée, voire parfois d'une demi-journée.

2.4.3. *Y a-t-il des enfants prédisposés à la survenue d'un hématome sous-dural ?*

2.4.3.1. *Expansion des espaces sous-arachnoïdiens*

La constatation d'un élargissement des espaces péricérébraux coexistant avec un HSD a été à l'origine de deux hypothèses.

2.4.3.1.1. *Première hypothèse : l'expansion des espaces sous-arachnoïdiens est un facteur favorisant la survenue d'un*

HSD. La première hypothèse est que cet élargissement entre dans le cadre d'une EESA, entité qui prédisposerait à la survenue de l'HSD.

Caractéristiques de l'EESA.– L'EESA qui correspond à un trouble transitoire de résorption du liquide céphalorachidien (LCR) a parfois été appelée hydrocéphalie externe bénigne du nourrisson. L'EESA est une entité acceptée par la communauté pédiatrique et neurochirurgicale qui se caractérise par un élargissement des espaces arachnoïdiens chez un nourrisson, le plus souvent un garçon, sans anomalie du développement et sans signe clinique neurologique.

Le signe clinique principal est une macrocraînie avec augmentation du périmètre crânien avec une fontanelle large et dépressible. Certaines études rapportent une fréquence élevée d'enfants avec EESA sans macrocraînie, représentant quasiment une particularité physiologique [29,129]. Mais les études sont rétrospectives, le scanner cérébral a été réalisé chez des enfants hospitalisés qui étaient tous symptomatiques (retard du développement, comitialité, troubles du tonus [29]) et enfin la recherche systématique de signes cliniques, radiologiques ou ophtalmologiques de mauvais traitement n'a pas été effectuée.

Dans cette entité, le périmètre crânien est souvent, mais pas toujours, élevé à la naissance, augmente régulièrement, dépasse les +2 déviations standard (DS) entre trois et six mois, se stabilise généralement entre l'âge d'un et deux ans, puis se rapproche de +2 DS par la suite de façon harmonieuse [11]. Les espaces sous-arachnoïdiens se normalisent après deux ans [5,102,130].

Il peut exister des antécédents familiaux.

Le diagnostic d'EESA repose sur l'imagerie cérébrale mettant en évidence un élargissement liquidien des espaces péricérébraux et des sillons cérébraux (ce qui témoigne de la participation sous-arachnoïdienne), qui prédomine en région frontale, le plus souvent bilatéral, et dans le sillon interhémisphérique (plus de 3 mm à la convexité, plus de 4 mm en corticocrânien au niveau des trous de Monro et plus de 6 mm d'écart interhémisphérique). L'épanchement est isodense au LCR, l'arachnoïde n'est pas individualisable, le parenchyme est normal. Ensuite l'élargissement se réduit. Il peut persister un décollement crâniocérébral modéré [5].

Étude de la littérature concernant l'hypothèse de l'EESA comme facteur favorisant la survenue d'HSD.– Éléments cliniques :

- cette hypothèse est peu et mal documentée dans la littérature [145] ;
- de nombreux biais méthodologiques, des travaux anciens qui méconnaissaient la place de la maltraitance, et par-dessus tout la difficulté de prouver à la fois l'existence préalable d'une EESA et l'absence de traumatisme, tels sont les principaux obstacles au progrès de la connaissance sur ce point précis de la pathogénie des HSD du nourrisson ;
- les cas cliniques publiés rapportant une coexistence d'HSD et d'EESA [67,76,92,139,144] n'ont que très rarement été explorés de manière complète dans l'éventualité d'un TCI : les fonds d'œil, le bilan radiologique osseux ont rarement été réalisés, une enquête n'a pas toujours été faite, de même que

la reconstitution de la courbe du périmètre crânien. Le fait que le témoin soit un proche ou non n'a pas toujours été précisé ;

- huit études rapportent des données de suivi d'enfants présentant une EESA (séries ou cas cliniques) [4,9,76,104,110,118,125,129] dont une seule prospective [4]. Elles représentent 215 patients suivis en moyenne 40,3 mois (suivi cumulé 524 années-patients). Seules deux rapportent au total quatre patients dont un patient [76] pour lequel on ne sait pas s'il a eu fond d'œil et enquête et trois patients [9] dont il est sûr qu'ils n'ont eu ni fond d'œil ni enquête.

Élément biomécanique :

- un modèle biomécanique suggère que l'arrachement des veines ponts était favorisé par un élargissement des espaces arachnoïdiens [134]. Mais une étude récente de Raul et al. a montré, en utilisant un modèle par éléments finis de tête de nourrisson de six mois, que l'EESA a au contraire un effet d'amortissement en réduisant le déplacement relatif du cerveau par rapport au crâne [143].

Au total, il n'a pas été trouvé d'arguments dans la littérature permettant d'étayer l'hypothèse selon laquelle l'EESA est un facteur favorisant d'HSD chez le nourrisson.

2.4.3.1.2. Seconde hypothèse : l'expansion des espaces péricérébraux est la conséquence d'un traumatisme antérieur méconnu. La seconde hypothèse est que l'élargissement des espaces péricérébraux est plutôt la conséquence d'un TC antérieur méconnu.

Ewing-Cobbs et al. [49,50] ont comparé prospectivement l'imagerie initiale d'enfants victimes d'un TC, âgés d'un mois à six ans, répartis en deux groupes (30 enfants par TCI et 29 par TC accidentels) comparables quant aux données concernant la naissance (à l'exception du poids de naissance) et la période néonatale. Parmi les 30 enfants avec TCI, il a été objectivé neuf fois une atrophie cérébrale (bilatérale, corticale et supratentorielle), quatre fois un hygrome sous-dural (unilatéral de la convexité et de la scissure interhémisphérique) et sept fois une dilatation ventriculaire alors que ces anomalies n'ont été trouvées chez aucun des 29 enfants avec TCA. Les neuf enfants avec une atrophie avaient tous d'autres anomalies cérébrales associées : quatre avaient une dilatation ventriculaire, quatre autres avaient une dilatation ventriculaire et un hygrome, le dernier avait des ventricules de taille normale, mais un hygrome sous-dural. Des hémorragies multiples étaient présentes chez 68 % des TCI versus 32 % des TC accidentels. Le nombre moyen d'hémorragies extra-axiales était de 2,1 dans le groupe TCI versus 1,3 dans le groupe TC accidentels.

Feldman et al. [51], dans une étude prospective incluant des enfants de moins de 36 mois avec HSD, ont trouvé un HSD chronique ou un HSD aigu sur un HSD chronique mixte chez 17 (44 %) des 29 enfants ayant un TCI, chez huit (67 %) des enfants dont le traumatisme était d'origine indéterminée, et chez aucun des 15 (0 %) enfants ayant un TC accidentel.

Ces études plaident pour le fait que l'élargissement des espaces péricérébraux objectivé à la phase initiale correspond non à une EESA mais à des lésions séquellaires d'un TC méconnu.

Des études de suivi d'une cohorte de nourrissons avec EESA et de nourrissons secoués évaluant l'évolution des imageries cérébrales seraient très utiles.

2.4.3.2. Un HSD peut-il survenir lors d'un désordre de la circulation du LCR ?. Les kystes arachnoïdiens peuvent se compliquer d'HSD en postopératoire chez le nourrisson. Des HSD peuvent également survenir après drainage de LCR trop important (par dérivation externe lombaire ou péritonéale) ou lors d'une déshydratation majeure. Il s'agit dans tous ces cas d'un contexte particulier.

2.4.3.3. Ostéogenèse imparfaite. L'ostéogenèse imparfaite constitue un diagnostic différentiel pour les fractures diaphysaires et non métaphysaires. En effet les fragilités osseuses constitutionnelles ne sont pas responsables de lésions métaphysaires [1].

En revanche, même si deux articles [70,156] font état de la survenue d'un HSD chez des enfants porteurs d'ostéogenèse imparfaite, un lien entre celle-ci et l'HSD n'a pas été établi. L'HSD ne fait pas partie de la symptomatologie habituelle de l'ostéogenèse imparfaite.

2.4.3.4. Nouveau saignement au décours d'un HSD. Un nouveau saignement peut survenir à partir des capillaires d'une membrane néoformée, qu'il y ait nouveau secouement ou pas [89,97,160].

2.4.3.5. Conclusion. D'après l'analyse de la littérature, aucun argument ne permet de dire que l'EESA et l'ostéogenèse imparfaite sont des facteurs favorisant d'HSD. La démarche diagnostique chez ces enfants comme chez ceux porteurs de maladie prédisposant à la survenue d'un HSD ou de handicap doit être la même que chez tout autre enfant.

En revanche lorsqu'un HSD par secouement est déjà survenu, un nouveau saignement est possible en l'absence de nouveau secouement.

2.5. Quelles suites donner selon la probabilité diagnostique ?

Les conséquences d'un secouement sur un très jeune enfant, le plus fréquemment un nourrisson, peuvent être d'une particulière gravité sur le plan de sa santé. Ce secouement l'expose à un risque de décès immédiat ou de handicaps dont il est difficile de connaître l'étendue et les conséquences à la phase précoce du diagnostic. Les séquelles peuvent être de nature comportementale, intellectuelle, physique et sensorielle.

Un tel traumatisme doit amener les professionnels à considérer que l'enfant est victime de maltraitance, mais aussi qu'il est victime d'une infraction pénale dans la mesure où le secouement constitue toujours une infraction.

Ce document répond aux questions posées pour l'audition publique, en partant du diagnostic médical établi dans le cadre hospitalier :

- le diagnostic de secouement est hautement probable, voire certain, ou probable ;
- le diagnostic de secouement est possible ;
- le diagnostic de secouement est écarté. L'hypothèse du diagnostic de secouement écarté n'est pas traitée ici.

Dans cette troisième partie figure un ensemble de recommandations pratiques qui reprend partiellement celles formulées dans les deux parties précédentes.

2.5.1. Première hypothèse : le diagnostic médical du secouement est hautement probable, voire certain, ou probable

Dans cette hypothèse, l'équipe hospitalière médicale et soignante et l'ensemble des professionnels impliqués, quel que soit le champ de leurs compétences, doivent agir pour que l'enfant soit protégé, s'ils considèrent qu'il est en danger, et pour que ses droits en tant que victime soient préservés. En revanche ces professionnels n'ont pas à se déterminer (même s'ils peuvent avoir leur propre opinion) sur l'auteur du secouement ou sur l'opportunité d'engager des poursuites, questions qui relèvent de la seule compétence du procureur de la République.

Si l'enfant décède, le certificat de décès doit mentionner qu'un problème médical se pose.

2.5.1.1. *Faut-il signaler ? Dans quels objectifs ?* Le terme de signalement est réservé à toute transmission au procureur de la République concernant la situation d'un enfant en danger ou susceptible de l'être.

Le signalement au procureur de la République (avec copie au président du conseil général) s'impose. Il est le seul moyen de déclencher une double procédure : une procédure civile en vue de protéger l'enfant sans délai, une procédure pénale s'agissant d'une infraction. Ces deux procédures sont distinctes, visent des objectifs différents, mais peuvent (et devraient) être exercées en parallèle, sauf dans les situations de secouement par un tiers pour lesquelles il n'y a pas lieu d'assurer la protection judiciaire de l'enfant, sa protection étant assurée par ses parents, détenteurs de l'autorité parentale.

2.5.1.2. *Se concerter avant de signaler.* Bien que l'équipe médicale soit placée devant une double obligation, légale et déontologique, de protéger l'enfant contre d'éventuelles violences futures, et bien qu'il s'agisse d'une infraction pénale, le signalement suscite souvent de multiples interrogations.

Dans un premier temps, il est indispensable que l'équipe médicale (au moins deux professionnels) se réunisse pour faire le point sur les symptômes et les faits rapportés, mettre en commun les informations recueillies, les confronter, poser le diagnostic, évoquer le cas échéant d'autres mauvais traitements associés, clarifier les positions de chacun et débattre de

l'opportunité de faire un signalement. Cette réunion doit se tenir sans délai et faire l'objet d'un compte rendu.

En complément, une évaluation pluridisciplinaire médico-psychosociale de la situation est indispensable en vue d'analyser la situation de l'enfant, d'identifier les facteurs de risque, d'envisager la suite pour l'enfant et d'évoquer sa protection. Le temps de la réflexion collégiale n'est jamais une perte de temps et il convient de ne pas confondre vitesse et précipitation.

Quand l'assistant de service social fait partie de l'équipe hospitalière, il participe de ce fait à la prise de décision. En cas de divergences de vue avec l'équipe médicale, il ne peut s'exonérer de faire un signalement, au regard des textes applicables évoqués ultérieurement, à partir du moment où il lui apparaît que l'enfant est susceptible d'être en danger.

2.5.1.3. Quelles procédures suite au signalement ?

Pour l'équipe hospitalière, le signalement permet de protéger l'enfant lorsqu'il importe de le mettre à l'abri d'une éventuelle réitération, quel que soit le perpétrant.

2.5.1.3.1. *La procédure civile.* Suite au signalement, le procureur de la République peut décider d'une mesure de protection de l'enfant par une OPP s'il lui apparaît nécessaire de protéger l'enfant sans délai, même pendant son hospitalisation, en raison du risque de reprise prématurée de l'enfant par ses parents, tout en permettant la poursuite du travail de l'équipe soignante.

Le signalement permet aussi de protéger d'autres enfants, de la fratrie ou hors de la fratrie, susceptibles d'être en danger en raison du risque de réitération, quel que soit le perpétrant.

Une OPP, prise à titre conservatoire, ne préjuge pas de la suite judiciaire et ne peut qu'être recommandée de manière à permettre la protection immédiate de l'enfant. Cette décision est sans appel et d'une durée de huit jours. Elle peut impliquer la saisine du juge des enfants.

Le procureur de la République qui a prononcé une OPP a « à charge de saisir dans les huit jours le juge compétent, qui maintiendra, modifiera ou rapportera la mesure » (Code civil, article 375-5). Ainsi, le juge des enfants qui est saisi peut décider de prolonger ou pas la mesure de protection de l'enfant, ou de l'aménager si besoin. Il peut prononcer une mesure de placement (qui est susceptible d'appel par les détenteurs de l'autorité parentale), qui peut durer plusieurs mois et qui est renouvelable. Il peut également mettre en place d'autres mesures en assistance éducative.

Lorsque le juge est saisi par le procureur de la République ayant ordonné en urgence une mesure de placement provisoire, « il convoque les parties et statue dans un délai qui ne peut excéder 15 jours à compter de sa saisine, faute de quoi le mineur est remis, sur leur demande, à ses père, mère ou tuteur, ou à la personne ou au service à qui il était confié » (Code de procédure civile, article 1184, alinéa 3).

« La décision sur le fond doit intervenir dans un délai de six mois à compter de la décision ordonnant les mesures provisoires, faute de quoi l'enfant est remis à ses père, mère, tuteur, personne ou service à qui il a été confié, sur leur demande.

Si l'instruction n'est pas terminée dans le délai prévu à l'alinéa précédent, le juge peut, après avis du procureur de la République, proroger ce délai pour une durée qui ne peut excéder six mois. » (Code de procédure civile, article 1185).

2.5.1.3.2. *La procédure pénale.* La saisine du parquet (procureur de la République) permet parallèlement de qualifier pénalement les faits et de déclencher sans délai une enquête pénale afin de rechercher le ou les auteurs et de décider de le ou les poursuivre ou non. Il relève de l'enquête d'établir les faits, d'identifier le ou les auteurs, d'apprécier si les explications données par l'entourage sont plausibles, voire fluctuantes. L'enquête pénale permet également de disculper d'autres personnes impliquées. La protection de l'enfant ne doit pas être perdue de vue pendant l'enquête pénale.

Cette saisine permet la sauvegarde des droits futurs de l'enfant et d'accéder notamment à l'indemnisation de son dommage, même si celui-ci a été causé par un de ses parents. Elle est indispensable pour ouvrir la possibilité d'une indemnisation qui aidera au financement d'une prise en charge optimale (ergothérapie, psychomotricité non prises en charge par la Sécurité sociale en secteur libéral, aide scolaire personnalisée, etc.) visant à limiter les séquelles et à permettre un accompagnement adapté durant l'enfance, mais aussi ultérieurement à couvrir les besoins de la victime devenue adulte en cas de handicap (tierce personne en particulier).

En cas de décès et d'obstacle médico-légal à l'inhumation, l'officier de police judiciaire et/ou le procureur de la République en sont informés. Ce dernier procède à une enquête ou ouvre une information pour recherche des causes de la mort (art. 74 du Code de procédure pénale) et peut ordonner une autopsie médico-légale.

La saisine du parquet doit se faire le plus tôt possible afin de permettre que l'enquête soit déclenchée rapidement.

2.5.1.4. *Qui peut signaler ?* Toute personne ayant connaissance de mauvais traitements sur mineurs, toute personne exerçant dans un établissement public ou privé ayant connaissance de la situation de mineurs en danger ou susceptible de l'être, toute autorité publique ou tout fonctionnaire amené à connaître dans l'exercice de ses fonctions un crime ou un délit, doit aviser sans délai l'autorité compétente.

Il importe de se référer aux articles suivants :

- Article 226-13 du Code pénal : « *La révélation d'une information à caractère secret par une personne qui en est dépositaire soit par état ou par profession, soit en raison d'une fonction ou d'une mission temporaire, est punie d'un an d'emprisonnement et de 15 000 euros d'amende.* »
- Article 226-14 du Code pénal : « *L'obligation de conserver le secret professionnel n'est pas applicable dans les cas où la loi impose ou autorise la révélation du secret. En outre, il n'est pas applicable :*
 - (1) à celui qui informe les autorités judiciaires, médicales ou administratives de privations ou de sévices y compris lorsqu'il s'agit d'atteintes ou mutilations sexuelles dont il a

eu connaissance et qui ont été infligés à un mineur ou à une personne qui n'est pas en mesure de se protéger en raison de son âge ou de son incapacité physique ou psychique ;

(2) au médecin qui, avec l'accord de la victime, porte à la connaissance du procureur de la République les sévices ou privations qu'il a constatés, sur le plan physique ou psychique, dans l'exercice de sa profession et qui lui permettent de présumer que des violences physiques, sexuelles ou psychiques de toute nature ont été commises. Lorsque la victime est un mineur ou une personne qui n'est pas en mesure de se protéger en raison de son âge ou de son incapacité physique ou psychique, son accord n'est pas nécessaire.

Le signalement aux autorités compétentes effectué dans les conditions prévues au présent article ne peut faire l'objet d'aucune sanction disciplinaire. »

Cet article délie le médecin du secret professionnel et autorise le signalement des sévices au procureur de la République.

- Article 223-6 du Code pénal : « *Quiconque pouvant empêcher par son action immédiate, sans risque pour lui ou pour les tiers, soit un crime, soit un délit contre l'intégrité corporelle de la personne s'abstient volontairement de le faire est puni de cinq ans d'emprisonnement et de 75 000 euros d'amende. Sera puni des mêmes peines quiconque s'abstient volontairement de porter à une personne en péril l'assistance que, sans risque pour lui ou pour les tiers, il pouvait lui prêter soit par son action personnelle, soit en provoquant un secours.* »
- Article 434-1 du Code pénal : « *Le fait, pour quiconque ayant connaissance d'un crime dont il est encore possible de prévenir ou de limiter les effets, ou dont les auteurs sont susceptibles de commettre de nouveaux crimes qui pourraient être empêchés, de ne pas en informer les autorités judiciaires ou administratives est puni de trois ans d'emprisonnement et de 45 000 euros d'amende. Sont exceptés des dispositions qui précèdent, sauf en ce qui concerne les crimes commis sur les mineurs de quinze ans :*
 - (1) Les parents en ligne directe et leurs conjoints, ainsi que les frères et sœurs et leurs conjoints, de l'auteur ou du complice du crime ;
 - (2) Le conjoint de l'auteur ou du complice du crime, ou la personne qui vit notoirement en situation maritale avec lui.*Sont également exceptées des dispositions du premier alinéa les personnes astreintes au secret dans les conditions prévues par l'article 226-13.* »
- Article 434-3 du Code pénal : « *Le fait pour quiconque ayant eu connaissance de privations, de mauvais traitements ou d'atteintes sexuelles infligés à un mineur de quinze ans ou à une personne qui n'est pas en mesure de se protéger en raison de son âge, d'une maladie, d'une infirmité, d'une déficience physique ou psychique ou d'un état de grossesse, de ne pas en informer les autorités judiciaires ou administratives est puni de trois ans d'emprisonnement et de 45 000 euros d'amende. Sauf lorsque la loi en dispose autrement, sont exceptées des dispositions qui précèdent les personnes astreintes au secret dans les conditions prévues par l'article 226-13.* »

- Article L. 226-4 du Code de l'action sociale et des familles : « *Toute personne travaillant au sein des organismes mentionnés au quatrième alinéa de l'article L. 226-3²⁴ qui avise directement, du fait de la gravité de la situation, le procureur de la République de la situation d'un mineur en danger adresse une copie de cette transmission au président du conseil général.* »
- Article 40 du Code de procédure pénale : « *Toute autorité constituée, tout officier public ou fonctionnaire qui, dans l'exercice de ses fonctions, acquiert la connaissance d'un crime ou d'un délit est tenu d'en donner avis sans délai au procureur de la République et de transmettre à ce magistrat tous les renseignements, procès-verbaux et actes qui y sont relatifs.* »
- Article 44 du Code de déontologie médicale : « *Lorsqu'un médecin discerne qu'une personne auprès de laquelle il est appelé est victime de sévices ou privations, il doit mettre en œuvre les moyens les plus adéquats pour la protéger en faisant preuve de circonspection. S'il s'agit d'un mineur de 15 ans, il doit, sauf circonstances particulières qu'il apprécie en conscience, alerter les autorités judiciaires, médicales ou administratives.* »

2.5.1.5. *À qui signaler ?*. Le secouement revêt un caractère de gravité qui justifie la saisine directe du procureur de la République au titre de la protection de l'enfant. Le signalement se justifie également parce qu'il s'agit d'une infraction pénale.

Seul le procureur de la République dispose des moyens nécessaires pour protéger rapidement l'enfant et déclencher une enquête pénale pour établir les faits et rechercher l'auteur.

Le terme de signalement est réservé à toute transmission au procureur de la République concernant la situation d'un enfant en danger ou susceptible de l'être.

L'article L. 226-4 du Code de l'action sociale et des familles, modifié par la loi 2007-293 du 5 mars 2007 réformant la protection de l'enfance, dispose que « *Toute personne travaillant au sein des organismes mentionnés au quatrième alinéa de l'article L. 226-3 qui avise directement, du fait de la gravité de la situation, le procureur de la République de la situation d'un mineur en danger adresse une copie de cette transmission au président du conseil général. Lorsque le Procureur a été avisé par une autre personne, il transmet au président du conseil général les informations qui sont nécessaires à l'accomplissement de la mission de protection de l'enfance confiée à ce dernier et il informe cette personne des suites réservées à son signalement, dans les conditions prévues aux articles 40-1 et 40-2 du Code de procédure pénale.* »

Il importe donc d'adresser copie du signalement au président du conseil général, au titre de la protection de l'enfant.

Le procureur de la République peut seul décider de la suite à réserver au signalement, de l'opportunité de protéger immédiatement l'enfant par une OPP, d'engager une enquête pénale, et de la qualification pénale et des poursuites ; il peut également nommer un administrateur ad hoc.

Le procureur de la République peut également saisir la CRIP pour un complément d'informations sur la situation familiale, ou aux fins d'évaluer l'opportunité de mettre en œuvre une protection administrative ou toute forme d'aide en direction du ou des parents, conformément au protocole établi entre le président du conseil général et le procureur de la République.

2.5.1.6. *Quel est le contenu d'un signalement ?*. Le signalement n'est pas défini juridiquement. Il n'existe aucun texte légal ou réglementaire précisant le contenu du signalement et les modalités de transmission au procureur de la République.

Cependant, un certain nombre de règles doivent être respectées pour établir un écrit objectif :

- en aucun cas, la personne qui signale ne peut nommément mettre en cause ou viser une personne comme auteur de faits susceptibles de recevoir une qualification pénale ;
- il importe de bien séparer les faits constatés et les propos rapportés, de toujours préciser l'origine des informations (propos des parents, du travailleur social, etc.) afin notamment de lever toute ambiguïté pour le destinataire, d'utiliser le conditionnel, le style indirect ou de mettre les propos rapportés entre guillemets.

Le contenu du signalement peut être le suivant²⁵.

Mentions indispensables :

- nom et adresse du destinataire ;
- nom, qualité et adresse professionnelle du (des) rédacteur(s) ;
- nom, adresse, numéro de téléphone des parents ;
- description chronologique des faits concernant le mineur ;
- constat médical initial avec résultats des principaux examens complémentaires et hypothèses sur l'origine des lésions ; si le certificat médical initial est joint, il est indépendant du rapport de signalement ;
- mention relative à la gravité de la situation justifiant l'envoi direct au parquet ;
- précisions sur le suivi immédiat envisagé par le médecin ou l'équipe médicale ;
- date, signature(s).

Ajouter dans la mesure du possible (en complément du signalement initial) :

- renseignements administratifs concernant la famille : composition, âges, professions, etc. ;
- modes de garde de l'enfant : parents, nourrice, crèche, autre(s) personne(s) ;

²⁴ Les services publics, ainsi que les établissements publics et privés susceptibles de connaître des situations de mineurs en danger ou qui risquent de l'être.

²⁵ Cette proposition paraît plus adaptée à ces situations que le certificat médical type proposé en 2004 par les ministères de la Justice, de la Santé et de la Famille.

- explications fournies par l'entourage sur les lésions constatées et compatibilité entre les explications et les constatations médicales ;
- contacts déjà pris en mentionnant les noms, qualités et adresses des autres professionnels éventuellement contactés ou impliqués (PMI, crèche, halte-garderie, etc.).

Il est recommandé que chaque établissement hospitalier définisse la procédure à suivre par son personnel en cas de signalement au procureur de la République concernant les cas d'enfants victimes de secouement. Les consignes suivantes peuvent être retenues :

- établir un document cosigné par le médecin hospitalier en charge de l'enfant et par l'assistant de service social, et éventuellement complété par le psychologue ou le psychiatre qui s'est entretenu avec la famille ;
- lorsqu'une protection immédiate de l'enfant apparaît nécessaire, il est recommandé de contacter le procureur de la République par téléphone, puis de confirmer le signalement par écrit de la manière suivante :
 - adresser le signalement simultanément par télécopie et par lettre recommandée avec accusé de réception, en conservant un double dans le dossier hospitalier,
 - adresser une copie au président du conseil général conformément à l'article L. 226-4 du Code de l'action sociale et des familles.

Il est recommandé que le protocole départemental établi conformément à la loi 2007-293 du 5 mars 2007 réformant la protection de l'enfance, entre le conseil général, le parquet, les hôpitaux et d'autres intervenants susceptibles de connaître des cas de secouement d'enfants, prévoie des consignes claires et valables pour tout le département.

Il est recommandé de demander dans le signalement que des informations sur les suites données par le procureur de la République soient fournies au(x) rédacteur(s).

2.5.1.7. Quand signaler ? Il y a lieu de signaler dans les meilleurs délais pour protéger sans délai l'enfant si nécessaire, et pour ne pas compromettre l'enquête. Plus le signalement se situe près des faits, plus l'enquête pénale sera efficace rapidement.

Le risque à différer le signalement peut être double : d'une part retarder la protection de l'enfant, d'autre part compliquer la tâche des enquêteurs.

Cela ne dispense toutefois pas d'une réflexion collégiale, toujours indispensable, sauf s'il y a effectivement urgence (ex. mise en péril de l'enfant en cas de retour immédiat au domicile).

En cas d'urgence à protéger l'enfant, il est recommandé de faire un premier signalement et ultérieurement de transmettre des éléments complémentaires suite à une réunion collégiale et à une évaluation pluridisciplinaire.

2.5.1.8. Quelles sont les conséquences pour l'enfant du non-signalement ? L'enfant ne peut bénéficier d'une protection judiciaire que si le procureur de la République est saisi. Si aucun signalement n'est fait, il ne peut pas y avoir d'enquête pénale permettant d'établir plus précisément les faits et d'identifier éventuellement les auteurs. L'enfant ne peut prétendre à aucune indemnisation.

Si la protection immédiate de l'enfant apparaît nécessaire et si les parents ne sont pas d'accord pour une telle protection, il est indispensable de saisir le procureur de la République qui seul peut imposer une protection (pour mémoire, une protection administrative décidée par le président du conseil général ne peut être mise en œuvre que si les détenteurs de l'autorité parentale sont d'accord).

Les droits de l'enfant en tant que victime risquent de ne pas être pris en considération et défendus car, en cas de conflit d'intérêts, un administrateur ad hoc ne peut être désigné que par l'autorité judiciaire²⁶.

En l'absence de signalement, aucune indemnisation autre ne pourra être obtenue en faveur de l'enfant au regard du préjudice subi. Seul le recours à la justice permet l'ouverture de droits à une indemnisation. Or, le secouement d'un bébé risque de provoquer une pathologie sévère, potentiellement source de handicaps (retard mental, cécité notamment) qui vont durer toute sa vie et nécessiteront une prise en charge lourde.

2.5.1.9. Quels sont les risques pour les professionnels qui ne signalent pas ?

2.5.1.9.1. Pour le médecin. Pour le médecin, l'article 44 du Code de déontologie médicale impose, sauf circonstances particulières qu'il apprécie en conscience, d'alerter les autorités judiciaires, médicales ou administratives en cas de sévices ou privation sur un mineur de 15 ans. En cas de sévice grave, c'est le signalement qui est préconisé par le conseil de l'ordre des médecins. Si le médecin n'alerte aucune de ces autorités, il s'expose aux sanctions de l'art. 223-6 du Code pénal.

Le fait que cette obligation soit assortie d'une clause de conscience n'en supprime nullement le caractère impératif, ce qui impose au médecin d'avoir à s'expliquer sur les circonstances particulières qui l'ont amené à ne pas alerter les autorités. Son appréciation en conscience de ces circonstances particulières ne le dispense pas de s'expliquer sur son absence de signalement mais le protège de toute sanction. Encore faut-il, dans ce dernier cas, que la répétition des refus de signalement ne confère pas à ces derniers le caractère d'une politique consciemment mise en œuvre privant alors le médecin d'invoquer valablement cette clause de conscience. En effet, les circonstances ne seraient alors plus particulières mais deviendraient générales.

²⁶ Le signalement permet la désignation d'un administrateur ad hoc par le parquet (loi n° 2010-121 du 8 février 2010 – art. 5 ; article 706-50 du Code de procédure pénale), par le juge d'instruction (articles 706-50 du Code de procédure pénale et 388-2 du Code civil), par le juge des enfants ou la juridiction de jugement de l'auteur du secouement (loi n° 2007-308 du 5 mars 2007 ; article 388-2 du Code civil).

Le médecin qui invoque la clause de conscience doit veiller toutefois à ce que des mesures de protection efficaces soient mises en place afin d'éviter la répétition du secouement ou de violences faites à l'enfant.

En cas de commission de nouvelles violences, il pourrait être reproché au médecin son inaction, sur le fondement de l'article 223-6 du Code pénal²⁷ qui réprime la non-assistance à personne en danger. La non-assistance ne connaît aucune exception : professionnels et non-professionnels y sont soumis. Cet article ne fait pas référence à l'absence de signalement mais à l'inaction du professionnel ou de quiconque qui a connaissance du danger encouru. Il sanctionne donc, non pas le fait de ne pas parler, mais le fait de ne pas agir pour protéger efficacement l'enfant.

En cas de décès suite à un secouement hautement probable, voire certain, le médecin qui atteste que le bébé est décédé de mort naturelle et que ce décès ne pose pas de problème médico-légal commet l'infraction de faux, punissable par trois ans d'emprisonnement, 45 000 euros d'amende outre la peine complémentaire d'interdiction d'exercice professionnel (art. 441-1 du Code pénal).

Le médecin s'expose, en outre, à des sanctions disciplinaires pour violation des dispositions suivantes : article 3 du Code de déontologie médicale codifié à l'article R. 4127-3 du Code de la santé publique (« *Le médecin doit, en toutes circonstances, respecter les principes de moralité, de probité et de dévouement indispensables à l'exercice de la médecine.* ») et article 28 du Code de déontologie médicale codifié à l'article R. 4127-28 du Code de la santé publique (« *La délivrance d'un rapport tendancieux ou d'un certificat de complaisance est interdite.* »).

Dès lors que le diagnostic de secouement a été posé comme étant la ou l'une des causes possibles de la mort du bébé, le médecin qui délivre le certificat de décès doit mentionner que ce décès pose des problèmes médico-légaux.

2.5.1.9.2. Pour les autres professionnels. Les articles 434-1 et 434-3 du Code pénal sur l'obligation de dénonciation des crimes et mauvais traitements prévoient une exception pour les personnes soumises au secret professionnel et précisent que celles-ci ne peuvent être condamnées sur ce fondement. Pour autant, elles sont libres de le faire, et dans tous les cas, elles ont une obligation de porter assistance à personne en danger (art. 223-5 à 223-7 du Code pénal).

2.5.1.10. Quels sont les risques pour les professionnels qui signalent ? Le signalement n'est pas susceptible d'entraîner des conséquences juridiques dommageables pour les professionnels tenus au secret professionnel, hors le cas où il serait assimilé à une dénonciation calomnieuse.

²⁷ « Quiconque pouvant empêcher par son action immédiate, sans risque pour lui ou pour les tiers, soit un crime, soit un délit contre l'intégrité corporelle de la personne s'abstient volontairement de le faire est puni de cinq ans d'emprisonnement et de 75 000 euros d'amende. Sera puni des mêmes peines quiconque s'abstient volontairement de porter à une personne en péril l'assistance que, sans risque pour lui ou pour les tiers, il pouvait lui prêter soit par son action personnelle, soit en provoquant un secours. »

Le dernier alinéa de l'article 226-14 du Code pénal dispose que « le signalement aux autorités compétentes effectué dans les conditions prévues au présent article ne peut faire l'objet d'aucune sanction disciplinaire ».

Sur le plan pénal, un signalement qui s'avère infondé ne peut être considéré comme une dénonciation calomnieuse²⁸ que s'il est prouvé que son rédacteur a agi de mauvaise foi, c'est-à-dire avec l'intention de nuire. Il est rappelé que le conditionnel, le style indirect ou les propos rapportés entre guillemets sont recommandés.

2.5.1.11. Quelles informations donner aux parents ? Quels sont leurs droits ? Le dialogue nécessaire et l'obligation d'information des parents ne doivent cependant ni gêner ni compromettre l'enquête judiciaire.

Si la décision de signaler est prise, il est nécessaire que l'équipe hospitalière veille à concilier le besoin de dialogue et l'obligation d'information des parents avec l'efficacité de l'enquête. Les éléments échangés avec les parents doivent s'inscrire dans le cadre du diagnostic médical, du soin, de la protection de l'enfant et de l'évaluation de la situation. Les signalements adressés sans un réel dialogue avec les parents font le lit d'une véritable crise de confiance.

Le dialogue avec les parents est nécessaire et il permet, en outre, de recueillir leurs explications quant aux lésions présentées par l'enfant. Il convient de les informer que, compte tenu de la gravité de la situation de leur enfant, le parquet est avisé, en leur précisant que celui-ci appréciera les suites à donner. Cette démarche, qui demande une disponibilité et des capacités d'écoute, est au mieux menée par un des médecins responsables accompagné d'un autre membre de l'équipe.

Il est indispensable de tenter de faire comprendre aux parents qu'il ne s'agit pas de les dénoncer, mais de dénoncer une situation de danger et de protéger leur enfant.

Les parents doivent être informés du signalement sauf si cela est contraire à l'intérêt de l'enfant, de la possibilité d'une OPP prise par le procureur de la République, ainsi que de la possibilité de porter plainte contre X si eux-mêmes ne nient pas le secouement mais l'attribuent à une autre personne.

Le signalement et les informations qu'il contient font partie du dossier judiciaire et non du dossier médical. L'objection qui pourrait être tirée de la possibilité pour les parents d'accéder au dossier médical de leur enfant et donc de prendre par ce biais

²⁸ Code pénal, art. 226-10 : « La dénonciation, effectuée par tout moyen et dirigée contre une personne déterminée, d'un fait qui est de nature à entraîner des sanctions judiciaires, administratives ou disciplinaires et que l'on sait totalement ou partiellement inexact, lorsqu'elle est adressée soit à un officier de justice ou de police administrative ou judiciaire, soit à une autorité ayant le pouvoir d'y donner suite ou de saisir l'autorité compétente, soit aux supérieurs hiérarchiques ou à l'employeur de la personne dénoncée, est punie de cinq ans d'emprisonnement et de 45 000 euros d'amende. La fausseté du fait dénoncé résulte nécessairement de la décision, devenue définitive, d'acquiescement, de relaxe ou de non-lieu déclarant que la réalité du fait n'est pas établie ou que celui-ci n'est pas imputable à la personne dénoncée. En tout autre cas, le tribunal saisi des poursuites contre le dénonciateur apprécie la pertinence des accusations portées par celui-ci. »

connaissance du signalement paraît inopérante dans la mesure où ce document n'est pas un élément du dossier médical tel que défini dans le Code de la santé publique. En effet, la Commission d'accès aux documents administratifs (CADA) a considéré dans un avis du 27 juillet 2006 que le signalement n'est pas un document administratif, mais un document judiciaire, et qu'il appartient donc aux parents de s'adresser à l'autorité judiciaire pour y avoir accès.

S'agissant de la procédure judiciaire, le décret du 15 mars 2002 a reconnu aux parents le droit d'accès direct au dossier de protection judiciaire de leur enfant, mais uniquement dans le laps de temps entre leur convocation et l'audience où la décision sera prise. Le juge peut cependant soustraire certaines pièces à cette consultation²⁹.

2.5.1.12. Quelles informations donner aux autres professionnels de l'équipe hospitalière et aux professionnels extérieurs ? Les informations communiquées doivent se limiter à ce qui est strictement nécessaire à chaque professionnel en vue d'établir le diagnostic ou d'assurer les soins ou l'évaluation pluridisciplinaire de la situation ou la protection de l'enfant.

Le partage d'informations apparaît pour la première fois dans la loi du 4 mars 2002 relative aux droits des malades. Il vise les professionnels de santé. L'article L. 1110-4 du Code de la santé publique prévoit que « *deux ou plusieurs professionnels de santé peuvent [...], sauf opposition de la personne dûment avertie, échanger des informations relatives à une même personne prise en charge* ». Cet échange d'informations entre professionnels de santé n'est cependant licite que s'il est nécessaire à des fins de soins « *afin d'assurer la continuité des soins ou de déterminer la meilleure prise en charge sanitaire possible* ».

Le partage peut prendre une dimension plus collective et concerner tous les membres de l'équipe de soins : « Lorsque la personne est prise en charge par une équipe de soins dans un établissement de santé, les informations la concernant sont réputées confiées par le malade à l'ensemble de l'équipe. » Ici le partage n'est pas seulement entre professionnels de santé mais entre membres de l'équipe de soins, ce qui peut permettre d'associer en particulier les travailleurs sociaux. Il peut être utile de rappeler ce principe, notamment au cours des réunions de synthèse auprès des étudiants hospitaliers et des élèves infirmiers. L'obligation de secret s'applique très largement et concerne, au-delà des membres du personnel, toutes les personnes en relation, de par leurs activités, avec les établissements de santé : les membres d'associations d'aide aux malades et les intervenants bénévoles, par exemple, y sont donc également astreints.

²⁹ Article 1187 du Code de procédure civile : « Le dossier peut également être consulté, sur leur demande et aux jours et heures fixés par le juge, par le père, la mère [...] et par le mineur capable de discernement, jusqu'à la veille de l'audition ou de l'audience [...] Par décision motivée, le juge peut, en l'absence d'avocat, exclure tout ou partie des pièces de la consultation par l'un ou l'autre des parents ou le mineur lorsque cette consultation ferait courir un danger physique ou moral grave au mineur, à une partie ou à un tiers. »

Le signalement et les informations qu'il contient font partie du dossier judiciaire et non du dossier médical, mais ces informations doivent être portées à la connaissance des professionnels si elles sont nécessaires à la continuité des soins.

En ce qui concerne les professionnels extérieurs à l'établissement hospitalier, parmi lesquels les professionnels médicosociaux, il importe que leur soient communiquées les informations qui leur sont nécessaires dans le cadre de leur mission, à des fins de protection, qu'il s'agisse d'évaluer la situation, de décider d'une protection, de prendre en charge ou d'assurer le suivi de l'enfant. La loi 2007-293 du 5 mars 2007 réformant la protection de l'enfance étend la faculté de partager des informations aux personnes qui mettent en œuvre la protection de l'enfance. Elles « *sont autorisées à partager entre elles des informations à caractère secret* » sous certaines conditions. Seules les informations strictement nécessaires peuvent être communiquées aux professionnels ou partagées entre personnes soumises au secret professionnel³⁰.

Sous cette réserve, le partage d'informations n'est pas limité aux échanges entre professionnels d'un même hôpital ou d'un même métier, mais peut s'effectuer entre tous les professionnels concernés par l'enfant³¹ (entre un service hospitalier et une pouponnière ou un centre de soins de suite, entre un médecin et un éducateur ou une assistante sociale, etc.).

Les conditions posées au partage d'informations entre professionnels se regroupent donc selon trois axes :

- les informations partagées doivent respecter le secret professionnel (dont le secret médical) et être strictement limitées à ce qui est nécessaire pour l'accomplissement de la mission (diagnostic, soins, évaluation, protection de l'enfant) ;
- les parents (voire l'enfant lui-même en fonction de son âge et de sa maturité) doivent être informés de la communication des informations concernant leur enfant, sauf si cette information est contraire à l'intérêt de l'enfant ou risque de compromettre l'enquête judiciaire ;
- les personnes participant à la communication ou au partage d'informations sont toutes tenues au respect du secret professionnel.

2.5.1.13. Quel retour donner aux professionnels des suites du signalement ? Le professionnel qui a signé le signalement doit être informé en retour par le parquet des suites réservées à son signalement dans le respect de la confidentialité de

³⁰ Article L. 226-2-2 du Code de l'action sociale et des familles : « Par exception à l'article 226-13 du Code pénal, les personnes soumises au secret professionnel qui mettent en œuvre la politique de protection de l'enfance [...] ou qui lui apportent leur concours sont autorisées à partager entre elles des informations à caractère secret afin d'évaluer une situation individuelle, de déterminer et de mettre en œuvre les actions de protection et d'aide dont les mineurs et leur famille peuvent bénéficier. Le partage des informations relatives à une situation individuelle est strictement limité à ce qui est nécessaire à l'accomplissement de la mission de protection de l'enfance. Le père, la mère, toute autre personne exerçant l'autorité parentale, le tuteur, l'enfant en fonction de son âge et de sa maturité sont préalablement informés, selon des modalités adaptées, sauf si cette information est contraire à l'intérêt de l'enfant. »

³¹ L. 226-2-2 du Code de l'action sociale et des familles.

l'enquête. L'article L. 226-4 du Code de l'action sociale et des familles introduit par la loi 2007-293 du 5 mars 2007 réformant la protection de l'enfance dispose que « le procureur de la République informe la personne qui a signalé des suites réservées à son signalement, dans les conditions prévues aux articles 40-1 et 40-2 du Code de procédure pénale ».

Le parquet doit indiquer à la personne qui a signalé quelles suites immédiates sont données : enquête pénale en cours, saisine d'un juge des enfants, etc. Ce retour d'information prévu par la loi doit être effectivement mis en œuvre.

Un retour immédiat très partiel est assez facile à assurer en mettant en place des circuits simples. Il est recommandé qu'une fiche navette soit établie entre le parquet et la personne qui a signalé. Afin d'instaurer cette pratique, il est recommandé de la prévoir dans le protocole du signalement évoqué ci-dessus.

2.5.1.14. Quelles suites le procureur de la République peut-il donner à un signalement ?

Un signalement transmis au parquet peut donner lieu à l'ouverture d'un dossier d'assistance éducative et/ou à l'ouverture d'une enquête. Deux procédures parallèles et complémentaires peuvent donc être diligentées. Parallèlement, un administrateur ad hoc peut être désigné.

L'administrateur ad hoc est un représentant de l'enfant qui a un mandat limité et qui est compétent pour une affaire déterminée afin de défendre les intérêts de l'enfant. Sa nomination permet à un enfant qui n'a pas la capacité juridique de se constituer partie civile et d'être assisté devant le juge.

L'administrateur ad hoc peut être désigné à partir de listes régionales (Code de procédure pénale, article 706-50 et Code civil article 388-2) :

- par le procureur de la République ;
- par le juge d'instruction saisi de faits commis à l'encontre d'un enfant mineur par l'un ou les titulaires de l'autorité parentale, l'administrateur ad hoc exerçant alors, s'il y a lieu, au nom de l'enfant, les droits reconnus à la partie civile ;
- par le juge des enfants ;
- par la juridiction de jugement saisie de l'infraction pénale ;
- par le juge des tutelles « quand les intérêts du représentant légal sont en opposition avec ceux du mineur ».

L'administrateur ad hoc a donc une mission juridique et un rôle de référent et d'accompagnateur. Il est indépendant vis-à-vis du juge et des parents, mais il doit tenir le juge informé des grandes phases de la procédure et de l'accomplissement de sa mission.

L'administrateur ad hoc peut saisir d'emblée la CIVI³², sans attendre l'issue de la procédure judiciaire. Cette commission, instituée au sein de chaque tribunal de grande instance, peut être saisie par « toute personne ayant subi un préjudice résultant de faits volontaires ou non qui présentent le caractère matériel d'une infraction » en vue d'une indemnisation. Elle

n'est pas tenue d'attendre l'issue de la procédure pénale pour indemniser la victime.

2.5.1.14.1. *L'enquête pénale.* L'enquête pénale a pour but de déterminer la nature exacte des faits à l'origine du traumatisme subi par l'enfant, les circonstances, les causes et les mobiles du secouement permettant d'évaluer les risques de réitération, leur éventuelle qualification pénale³³, et d'en identifier les auteurs. Elle est confiée à un service de police ou de gendarmerie, le plus souvent spécialisé (brigade spécialisée des mineurs) sous le contrôle du parquet.

Les éventuels auteurs doivent être confrontés à la contradiction de leur version des faits avec le diagnostic médical. Cette confrontation est impérative et complexe. La datation, ou datation probable, est une indication importante pour l'enquête pénale. Elle entraîne la mise à disposition de toutes les personnes susceptibles d'avoir été en présence de l'enfant pendant la période proposée. Ces personnes feront l'objet d'investigations particulières (garde à vue, audition, perquisition, constatations). La garde à vue est prononcée par un officier de police judiciaire.

Les membres de l'équipe hospitalière et les professionnels au contact de la famille peuvent être auditionnés, notamment en cas de contradiction des parents sur leurs éventuelles explications ou sur l'absence d'explication. Ils doivent dire et communiquer les éléments qu'ils connaissent pour les besoins de l'enquête. Le personnel hospitalier et les travailleurs sociaux ne peuvent opposer le secret professionnel à un officier de police judiciaire qui instrumente sous la direction et le contrôle d'une autorité judiciaire.

Si le médecin reçoit une réquisition dans le cadre d'une enquête préliminaire, il peut communiquer les éléments qu'il connaît, mais n'est pas obligé de le faire, il peut se retrancher derrière le secret professionnel.

Le service d'enquête effectue tous les actes de procédure sous le contrôle du parquet, auquel il rend régulièrement compte de ses opérations. Dans ce cadre, une autopsie ou une expertise médicale peut être ordonnée, et les membres du service hospitalier peuvent être entendus.

Il importe que les experts qui interviennent lors de l'ouverture d'une information soient compétents dans le domaine concerné : pédiatrie, ophtalmologie, voire biomécanique. La communication des éléments de contexte, de compatibilité et la rédaction d'éléments médicaux sont nécessaires pour les enquêteurs en l'absence d'experts judiciaires nommés.

En cours d'enquête, ou d'instruction, le dossier médical peut être saisi. La saisie est le seul moyen, pour les officiers de police judiciaire, d'obtenir les informations médicales détenues par les médecins et les établissements de santé. Cette procédure doit respecter un formalisme indispensable à la préservation du

³² La compétence et les attributions de la CIVI sont définies aux articles 706-3 à 706-15 du Code de procédure pénale.

³³ Les qualifications pénales sont de deux ordres. Les qualifications délictuelles : violences volontaires avec ITT (incapacité temporaire de travail) de plus ou moins de huit jours, blessures involontaires avec ITT de plus ou moins de trois mois, et homicide involontaire. Les qualifications criminelles : homicide volontaire et violences ayant entraîné la mort sans intention de la donner.

secret médical. Les opérations de saisie doivent être réalisées en présence du directeur d'établissement et du chef de service concerné.

Le dossier est généralement remis par le service hospitalier à un officier de police judiciaire muni d'une commission rogatoire délivrée par un juge d'instruction, sans qu'il y ait lieu de procéder à une perquisition ; il s'agit alors d'une remise volontaire des documents saisis (Cass. crim. 20/09/95 n° 95-811.40 et circulaire crim. 97-13 du 24/11/97).

Il est recommandé de photocopier les documents sollicités préalablement à leur saisie afin de respecter l'obligation de conserver les données médicales collectées par les établissements de santé et compte tenu du risque de non-restitution des éléments saisis.

La présence d'un représentant du conseil de l'ordre des médecins est recommandée lors de la saisie des dossiers médicaux (circ. crim. précitée).

Un inventaire des éléments saisis doit en outre systématiquement précéder leur mise sous scellés. Cependant, si l'inventaire sur place pose des difficultés, il est possible de procéder à une mise sous scellés provisoires (Code de procédure pénale article 56).

Il est recommandé de solliciter la restitution des éléments saisis. Cette demande doit être adressée au juge d'instruction lorsqu'elle intervient au cours de l'information judiciaire (Code de procédure pénale article 99 al. 1), ou à la juridiction de jugement si l'instruction est close (Code de procédure pénale articles 373 et 484 al. 2).

2.5.1.14.2. Les suites de l'enquête pénale. L'affaire peut³⁴ :

- être classée sans suite si l'infraction n'a pas été établie par manque de preuves, ou parce qu'elle n'a pu être imputée à quiconque ;
- donner lieu à une ouverture d'information, obligatoire en matière criminelle, pour qu'un juge d'instruction poursuive les investigations ; celui-ci peut solliciter le concours d'experts médicaux. En fin d'information, le dossier fera l'objet :
 - d'un non-lieu si l'infraction n'apparaît pas suffisamment caractérisée,
 - d'un renvoi devant le tribunal correctionnel si l'infraction reçoit, en définitive, une qualification délictuelle,
 - ou d'une mise en accusation devant la cour d'assises si l'infraction conserve une qualification criminelle ;
- conduire au jugement de la ou des personnes mises en cause :
 - soit devant le tribunal correctionnel, par voie de citation directe, de convocation par officier de police judiciaire ou

par procès-verbal, ou procédure de comparution immédiate dans les cas rarissimes où les faits sont simples, de nature correctionnelle et imputables de manière certaine aux intéressés,

- soit devant la cour d'assises si la qualification retenue est criminelle ; la personne mise en examen peut y comparaître libre ou après une détention provisoire.

2.5.1.14.3. L'ouverture d'un dossier d'assistance éducative. L'ouverture d'un dossier d'assistance éducative vise à assurer la protection judiciaire de l'enfant. Le procureur de la République peut, qu'il ait ou non prononcé une OPP, saisir le juge des enfants. Ce dernier ordonne généralement une mesure d'investigation avec une échéance de six mois pour mieux cerner la personnalité des protagonistes et la situation familiale – enquête sociale, investigation et orientation éducative (IOE)³⁵, expertise psychologique ou psychiatrique. Le juge pourra décider ensuite, s'il estime que les conditions de l'article 375 du Code civil³⁶ sont réunies, soit une intervention en milieu ouvert (AEMO), soit un placement de l'enfant, en structure collective (pouponnière) ou en famille d'accueil. Il peut, parallèlement à la mesure d'investigation, confier l'enfant à l'aide sociale à l'enfance (ASE) ou décider, dès sa saisine, le placement direct de l'enfant.

Ces mesures sont théoriquement indépendantes de la suite qui sera donnée aux investigations centrées sur la recherche d'éventuelles responsabilités pénales dans l'entourage de l'enfant. Si le principe de la présomption d'innocence conduit, en cas de doute sur l'intention du préjudice ou sur l'identification de l'auteur des violences, à ne pas donner de suite sur le plan pénal, cela ne doit évidemment pas faire obstacle à la protection de l'enfant.

2.5.1.14.4. Quelles sont les qualifications pénales et les peines encourues par les auteurs ? Il n'existe pas de qualification pénale spécifique pour le secouement, mais celui-ci constitue dans tous les cas une infraction. Sont utilisées les qualifications pénales relatives aux violences involontaires ou volontaires avec circonstances aggravantes. Il convient de dissocier la volonté de l'acte de secouement de la volonté des conséquences de l'acte.

Le législateur a marqué de façon extrêmement nette, par l'importance des peines encourues, la sanction attachée à toute violence infligée à un mineur de 15 ans par un ascendant (les parents légitimes, naturels, ou adoptifs, les grands-parents si l'enfant leur a été confié) ou une personne ayant autorité sur lui (la nourrice, le mari ou concubin de celle-ci, ou un éventuel concubin de l'un des parents, ou encore toute personne qui a reçu mission de garder l'enfant).

³⁴ Article 40-1 du Code de procédure pénale : « Lorsqu'il estime que les faits qui ont été portés à sa connaissance en application des dispositions de l'article 40 constituent une infraction commise par une personne dont l'identité et le domicile sont connus et pour laquelle aucune disposition légale ne fait obstacle à la mise en mouvement de l'action publique, le procureur de la République territorialement compétent décide s'il est opportun : 1° soit d'engager des poursuites ; 2° soit de mettre en œuvre une procédure alternative aux poursuites en application des dispositions des articles 41-1 ou 41-2 ; 3° soit de classer sans suite la procédure dès lors que les circonstances particulières liées à la commission des faits le justifient. »

³⁵ L'enquête sociale et l'IOE devraient être remplacées à terme par la mesure judiciaire d'investigation éducative (MJIE).

³⁶ Art. 375 du Code civil : « Si la santé, la sécurité, la moralité d'un mineur non émancipé sont en danger ou si les conditions de son éducation ou de son développement physique, affectif, intellectuel et social sont gravement compromises, des mesures d'assistance éducative peuvent être ordonnées par justice. »

En effet, les peines sont aggravées pour ces auteurs qui ont à charge de veiller à la santé et à la sécurité du bébé. Les peines privatives de liberté maximales encourues par ces auteurs sont les suivantes selon la qualification criminelle ou délictuelle de l'infraction (les peines d'amendes ne sont volontairement pas mentionnées) :

- qualification criminelle, relevant de la cour d'assises :
 - violences volontaires ayant entraîné la mort sans intention de la donner, sur mineur de 15 ans : 20 ans de réclusion criminelle ; si l'auteur est un ascendant ou une personne ayant autorité sur le mineur : 30 ans de réclusion criminelle,
 - violences volontaires ayant entraîné une mutilation ou une infirmité permanente sur mineur de 15 ans : 15 ans de réclusion criminelle ; si l'auteur est un ascendant ou une personne ayant autorité sur le mineur : 20 ans de réclusion criminelle ;
- qualification délictuelle, relevant du tribunal correctionnel :
 - violences volontaires ayant entraîné une ITT supérieure à huit jours, sur mineur de 15 ans : cinq ans d'emprisonnement ; si l'auteur est un ascendant ou une personne ayant autorité sur le mineur : dix ans d'emprisonnement,
 - violences volontaires ayant entraîné une ITT inférieure ou égale à huit jours, sur mineur de 15 ans : trois ans d'emprisonnement ; si l'auteur est un ascendant ou une personne ayant autorité sur le mineur : cinq ans d'emprisonnement.

Il existe une infraction de violences habituelles sur mineur de 15 ans, lorsqu'il s'agit d'actes répétés ; selon les conséquences, cette infraction est criminelle ou délictuelle :

- elle est criminelle si les violences habituelles ont entraîné la mort de l'enfant (30 ans de réclusion criminelle) ou si elles ont entraîné une mutilation ou une infirmité permanente (20 ans de réclusion criminelle) ;
- elle est délictuelle si les violences habituelles ont entraîné une ITT supérieure à huit jours (dix ans d'emprisonnement) ou inférieure ou égale à huit jours (cinq ans d'emprisonnement).

À côté de l'auteur principal, d'autres personnes dans l'environnement de l'enfant peuvent également être poursuivies sur le fondement d'autres infractions, notamment :

- pour n'avoir pas empêché un crime ou un délit contre l'intégrité corporelle de la personne (l'enfant) ou pour non-assistance à personne en danger : cinq ans d'emprisonnement ;
- pour, étant un ascendant ou une personne ayant autorité sur mineur de 15 ans, avoir privé celui-ci de soins au point de compromettre sa santé (c'est le cas de la mère passive, par exemple, qui constate l'état précaire de l'enfant et ne fait rien, ce qui aggrave son état) : sept ans d'emprisonnement.

La question peut se poser de savoir si le secouement d'un enfant peut recevoir une qualification d'atteinte involontaire à

l'intégrité de la personne, causée par maladresse, imprudence, inattention, négligence ou manquement à une obligation de sécurité ou de prudence imposée par la loi (ce type de qualification s'applique surtout aux infractions routières, aux infractions à la réglementation du droit du travail et aux blessures commises par des animaux). Il est peu vraisemblable qu'elles soient utilisées dans le cadre d'un enfant secoué, car le geste lui-même est toujours qualifié de violence volontaire (volonté de l'acte) (cf. arrêt de la chambre criminelle de la Cour de cassation du 7 janvier 1998 qui sanctionne la cour d'appel qui n'a pas suffisamment motivé le fait que D, renvoyé pour violences volontaires ayant entraîné la mort sans intention de la donner, sur mineure de 15 ans et par ascendant, avait conscience qu'il pouvait, par son action, porter atteinte à l'intégrité physique de son enfant, mais ajoute que les faits, objet de l'accusation, sont qualifiés de crime par la loi, et que la procédure est régulière). Il n'y aurait ainsi pas de jurisprudence traitant le secouement de l'enfant comme un acte involontaire.

Si le geste est qualifié par la justice, un administrateur ad hoc³⁷ peut être désigné par l'autorité judiciaire pour défendre et protéger les intérêts de l'enfant si ceux-ci sont en contradiction avec ceux de ses représentants légaux. Il exerce en lieu et place des responsables légaux de l'enfant les prérogatives d'autorité parentale liées au déroulement de la procédure. Un avocat désigné pour défendre l'enfant peut se constituer partie civile et peut ainsi accéder au dossier (enquête et information). Il veille à ce que des experts spécialistes du bébé secoué soient désignés.

Des peines complémentaires à la peine principale peuvent être prononcées. Dans le cas d'un secouement avéré, la peine complémentaire la plus adéquate pour les professionnelles chargées de garder l'enfant par exemple est celle de l'interdiction définitive ou temporaire (dans ce cas d'un maximum de cinq ans) d'exercer leur activité professionnelle.

Il convient de souligner l'importance capitale de la qualification pénale du geste. C'est tout un processus de protection qui est rendu possible ou qui se trouve stoppé selon que cette qualification est reconnue ou non. Il en est de même, par voie de conséquence, pour l'indemnisation.

2.5.1.14.5. Quelles sont les conditions nécessaires à l'indemnisation de la victime ? Une indemnisation est possible dès lors que le secouement est retenu. Il est donc important qu'il le soit, même si l'auteur n'est pas identifié. La saisine de l'autorité judiciaire est indispensable pour ouvrir la possibilité d'une indemnisation au long cours pour l'enfant qui a été victime d'un secouement.

³⁷ Article 706-50 du Code de procédure pénale : « Le procureur de la République ou le juge d'instruction, saisi de faits commis volontairement à l'encontre d'un mineur, désigne un administrateur ad hoc lorsque la protection des intérêts de celui-ci n'est pas complètement assurée par ses représentants légaux ou par l'un d'entre eux. L'administrateur ad hoc assure la protection des intérêts du mineur et exerce, s'il y a lieu, au nom de celui-ci les droits reconnus à la partie civile. En cas de constitution de partie civile, le juge fait désigner un avocat d'office pour le mineur s'il n'en a pas été choisi un. Les dispositions qui précèdent sont applicables devant la juridiction de jugement. »

Le secouement pouvant être à l'origine de lésions graves et invalidantes, la question de l'indemnisation de la victime se pose. Cette indemnisation est rendue plus complexe par deux facteurs : le jeune âge de la victime qui ne lui permet pas de disposer de la capacité juridique pour agir, et le fait que l'auteur du dommage puisse être le responsable légal, chargé par la loi de représenter les intérêts de l'enfant. Par ailleurs, la situation économique de l'auteur peut être sans commune mesure avec l'importance des indemnités réparant les différents postes de préjudice subis par la victime. Enfin, l'enquête ne permet pas toujours d'identifier avec certitude l'auteur du dommage.

La loi a réglé la première difficulté en créant l'institution de l'administrateur ad hoc qui permet de résoudre la contradiction générée par la qualité, pour un parent, de représentant légal d'un enfant victime de ses agissements. Aussi, est-il important qu'il soit nommé.

La seconde série de difficultés, résultant de l'impécuniosité de l'auteur des faits, ou plus généralement de la circonstance que celui-ci n'a pas pu être identifié, a été prise en compte par le législateur par l'instauration de la CIVI. Comme dans le domaine des accidents de la circulation ou des attentats terroristes, la loi substitue au mécanisme traditionnel de la responsabilité individuelle, où l'auteur du dommage est seul à répondre de l'indemnisation du préjudice, une mutualisation du risque, où la collectivité prend en charge la réparation des conséquences de certains types de dommages, quitte à se retourner ensuite contre leur auteur s'il est identifié.

La compétence et les attributions de la CIVI sont définies aux articles 706-3 à 706-15 du Code de procédure pénale. Cette commission, instituée au sein de chaque tribunal de grande instance et composée de deux magistrats professionnels et d'un assesseur représentant la société civile, peut être saisie par « toute personne ayant subi un préjudice résultant de faits volontaires ou non qui présentent le caractère matériel d'une infraction » et qui ont soit entraîné la mort, une incapacité permanente ou une ITT égale ou supérieure à un mois, soit sont constitutifs du crime de viol ou des délits d'agression sexuelle, d'atteinte sexuelle sans violence ou de traite des êtres humains. Cette énumération intègre toutes les qualifications pénales susceptibles d'être retenues en cas de syndrome dit « du bébé secoué ». Les mécanismes d'indemnisation concernent également les situations où l'auteur n'a pas pu être identifié avec certitude, bien que le secouement ait été identifié. Le seul cas où l'enfant ne sera pas indemnisé par la CIVI est celui où l'enquête aura infirmé le diagnostic de secouement, excluant tout comportement pénalement répréhensible à l'origine des lésions.

La CIVI peut être saisie d'emblée, sans attendre l'issue de la procédure judiciaire. La demande d'indemnisation doit être présentée dans un délai de trois ans à compter de la date de l'infraction, ou dans l'année suivant la décision judiciaire ayant définitivement statué sur l'action publique ou sur l'action civile engagée devant la juridiction répressive conformément à l'article 706-5 du Code de procédure pénale. Le demandeur peut toutefois être relevé de cette forclusion s'il n'a pas été en mesure de faire valoir ses droits dans les délais requis, s'il a subi

une aggravation de son préjudice ou pour « tout autre motif légitime ». La minorité de la victime suspend ce délai ; la victime mineure aura donc jusqu'à son 21^e anniversaire pour saisir la CIVI.

Le versement de l'indemnisation décidée par la CIVI est assuré par le fonds de garantie des victimes des actes de terrorisme et autres infractions. S'agissant de lourds dossiers d'indemnisation pour le fonds de garantie (l'organisme payeur), la CIVI a tendance à redésigner un expert médical pour réévaluer les séquelles.

L'action devant la CIVI n'exclut pas la constitution de partie civile devant la juridiction répressive qui juge l'auteur des faits, mais la commission n'est pas tenue d'attendre l'issue de la procédure pénale pour indemniser la victime. La CIVI pourra être saisie d'emblée, sans attendre l'issue de la procédure judiciaire, par l'administrateur ad hoc, ou même par un parent. En cas d'allocation par la juridiction répressive de dommages et intérêts supérieurs à l'indemnité accordée par la CIVI, la victime peut saisir cette dernière d'une demande de complément d'indemnisation.

Après le procès (soit devant le tribunal correctionnel soit devant la cour d'assises), la CIVI peut être saisie pour obtenir la réparation intégrale des dommages sur le fondement des expertises médicales. Saisir la CIVI avant le procès est toujours possible mais il est préférable d'avoir en main les derniers éléments (procédure et éléments médicaux).

2.5.2. *Seconde hypothèse : le diagnostic du secouement est possible*

Dans l'hypothèse où le diagnostic du secouement est possible, l'équipe hospitalière doit s'interroger à propos de la situation de l'enfant : son retour chez lui pose-t-il la question d'un risque de danger ? L'enfant a-t-il besoin d'une protection ?

2.5.2.1. *Faut-il signaler ou transmettre une information préoccupante ?*

Si le diagnostic médical du secouement est possible, l'évaluation pluridisciplinaire de la situation qui doit être faite par l'équipe hospitalière peut amener cette équipe à se poser diverses questions à propos de l'éventualité d'un danger pour le nourrisson au sens de l'article 375 du Code civil³⁸, et donc sur l'opportunité d'une protection.

L'article L. 226-3 du Code de l'action sociale et des familles modifié par la loi 2007-293 du 5 mars 2007 réformant la protection de l'enfance précise que « Le président du conseil général est chargé du recueil, du traitement et de l'évaluation, à tout moment et quelle qu'en soit l'origine, des informations préoccupantes relatives aux mineurs en danger ou qui risquent de l'être. Le représentant de l'État et l'autorité judiciaire lui apportent leur concours. Des protocoles sont établis pour déterminer les modalités de participation de l'État, de l'autorité judiciaire, des partenaires institutionnels, la collaboration des associations. »

³⁸ « Si la santé, la sécurité ou la moralité d'un mineur non émancipé sont en danger, ou si les conditions de son éducation ou de son développement physique, affectif, intellectuel et social sont gravement compromises... »

Dans cette hypothèse, l'équipe hospitalière transmet une information préoccupante³⁹ à la cellule départementale de recueil, de traitement et d'évaluation des informations préoccupantes (désignée CRIP dans la plupart des départements) conformément à l'article L. 226-3 du Code de l'action sociale et des familles.

Il est recommandé que le protocole départemental établi conformément à la loi 2007-293 du 5 mars 2007 réformant la protection de l'enfance, entre le conseil général, le parquet, les hôpitaux et d'autres intervenants susceptibles de connaître des situations d'enfants en danger, dont des cas d'enfants victimes de secouement, prévoit à cet égard des consignes claires et valables pour tout le département.

Il est recommandé que chaque CRIP soit dotée d'un médecin en vue de favoriser les échanges et le traitement d'informations à caractère médical.

2.5.2.2. Pourquoi transmettre une information préoccupante ? L'objectif de la saisine de la CRIP est de se prononcer sur l'opportunité d'une protection du nourrisson, d'envisager au besoin toutes les actions possibles d'accompagnement des parents, sans nécessairement déclencher une procédure judiciaire alors que le diagnostic du secouement est seulement possible.

La CRIP peut s'appuyer sur l'évaluation faite par l'équipe hospitalière ou la compléter, ou à défaut décider d'une évaluation de la situation.

Le traitement de l'information préoccupante doit être effectué dans un délai le plus court possible, n'excédant pas 1 mois, que l'évaluation soit effectuée par la cellule départementale elle-même, ou par des professionnels exerçant 53C" \char203antsurleterrain(circonscription, associations).

Cependant un signalement au procureur de la République peut être fait immédiatement par la CRIP, ou suite à l'évaluation, s'il ressort que des faits sont susceptibles de relever d'une procédure pénale, ou si la protection de l'enfant apparaît nécessaire et ne peut être assurée par ses parents. Le procureur de la République peut être également saisi s'il est impossible d'évaluer la situation.

2.5.2.3. Quelle information donner aux parents en cas de transmission d'une information préoccupante ? Les parents doivent être informés de la transmission d'une information préoccupante concernant leur enfant, sauf si cela est contraire à l'intérêt de l'enfant.

L'article L. 226-2-1 du Code de l'action sociale et des familles dispose que « sauf intérêt contraire de l'enfant, le père, la mère, toute autre personne exerçant l'autorité parentale ou le

tuteur sont préalablement informés de cette transmission, selon des modalités adaptées ».

Il convient d'expliquer aux parents que la transmission de l'information préoccupante a pour but d'évaluer s'il y a lieu de protéger leur enfant, mais aussi de les aider puisqu'ils sont en difficulté avec leur bébé.

Lorsqu'une protection administrative est proposée, les professionnels départementaux doivent informer les parents des raisons pour lesquelles ils envisagent cette protection en mettant en avant l'intérêt de l'enfant. Il est recommandé d'entretenir avec eux un dialogue continu, dans l'esprit de la loi du 5 mars 2007 précitée.

2.5.2.4. La protection administrative de l'enfant. Si la protection de l'enfant apparaît nécessaire, et si les parents sont en mesure de donner leur accord, elle peut être administrative. Le président du conseil général décide de sa mise en œuvre avec leur accord, tant sur le principe de cette protection que sur les modalités d'action⁴⁰, tout en veillant au respect de leurs droits parentaux et en favorisant l'exercice.

Si les parents en refusent effectivement le principe ou les modalités, le président du conseil général saisit le procureur de la République. Il saisit également ce dernier si la protection administrative mise en œuvre s'avère insuffisante pour protéger l'enfant⁴¹.

2.5.2.5. L'accompagnement des parents. Si la protection de l'enfant n'apparaît pas nécessaire, mais que néanmoins la situation familiale suite à l'évaluation fait apparaître un besoin d'aide ponctuelle ou d'accompagnement, il peut être envisagé avec les parents des actions de soutien à la parentalité, qu'elles soient individuelles ou collectives, à domicile ou en dehors du domicile.

⁴⁰ Article 223-1 du Code de l'action sociale et des familles : « Les services départementaux et les titulaires de l'autorité parentale établissent un document intitulé "Projet pour l'enfant" qui précise les actions qui seront menées auprès de l'enfant, des parents et de son environnement, le rôle des parents, les objectifs visés et les délais de leur mise en œuvre. Il mentionne l'institution et la personne chargées d'assurer la cohérence et la continuité des interventions. Ce document est cosigné par le président du conseil général et les représentants légaux du mineur ainsi que par un responsable de chacun des organismes chargés de mettre en œuvre les interventions. Il est porté à la connaissance du mineur et, pour l'application de l'article L. 223-3-1, transmis au juge. « Sur la base des informations dont il dispose, le président du conseil général veille à assurer le suivi et, dans la mesure du possible, la continuité des interventions mises en œuvre pour un enfant et sa famille au titre de la protection de l'enfance. »

⁴¹ Art. L. 226-4 du Code de l'action sociale et des familles. « - I. - Le président du conseil général avise sans délai le procureur de la République lorsqu'un mineur est en danger au sens de l'article 375 du Code civil et : 1° qu'il a déjà fait l'objet d'une ou plusieurs actions mentionnées aux articles L. 222-3 et L. 222-4-2 et au 1° de l'article L. 222-5, et que celles-ci n'ont pas permis de remédier à la situation ; 2° que, bien que n'ayant fait l'objet d'aucune des actions mentionnées au 1°, celles-ci ne peuvent être mises en place en raison du refus de la famille d'accepter l'intervention du service de l'aide sociale à l'enfance ou de l'impossibilité dans laquelle elle se trouve de collaborer avec ce service. ». « Il avise également sans délai le procureur de la République lorsqu'un mineur est présumé être en situation de danger au sens de l'article 375 du Code civil mais qu'il est impossible d'évaluer cette situation. »

³⁹ La loi du 5 mars 2007 réformant la protection de l'enfance distingue, par souci de clarté, le signalement qui est une information faite au procureur de la République, de l'information préoccupante qui est adressée à la cellule départementale de recueil, de traitement et d'évaluation. Au sens où l'a entendu le législateur, une information préoccupante concerne toute situation d'un enfant qui suscite la préoccupation d'un ou plusieurs professionnels, au regard de l'article 375 du Code civil, laissant penser que l'enfant est en danger ou en risque de danger.

Toutes les ressources mobilisables doivent être recherchées dans l'environnement familial ou à proximité pour aider au mieux les parents dans leurs fonctions parentales. D'une façon générale, les difficultés liées au contexte de vie des personnes s'occupant de l'enfant doivent attirer l'attention du professionnel qui en a connaissance.

Il est important de proposer et de mettre en œuvre des aides appropriées. Le recours à des professionnels de la protection maternelle et infantile, notamment par des visites à domicile, doit être envisagé. Les « lieux d'accueil enfants-parents » au sein desquels pourra s'améliorer ou se construire la relation enfant-parent sont des réponses à privilégier.

2.5.3. *Recommandations pratiques*

Dans tous les cas, « l'intérêt de l'enfant, la prise en compte de ses besoins fondamentaux, physiques, intellectuels, sociaux et affectifs ainsi que le respect de ses droits doivent guider toutes décisions le concernant » conformément à l'article premier de la loi 2007-293 du 5 mars 2007 réformant la protection de l'enfance, codifié à l'article L. 112-4 du Code de l'action sociale et des familles.

2.5.3.1. *Recommandations à l'intention des équipes hospitalières*

2.5.3.1.1. *Coordination de l'équipe.* En cas de probabilité diagnostique d'un secouement, il est indispensable, dans un premier temps, que l'équipe médicale (au moins deux professionnels) se réunisse pour faire le point sur les symptômes et les faits rapportés, mettre en commun les informations recueillies, les confronter, poser le diagnostic, évoquer le cas échéant d'autres mauvais traitements associés, clarifier les positions de chacun, débattre de l'opportunité de faire un signalement. Cette réunion doit se tenir sans délai et faire l'objet d'un compte rendu.

En complément, une évaluation pluridisciplinaire médicopsychosociale de la situation est indispensable en vue d'analyser la situation de l'enfant, d'identifier les facteurs de risque, d'envisager la suite pour l'enfant, d'évoquer sa protection. Le temps de la réflexion collégiale n'est jamais une perte de temps et il convient de ne pas confondre vitesse et précipitation.

2.5.3.1.2. *Signalement.* Il est recommandé que chaque service hospitalier définisse la procédure à suivre par le personnel hospitalier relative au signalement d'enfants victimes de secouement. Les consignes suivantes peuvent être retenues :

- effectuer un premier signalement en cas d'urgence, avec des mentions indispensables (voir encadré ci-dessus à la Section 2.5.1.6), puis des informations complémentaires suite à une évaluation pluridisciplinaire ;
- le signalement est cosigné par le médecin hospitalier en charge de l'enfant et l'assistant de service social. Il est éventuellement complété par le psychologue ou psychiatre qui s'est entretenu avec la famille. La communication des éléments de contexte, de compatibilité et la rédaction d'éléments médicaux sont nécessaires ;

- le signalement est adressé simultanément par télécopie et par lettre recommandée avec accusé de réception, en conservant un double dans le dossier hospitalier ;
- en cas d'envoi direct au parquet, une copie doit être adressée au président du conseil général.

Une OPP, prise à titre conservatoire par le procureur de la République, ne préjuge pas de la suite judiciaire et ne peut qu'être recommandée de manière à permettre la protection immédiate de l'enfant.

Il y a lieu de signaler dans les meilleurs délais pour protéger immédiatement l'enfant si nécessaire, et pour ne pas compromettre l'enquête. Plus le signalement se situe près des faits, plus l'enquête pénale sera efficace rapidement.

Il est recommandé que le protocole départemental établi conformément à la loi 2007-293 du 5 mars 2007 réformant la protection de l'enfance, entre le conseil général, le parquet, les hôpitaux et d'autres intervenants susceptibles de connaître des situations d'enfants en danger, dont des cas d'enfants victimes de secouement, prévoie à cet égard des consignes claires et valables pour tout le département.

Dès lors que le diagnostic de secouement a été posé comme étant la ou l'une des causes possibles de la mort d'un bébé, le médecin qui délivre le certificat de décès doit mentionner que ce décès pose des problèmes médico-légaux.

2.5.3.1.3. *Dialogue avec les parents et la famille.* Dans la phase diagnostique, le dialogue avec les parents est indispensable, notamment pour recueillir leurs explications quant aux lésions présentées par l'enfant. Il ne s'agit pas de déterminer sur les circonstances et les justifications du secouement, ni sur l'auteur et l'opportunité à poursuivre, questions qui relèvent de la seule compétence du procureur de la République.

Il convient de les informer que, compte tenu de la gravité de la situation de leur enfant, le parquet sera avisé, en leur précisant que celui-ci appréciera les suites à donner. Cette démarche, qui demande une disponibilité et des capacités d'écoute, est au mieux menée par un des médecins responsables, accompagné d'un autre membre de l'équipe. Il est indispensable d'essayer de leur faire comprendre qu'il ne s'agit pas de les dénoncer, mais de dénoncer une situation de danger et de protéger leur enfant.

Les parents doivent être informés du signalement, de la possibilité d'une OPP prise par le procureur de la République, ainsi que de la possibilité de porter plainte contre X si eux-mêmes ne nient pas le secouement mais l'attribuent à une autre personne.

Le dialogue nécessaire et l'obligation d'information des parents ne doivent cependant ni gêner ni compromettre l'enquête judiciaire.

2.5.3.1.4. *Échanges d'informations avec le parquet.* Il est recommandé qu'une fiche navette soit établie entre le parquet et la personne qui a signalé. Afin d'instaurer cette pratique, il est recommandé de la prévoir dans le protocole du signalement.

2.5.3.1.5. *Saisie du dossier médical.* Il est recommandé de photocopier les documents sollicités préalablement à leur saisie afin de respecter l'obligation de conserver les données

médicales collectées par les établissements de santé et compte tenu du risque de non-restitution des éléments saisis.

Il est recommandé de solliciter la restitution des éléments saisis. Cette demande doit être adressée au juge d'instruction lorsqu'elle intervient au cours de l'information judiciaire (Code de procédure pénale, article 99 al. 1), ou à la juridiction de jugement si l'instruction est close (Code de procédure pénale, articles 373 et 484 al. 2).

2.5.3.1.6. Transmission d'une information préoccupante. Pour toute transmission d'une information préoccupante à la cellule départementale de recueil, d'évaluation et de traitement des informations préoccupantes (CRIP), il est recommandé de se conformer au protocole départemental conformément à l'article L. 226-3 du Code de l'action sociale et des familles⁴².

2.5.3.2. Recommandations à l'intention du corps médical non hospitalier. Une pathologie aussi grave que le secouement relève de l'hospitalisation. Il est donc opportun que les médecins libéraux et de PMI dirigent l'enfant vers une structure pédiatrique en cas de doute sur un secouement.

Le médecin qui adresse l'enfant doit d'abord être en contact avec l'équipe hospitalière. Il doit s'assurer que le bébé y est amené par ses parents (faute de quoi il conserve toute sa responsabilité de protection de l'enfant).

Les médecins libéraux et de PMI doivent être formés à évoquer le diagnostic du secouement et à orienter vers une structure adéquate.

Des sessions communes de formation continue doivent être organisées sur la problématique du secouement en direction de tous les médecins exerçant en dehors du champ hospitalier.

2.5.3.3. Recommandations à l'intention des professionnels des services départementaux. Le traitement par la cellule départementale de toute information préoccupante concernant le secouement d'un bébé doit être effectué dans un délai le plus court possible, n'excédant pas un mois, par la cellule départementale elle-même, ou par des professionnels exerçant 53C" \char203antsurleterrain(circonscriptions, associations).

Il est recommandé que chaque CRIP soit dotée d'un médecin en vue de favoriser les échanges et le traitement d'informations à caractère médical.

Il est recommandé d'entretenir un dialogue continu avec les parents, dans l'esprit et les dispositions de la loi du 5 mars 2007 réformant la protection de l'enfance. L'objectif est de protéger l'enfant, mais aussi d'aider les parents en difficulté avec leur bébé.

Les professionnels départementaux doivent informer les parents et recueillir leur accord pour toute action de protection administrative, dans le respect de leurs droits tout en favorisant l'exercice.

2.5.3.4. Recommandations d'ordre général

2.5.3.4.1. À l'intention des professionnels au contact de bébés. Nombre de secouements survenant dans le cadre des modes de garde (rares en crèche), la formation initiale et continue ainsi que le soutien des professionnels doivent être sans cesse renouvelés pour appeler à la vigilance.

D'une manière générale, tout professionnel susceptible de connaître, à un titre ou à un autre, des situations de secouement doit bénéficier d'une formation minimale sur cette problématique : il s'agit des professionnels médicosociaux, des cadres de l'aide sociale à l'enfance, des magistrats, des policiers et des gendarmes, etc.

Lorsque les situations le justifient, il est recommandé de rechercher toutes les ressources mobilisables dans l'environnement familial pour aider au mieux les parents dans leurs fonctions parentales. D'une façon générale, les difficultés liées au contexte de vie des personnes s'occupant de l'enfant doivent attirer l'attention du professionnel qui en a connaissance.

2.5.3.4.2. À l'intention des parents et des familles. Il est recommandé d'organiser régulièrement des campagnes de sensibilisation et d'information bien adaptées, sous différentes formes, et en tout lieu, en direction de toutes les personnes au contact des bébés sur les dangers du secouement pour l'enfant et les précautions à prendre.

Une sensibilisation des parents au danger du secouement, à la maternité et dans les jours qui suivent le retour de la maternité, devrait être systématique.

Les « lieux d'accueil enfants-parents » au sein desquels pourra s'améliorer ou se construire la relation enfant-parent sont des réponses à privilégier.

Il est important de mettre en œuvre des aides appropriées aux parents qui le demandent ou de leur proposer. Le recours à des professionnels de la protection maternelle et infantile, notamment par des visites à domicile, doit être envisagé. Il en est de même des différentes formes d'aide à domicile (assurées par des travailleurs d'intervention sociale et familiale par exemple).

2.5.3.4.3. Dans l'intérêt de l'enfant. Il est recommandé que la loi française s'inspire de la loi canadienne qui prévoit qu'un administrateur ad hoc puisse être nommé, autant que nécessaire, dans l'intérêt de l'enfant et dans le respect de ses droits.

References

- [1] Adamsbaum C, Falip C, Merzoug V, Kalifa G. Imagerie du syndrome de sévices à enfant. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Radiodiagnostic-Squelette normal-Neuroradiologie-Appareil locomoteur 2008, 31-045-A-10.
- [2] Adamsbaum C, Falip C, Merzoug V, Kalifa G. Imagerie du syndrome de sévices à enfant. EMC 2008 (Elsevier Masson SAS, Paris), Radiodiagnostic-Squelette normal-Neuroradiologie-Appareil locomoteur, 31-045-A-10.
- [3] Adamsbaum C, Grabar S, Mejean N, Rey-Salmon C. Abusive head trauma: judicial admissions highlight violent and repetitive shaking. *Pediatrics* 2010;126:546–55.
- [4] Alper G, Ekinci G, Yilmaz Y, et al. Magnetic resonance imaging characteristics of benign macrocephaly in children. *J Child Neurol* 1999;14:678–82.

⁴² « ... Des protocoles sont établis à cette fin entre le président du conseil général, le représentant de l'État dans le département, les partenaires institutionnels concernés et l'autorité judiciaire en vue de centraliser le recueil des informations préoccupantes au sein d'une cellule de recueil, de traitement et d'évaluation de ces informations. ... »

- [5] Alvarez LA, Maytal J, Shinnar S. Idiopathic external hydrocephalus: natural history and relationship to benign familial macrocephaly. *Pediatrics* 1986;77:901–7.
- [6] American Academy of Pediatrics. Committee on Child Abuse and Neglect. Shaken Baby Syndrome: rotational cranial injuries-Technical report. *Pediatrics* 2001;108:206–10.
- [7] American Academy of Radiopediatrics. Section on radiology. Diagnostic imaging of child abuse. *Pediatrics* 2009;123:1430–5.
- [8] Arbelaez A, Castillo M, Mukherji SK. Diffusion-weighted MR imaging of global cerebral anoxia. *AJNR Am J Neuroradiol* 1999;20:999–1007.
- [9] Azais M, Echenne B. Épanchements péricérébraux idiopathiques (hydrocéphalie externe) du nourrisson [Idiopathic pericerebral swelling (external hydrocephalus) of infants]. *Ann Pediatr (Paris)* 1992;39:550–8.
- [10] Bajanowski T, Verhoff MA. Autopsies of newborns, infants and young children. Recommendations for the practice. *Rechtsmedizin* 2008;18(2): 91–7.
- [11] Barkovich AJ. MR and CT evaluation of profound neonatal and infantile asphyxia. *AJNR Am J Neuroradiol* 1992;13:959–72.
- [12] Barkovich AJ. *Pediatric neuroimaging*, 4th ed, Philadelphia: Lippincott-Williams & Wilkins; 2005.
- [13] Barlow B, Niemirska M, Gandhi RP, et al. Ten years of experience with falls from a height in children. *J Pediatr Surg* 1983;18:509–11.
- [14] Bertocci GE, Pierce MC, Deemer E, et al. Using test dummy experiments to investigate pediatric injury risk in simulated short-distance falls. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2003;157:480–6.
- [15] Betz P, Puschel K, Miltner E, et al. Morphometrical analysis of retinal hemorrhages in the shaken baby syndrome. *Forensic Sci Int* 1996;78:71–80.
- [16] Billette de Villemeur T. Expert opinion.
- [17] Binenbaum G, Mirza-George N, Christian CW, et al. Odds of abuse associated with retinal hemorrhages in children suspected of child abuse. *J AAPOS* 2009;13:268–72.
- [18] Biousse V, Suh DY, Newman NJ, et al. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging in Shaken Baby Syndrome. *Am J Ophthalmol* 2002;133:249–55.
- [19] Biron D, Shelton D. Perpetrator accounts in infant abusive head trauma brought about by a shaking event. *Child Abuse Negl* 2005;29: 1347–58.
- [20] Biron D, Shelton D. Perpetrator accounts in infant abusive head trauma brought about by a shaking event. *Child Abuse Negl* 2005;29(12):1347–58.
- [21] Botash AS, Blatt S, Meguid V. Child abuse and sudden infant death syndrome. *Curr Opin Pediatr* 1998;10:217–23.
- [22] Budenz DL, Farber MG, Mirchandani HG, et al. Ocular and optic nerve hemorrhages in abused infants with intracranial injuries. *Ophthalmology* 1994;101:559–65.
- [23] Byard RW, Blumbergs P, Ruddy G, et al. Lack of evidence for a causal relationship between hypoxic-ischemic encephalopathy and subdural hemorrhage in fetal life, infancy, and early childhood. *Pediatr Dev Pathol* 2007;10:348–50.
- [24] Carty H, Pierce A. Non-accidental injury: a retrospective analysis of a large cohort. *Eur Radiol* 2002;12:2919–25.
- [25] Case ME. Inflicted traumatic brain injury in infants and young children. *Brain Pathol* 2008;18:571–82.
- [26] Chadwick DL. A witnessed short fall mimicking presumed shaken baby syndrome (inflicted childhood neurotrauma). *Pediatr Neurosurg* 2008;44:517.
- [27] Chadwick DL, Chin S, Salerno C, et al. Deaths from falls in children: how far is fatal? *J Trauma* 1991;31:1353–5.
- [28] Chadwick DL, Bertocci G, Castillo E, et al. Annual risk of death resulting from short falls among young children: less than 1 in 1 million. *Pediatrics* 2008;121:1213–24.
- [29] Chazal J, Irthum B, Janny P. Hydrocéphalie ventriculo sous-arachnoïdienne d'origine villositaire [Ventricular subarachnoidal hydrocephalus of arachnoid villi origin]. *Neurochirurgie* 1989;35:379–82 [410].
- [30] Christian CW, Block R. Abusive head trauma in infants and children. Committee on Child Abuse and Neglect. American Academy of Pediatrics. *Pediatrics* 2009;123(5):1409–11.
- [31] Christian CW, Taylor AA, Hertle RW, et al. Retinal hemorrhages caused by accidental household trauma. *J Pediatr* 1999;135:125–7.
- [32] Christophe C. Expert opinion.
- [33] Christophe C, Boutemy R, Christiaens F, et al. [Value of brain MR imaging in infants with a severe idiopathic apparent life threatening event] Apport pronostique de l'IRM cérébrale chez les nourrissons rescapés d'un malaise grave. *J Radiol* 2000;81:25–32.
- [34] Christophe C, Fonteyne C, Ziereisen F, et al. Value of MR imaging of the brain in children with hypoxic coma. *Am J Neuroradiol* 2002;23:716–23.
- [35] Cohen MC, Scheimberg I. Evidence of occurrence of intradural and subdural hemorrhage in the perinatal and neonatal period in the context of hypoxic ischemic encephalopathy: an observational study from two referral institutions in the United Kingdom. *Pediatr Dev Pathol* 2009;12:169–76.
- [36] Cohen BA, Inglese M, Rusinek H, Babb JS, Grossman RI, Gonen O. Proton MR spectroscopy and MRI-volumetry in mild traumatic brain injury. *Am J Neuroradiol* 2007;28:907–13.
- [37] Concordet S, Bonnaure A. Caractéristiques psycho-sociales de l'enfant et de sa famille. In: Renier D, editor. *Le bébé secoué - Traumatisme crânien du nourrisson*. Paris: Karthala; 2000. p. 59–73.
- [38] Defoort-Dhellemmes S. Expert opinion.
- [39] Defoort-Dhellemmes S. Texte d'expert.
- [40] Denton S, Mileusnic D. Delayed sudden death in an infant following an accidental fall: a case report with review of the literature. *Am J Forensic Med Pathol* 2003;24:371–6.
- [41] Dias MS. Inflicted head injury: future directions and prevention. *Neurosurg Clin N Am* 2002;13:247–57.
- [42] Dias MS. Second International Conference on Pediatric Abusive Head Trauma: presentation. Yellowstone, USA; 2009 [Slide presentation].
- [43] Drack AV, Petronio J, Capone A. Unilateral retinal hemorrhages in documented cases of child abuse. *Am J Ophthalmol* 1999;128:340–4.
- [44] Duhaime AC, Gennarelli TA, Thibault LE, et al. The shaken baby syndrome. A clinical, pathological, and biomechanical study. *J Neurosurg* 1987;66:409–15.
- [45] Duhaime AC, Christian CW, Rorke LB, Zimmerman RA. Nonaccidental head injury in infants—the “shaken-baby syndrome”. *N Engl J Med* 1998;338(25):1822–9.
- [46] Duhem R, Vinchon M, Tonnelle V, et al. [Main temporal aspects of the MRI signal of subdural hematomas and practical contribution to dating head injury] Principaux aspects évolutifs du signal des hématomes sous-duraux en IRM et intérêts pratiques dans la datation des traumatismes crâniens. *Neurochirurgie* 2006;52:93–104.
- [47] Ehrlich E, Maxeiner H, Lange J. Postmortem radiological investigation of bridging vein ruptures. *Leg Med (Tokyo)* 2003;5(Suppl. 1):S225–7.
- [48] Emerson MV, Pieramici DJ, Stoessel KM, et al. Incidence and rate of disappearance of retinal hemorrhage in newborns. *Ophthalmology* 2001;108:36–9.
- [49] Ewing-Cobbs L, Kramer L, Prasad M, et al. Neuroimaging, physical, and developmental findings after inflicted and noninflicted traumatic brain injury in young children. *Pediatrics* 1998;102:300–7.
- [50] Ewing-Cobbs L, Prasad M, Louis PT, et al. Acute neuroradiologic findings in young children with inflicted or non inflicted traumatic brain injury. *Childs Nerv Syst* 2000;16:25–34.
- [51] Feldman KW, Bethel R, Shugerman RP, et al. The cause of infant and toddler subdural hemorrhage: a prospective study. *Pediatrics* 2001;108: 636–46.
- [52] Fledelius HC. Retinal haemorrhages in premature infants: a pathogenetic alternative diagnosis to child abuse. *Acta Ophthalmol Scand* 2005;83: 424–7.
- [53] Forbes BJ, Cox M, Christian CW. Retinal hemorrhages in patients with epidural hematomas. *J AAPOS* 2008;12:177–80.
- [54] Fortin G. Expert opinion.
- [55] Gago LC, Wegner RK, Capone Jr A, Williams GA. Intraretinal hemorrhages and chronic subdural effusions: glutaric aciduria type 1 can be mistaken for shaken baby syndrome. *Retina* 2003;23(5):724–6.
- [56] Geddes JF, Vowles GH, Hackshaw AK, Nickols CD, Scott IS, Whitwell HL. Neuropathology of inflicted head injury in children. II. Microscopic brain injury in infants. *Brain* 2001;124(Pt 7):1299–306.

- [57] Geddes JF, Tasker RC, Hackshaw AK, et al. Dural haemorrhage in non-traumatic infant deaths: does it explain the bleeding in “shaken baby syndrome”? *Neuropathol Appl Neurobiol* 2003;29:14–22.
- [58] Gill JR, Goldfeder LB, Armbrustmacher V, et al. Fatal head injury in children younger than 2 years in New York City and an overview of the shaken baby syndrome. *Arch Pathol Lab Med* 2009;133:619–27.
- [59] Gilliland MG. Interval duration between injury and severe symptoms in nonaccidental head trauma in infants and young children. *J Forensic Sci* 1998;43:723–5.
- [60] Gilliland MG, Folberg R. Shaken babies: some have no impact injuries. *J Forensic Sci* 1996;41:114–6.
- [61] Gilliland MG, Luckenbach MW. Are retinal hemorrhages found after resuscitation attempts? A study of the eyes of 169 children. *Am J Forensic Med Pathol* 1993;14:187–92.
- [62] Gilliland MG, Luckenbach MW, Chenier TC. Systemic and ocular findings in 169 prospectively studied child deaths: retinal hemorrhages usually mean child abuse. *Forensic Sci Int* 1994;68:117–32.
- [63] Gnanaraj L, Gilliland MG, Yahya RR, et al. Ocular manifestations of crush head injury in children. *Eye* 2007;21:5–10.
- [64] Goetting MG, Sowa B. Retinal hemorrhage after cardiopulmonary resuscitation in children: an etiologic reevaluation. *Pediatrics* 1990;85:585–8.
- [65] Goldberg A, Maurey-Forguy C. La prise en charge sociale. In: Renier D, editor. *Le bébé secoué - Traumatisme crânien du nourrisson*. Paris: Karthala; 2000. p. 59–73.
- [66] Goldman M, Dagan Z, Yair M, et al. Severe cough and retinal hemorrhage in infants and young children. *J Pediatr* 2006;148:835–6.
- [67] Gout A, Gautier I, Bellaïche M, et al. Épanchement péricérébral idio-pathique du nourrisson : simple variante anatomique ou facteur de risque hémorragique ? [Idiopathic peri-cerebral enlargement in infants: simple anatomical variant or hemorrhagic risk factor?] *Arch Pediatr* 1997;4:983–7.
- [68] Greenes DS, Schutzman SA. Clinical indicators of intracranial injury in head-injured infants. *Pediatrics* 1999;104:861–7.
- [69] Greer DM, Koroshetz WJ, Cullen S, Gonzalez RG, Lev MH. Magnetic resonance imaging improves detection of intracerebral hemorrhage over computed tomography after intra-arterial thrombolysis. *Stroke* 2004;35:491–5.
- [70] Groninger A, Schaper J, Messing-Juenger M, et al. Subdural hematoma as clinical presentation of osteogenesis imperfecta. *Pediatr Neurol* 2005;32:140–2.
- [71] Hans SA, Bawab SY, Woodhouse ML. A finite element infant eye model to investigate retinal forces in shaken baby syndrome. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2009;247:561–71.
- [72] Hartley LM, Khwaja OS, Verity CM. Glutaric aciduria type 1 and nonaccidental head injury. *Pediatrics* 2001;107(1):174–5.
- [73] Haseler LJ, Arcinue E, Danielsen ER, Blumi S, Ross BD. Evidence from proton magnetic resonance spectroscopy for a metabolic cascade of neuronal damage in shaken baby syndrome. *Pediatrics* 1997;99(1):4–14.
- [74] Haute Autorité de santé. *Prise en charge en cas de mort inattendue du nourrisson (moins de 2 ans)*. February 2007.
- [75] Helfer RE, Slovis TL, Black M. Injuries resulting when small children fall out of bed. *Pediatrics* 1977;60:533–5.
- [76] Hellbusch LC. Benign extracerebral fluid collections in infancy: clinical presentation and long-term follow-up. *J Neurosurg* 2007;107:119–25.
- [77] Herr S, Pierce MC, Berger RP, et al. Does valsalva retinopathy occur in infants? An initial investigation in infants with vomiting caused by pyloric stenosis. *Pediatrics* 2004;113:1658–61.
- [78] Hettler J, Greenes DS. Can the initial history predict whether a child with a head injury has been abused? *Pediatrics* 2003;111(3):602–7.
- [79] Hobbs C, Childs AM, Wynne J, et al. Subdural haematoma and effusion in infancy: an epidemiological study. *Arch Dis Child* 2005;90:952–5.
- [80] Hobbs C, Childs AM, Wynne J, Livingston J, Seal A. Subdural haematoma and effusion in infancy: an epidemiological study. *Arch Dis Child* 2005;90(9):952–5.
- [81] Hughes LA, May K, Talbot JF, et al. Incidence, distribution, and duration of birth-related retinal hemorrhages: a prospective study. *J AAPOS* 2006;10:102–6.
- [82] Hymel KP, Jenny C, Block RW. Intracranial hemorrhage and rebleeding in suspected victims of abusive head trauma: addressing the forensic controversies. *Child Maltreat* 2002;7:329–48.
- [83] Hymel KP, Makoroff KL, Laskey AL, et al. Mechanisms, clinical presentations, injuries, and outcomes from inflicted versus noninflicted head trauma during infancy: results of a prospective, multicentered, comparative study. *Pediatrics* 2007;119:922–9.
- [84] Ichord RN, Naim M, Pollock AN, Nance ML, Margulies SS, Christian CW. Hypoxic-ischemic injury complicates inflicted and accidental traumatic brain injury in young children: the role of diffusion-weighted imaging. *J Neurotrauma* 2007;24:106–18.
- [85] Jayawant S, Rawlinson A, Gibbon F, et al. Subdural haemorrhages in infants: population-based study. *BMJ* 1998;317:1558–61.
- [86] Jenny C, Hymel KP, Ritzen A, Reinert SE, Hay TC. Analysis of missed cases of abusive head trauma. *JAMA* 1999;281(7):621–6.
- [87] Johnson DL, Braun D, Friendly D. Accidental head trauma and retinal hemorrhage. *Neurosurgery* 1993;33:231–4.
- [88] Jones MD, James DS, Cory CZ, et al. Subdural hemorrhage sustained in a baby-rocker? A biomechanical approach to causation. *Forensic Sci Int* 2003;131:14–21.
- [89] Joy HM, Anscombe AM, Gawne-Cain ML. Blood-stained, acute subdural hygroma mimicking a subacute subdural haematoma in non-accidental head injury. *Clin Radiol* 2007;62:703–6.
- [90] Kafil-Hussain NA, Monavari A, Bowell R, Thornton P, Naughten E, O’Keefe M. Ocular findings in glutaric aciduria type 1. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 2000;37:289–93.
- [91] Kanter RK. Retinal hemorrhage after cardiopulmonary resuscitation or child abuse. *J Pediatr* 1986;108:430–2.
- [92] Kapila A, Trice J, Spies WG, et al. Enlarged cerebrospinal fluid spaces in infants with subdural hematomas. *Radiology* 1982;142:669–72.
- [93] Keenan HT, Runyan DK, Marshall SW, et al. A population-based comparison of clinical and outcome characteristics of young children with serious inflicted and noninflicted traumatic brain injury. *Pediatrics* 2004;114:633–9.
- [94] Keenan HT, Runyan DK, Marshall SW, Nocera MA, Merten DF. A population-based comparison of clinical and outcome characteristics of young children with serious inflicted and noninflicted traumatic brain injury. *Pediatrics* 2004;114(3):633–9.
- [95] Kemp AM, Stoodley N, Copley C, et al. Apnoea and brain swelling in non-accidental head injury. *Arch Dis Child* 2003;88:472–6.
- [96] Kemp A, Joshi A, Mann M, Liu A, Tempest V, Holden S, et al. Spinal injury in physical child abuse. *Arch Dis Child* 2009;94(Suppl. I):A45.
- [97] Kidwell CS, Wintermark M. Imaging of intracranial haemorrhage. *Lancet Neurol* 2008;7:256–67.
- [98] King WJ, MacKay M, Sirnack A. Canadian Shaken Baby Study Group. Shaken baby syndrome in Canada: clinical characteristics and outcomes of hospital cases. *CMAJ* 2003;168(2):155–9.
- [99] Kivlin JD, Simons KB, Lazowitz S, et al. Shaken baby syndrome. *Ophthalmology* 2000;107:1246–54.
- [100] Kivlin JD, Currie ML, Greenbaum VJ, et al. Retinal hemorrhages in children following fatal motor vehicle crashes: a case series. *Arch Ophthalmol* 2008;126:800–4.
- [101] Kivlin JD, Currie ML, Greenbaum J, Simons KB, Jentzen J. Retinal hemorrhages in children following fatal motor vehicle crashes. *Arch Ophthalmol* 2008;126:800–4.
- [102] Kramer K, Goldstein B. Retinal hemorrhages following cardiopulmonary resuscitation. *Clin Pediatr (Phila)* 1993;32:366–8.
- [103] Kravitz H, Driessen G, Gomberg R, et al. Accidental falls from elevated surfaces in infants from birth to one year of age. *Pediatrics* 1969;44(Suppl. 76):869–76.
- [104] Lambert SR, Johnson TE, Hoyt CS. Optic nerve sheath and retinal hemorrhages associated with the shaken baby syndrome. *Arch Ophthalmol* 1986;104:1509–12.
- [105] Langlois NE, Gresham GA. The ageing of bruises: a review and study of the colour changes with time. *Forensic Sci Int* 1991;50(2):227–38.
- [106] Lantz PE, Sinal SH, Stanton CA, et al. Perimacular retinal folds from childhood head trauma. *BMJ* 2004;328:754–6.

- [107] Levene S, Bonfield G. Accidents on hospital wards. *Arch Dis Child* 1991;66:1047–9.
- [108] Levin S, Janive J, Mintz M, et al. Diagnostic and prognostic value of retinal hemorrhages in the neonate. *Obstet Gynecol* 1980;55:309–14.
- [109] Looney CB, Smith JK, Merck LH, et al. Intracranial hemorrhage in asymptomatic neonates: prevalence on MR images and relationship to obstetric and neonatal risk factors. *Radiology* 2007;242:535–41.
- [110] Lorch SA, D'Agostino JA, Zimmerman R, Berbaum J. "Benign" extra-axial fluid in survivors of neonatal intensive care. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2004;158:178–82.
- [111] Lueder GT, Turner JW, Paschall R. Perimacular retinal folds simulating nonaccidental injury in an infant. *Arch Ophthalmol* 2006;124:1782–3.
- [112] Lyons TJ, Oates RK. Falling out of bed: a relatively benign occurrence. *Pediatrics* 1993;92:125–7.
- [113] Maguire S, Pickerd N, Farewell D, Mann M, Tempest V, Kemp AM. Which clinical features distinguish inflicted from non-inflicted brain injury A systematic review. *Arch Dis Child* 2009;94(11):860–7.
- [114] Matschke J, Puschel K, Glatzel M. Ocular pathology in shaken baby syndrome and other forms of infantile non-accidental head injury. *Int J Legal Med* 2009;123:189–97.
- [115] Matschke J, Voss J, Obi N, et al. Nonaccidental head injury is the most common cause of subdural bleeding in infants < 1 year of age. *Pediatrics* 2009;124:1587–94.
- [116] Matschke J, Puschel K, Glatzel M. Ocular pathology in shaken baby syndrome and other forms of infantile non-accidental head injury. *Int J Legal Med* 2009;123:189–97.
- [117] Mei-Zahav M, Uziel Y, Raz J, et al. Convulsions and retinal haemorrhage: should we look further? *Arch Dis Child* 2002;86:334–5.
- [118] Ment LR, Duncan CC, Geehr R. Benign enlargement of the subarachnoid spaces in the infant. *J Neurosurg* 1981;54:504–8.
- [119] Minns RA, Jones PA, Mok JYQ. Incidence and demography of non-accidental head injury in southeast Scotland from a national database. *Am J Prev Med* 2008;34:S126–33.
- [120] Mireau E. Syndrome du bébé secoué : hématome sous-dural du nourrisson et maltraitance, à propos d'une série de 404 cas. Thèse de médecine. Université de Paris V; 2005.
- [121] Mireau E. Hématome sous-dural du nourrisson et maltraitance. À propos d'une série de 404 cas. Thèse de médecine. Université Paris V; 2005.
- [122] Morad Y, Avni I, Capra L, et al. Shaken baby syndrome without intracranial hemorrhage on initial computed tomography. *J AAPOS* 2004;8:521–7.
- [123] Morison CN. The dynamics of shaken baby syndrome. University of Birmingham; 2002. p. 1–138.
- [124] Morris MW, Smith S, Cressman J, et al. Evaluation of infants with subdural hematoma who lack external evidence of abuse. *Pediatrics* 2000;105:549–53.
- [125] Muenchberger H, Assaad N, Joy P, et al. Idiopathic macrocephaly in the infant: long-term neurological and neuropsychological outcome. *Childs Nerv Syst* 2006;22:1242–8.
- [126] Mungan NK. Update on shaken baby syndrome: ophthalmology. *Curr Opin Ophthalmol* 2007;18:392–7.
- [127] Nassogne MC, Sharrard M, Hertz-Pannier L, Armengaud D, Touati G, Delonlay-Debeney P, et al. Massive subdural haematomas in Menkes disease mimicking shaken baby syndrome. *Pediatrics* 2005;116(5):1170–7.
- [128] Nimityongskul P, Anderson LD. The likelihood of injuries when children fall out of bed. *J Pediatr Orthop* 1987;7:184–6.
- [129] Nogueira GJ, Zaglul HF. Hypodense extracerebral images on computed tomography in children. "External hydrocephalus": a misnomer? *Childs Nerv Syst* 1991;7:336–41.
- [130] Odita JC. The widened frontal subarachnoid space. A CT comparative study between macrocephalic, microcephalic, and normocephalic infants and children. *Childs Nerv Syst* 1992;8:36–9.
- [131] Odom A, Christ E, Kerr N, et al. Prevalence of retinal hemorrhages in pediatric patients after in-hospital cardiopulmonary resuscitation: a prospective study. *Pediatrics* 1997;99:E3.
- [132] Oehmichen M, Jakob S, Mann S, et al. Macrophage subsets in mechanical brain injury (MBI)—a contribution to timing of MBI based on immunohistochemical methods: a pilot study. *Leg Med (Tokyo)* 2009;11:118–24.
- [133] Oral R, Yagmur F, Nashelsky M, Turkmen M, Kirby P. Fatal abusive head trauma cases: consequence of medical staff missing milder forms of physical abuse. *Pediatr Emerg Care* 2008;24(12):816–21.
- [134] Papanian NC, Frim DM. A theoretical model of benign external hydrocephalus that predicts a predisposition towards extra-axial hemorrhage after minor head trauma. *Pediatr Neurosurg* 2000;33:188–93.
- [135] Parizel PM, Ceulemans B, Laridon A, Özsarlak O, Van Goethem JW, Jorens PG. Cortical hypoxic-ischemic brain damage in shaken-baby (shaken impact) syndrome: value of diffusion-weighted MRI. *Pediatr Radiol* 2003;33:868–71.
- [136] Pearl GS. Traumatic neuropathology. *Clin Lab Med* 1998;18:39–64.
- [137] Pierre-Kahn V, Roche O, Dureau P, et al. Ophthalmologic findings in suspected child abuse victims with subdural hematomas. *Ophthalmology* 2003;110:1718–23.
- [138] Pierre-Kahn V, Roche O, Dureau P, Uteza Y, Renier D, Pierre-Kahn A, et al. Ophthalmologic findings in suspected child abuse victims with subdural hematomas. *Ophthalmology* 2003;110:1718–23.
- [139] Pittman T. Significance of a subdural hematoma in a child with external hydrocephalus. *Pediatr Neurosurg* 2003;39:57–9.
- [140] Plunkett J. Fatal pediatric head injuries caused by short-distance falls. *Am J Forensic Med Pathol* 2001;22:1–12.
- [141] Polito A, Au Eong KG, Repka MX, et al. Bilateral retinal hemorrhages in a preterm infant with retinopathy of prematurity immediately following cardiopulmonary resuscitation. *Arch Ophthalmol* 2001;119:913–4.
- [142] Rao P, Carty H, Pierce A. The acute reversal sign: comparison of medical and non-accidental injury patients. *Clin Radiol* 1999;54:495–501.
- [143] Raul JS, Roth S, Ludes B, Willinger R. Influence of the benign enlargement of the subarachnoid space on the bridging veins strain during a shaking event: a finite element study. *Int J Legal Med* 2008;122:337–40.
- [144] Ravid S, Maytal J. External hydrocephalus: a probable cause for subdural hematoma in infancy. *Pediatr Neurol* 2003;28:139–41.
- [145] Reece R. Differential diagnosis of inflicted childhood neurotrauma. In: Reece RM, Nicholson CE, editors. *Inflicted neurotrauma*. Elk Grove, IL: American Academy of pediatrics; 2003. p. 17–31.
- [146] Reiber GD. Fatal falls in childhood. How far must children fall to sustain fatal head injury? Report of cases and review of the literature. *Am J Forensic Med Pathol* 1993;14:201–7.
- [147] Reijneveld SA, van der Wal MF, Brugman E, Sing RA, Verloove-Vanhorick SP. Infant crying and abuse. *Lancet* 2004;364(9442):1340–2.
- [148] Ries M, Klinge J, Rauch R, Chen C, Deeg KH. Spontaneous subdural hematoma in a 18-day-old male newborn infant with severe hemophilia A. *Klin Pediatr* 1998;210:120–4.
- [149] Rooks VJ, Eaton JP, Ruess L, et al. Prevalence and evolution of intracranial hemorrhage in asymptomatic term infants. *Am J Neuroradiol* 2008;29:1082–9.
- [150] Roth S, Raul JS, Ludes B, et al. Finite element analysis of impact and shaking inflicted to a child. *Int J Legal Med* 2007;121:223–8.
- [151] Rubin DM, McMillan CO, Helfaer MA, et al. Pulmonary edema associated with child abuse: case reports and review of the literature. *Pediatrics* 2001;108:769–75.
- [152] Ruddick C, Platt MW, Lazaro C. Head trauma outcomes of verifiable falls in newborn babies. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2010;95:F144–5.
- [153] Rush CM, Jones JS, Cohle SD, et al. Pediatric injuries from cardiopulmonary resuscitation. *Ann Emerg Med* 1996;28:40–4.
- [154] Rutherford MA, Pennock JM, Schwieso JE, et al. Hypoxic ischaemic encephalopathy: early magnetic resonance imaging findings and their evolution. *Neuropediatrics* 1995;26:183–91.
- [155] Sandramouli S, Robinson R, Tsaloumas M, et al. Retinal haemorrhages and convulsions. *Arch Dis Child* 1997;76:449–51.
- [156] Sasaki-Adams D, Kulkarni A, Rutka J, et al. Neurosurgical implications of osteogenesis imperfecta in children. Report of 4 cases. *J Neurosurg Pediatr* 2008;1:229–36.
- [157] Sato Y. Imaging of nonaccidental head injury. *Pediatr Radiol* 2009;39(Suppl. 2):S230–5.

- [158] Sezen F. Retinal haemorrhages in newborn infants. *Br J Ophthalmol* 1971;55:248–53.
- [159] Sigmund GA, Tong KA, Nickerson JP, Wall CJ, Oyoyo U, Ashwal S. Multimodality comparison of neuroimaging in pediatric traumatic brain injury. *Pediatr Neurol* 2007;36:217–26.
- [160] Smith C. Intracranial haemorrhage in infants. *Curr Diagn Pathol* 2006;12:184–90.
- [161] Smith MD, Burrington JD, Woolf AD. Injuries in children sustained in free falls: an analysis of 66 cases. *J Trauma* 1975;15:987–91.
- [162] Société canadienne de pédiatrie. Programme canadien de surveillance pédiatrique (PCSP). Résultats 2008.
- [163] Squier W, Mack J. The neuropathology of infant subdural haemorrhage. *Forensic Sci Int* 2009;187:6–13.
- [164] Starling SP, Holden JR, Jenny C. Abusive head trauma: the relationship of perpetrators to their victims. *Pediatrics* 1995;95:259–62.
- [165] Starling SP, Patel S, Burke BL, et al. Analysis of perpetrator admissions to inflicted traumatic brain injury in children. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2004;158:454–8.
- [166] Sugar NF, Taylor JA, Feldman KW. Bruises in infants and toddlers: those who don't bruise rarely bruise. Puget Sound Pediatric Research Network. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1999;153(4):399–403.
- [167] Talvik I, Alexander RC, Talvik T. Shaken baby syndrome and a baby's cry. *Acta Paediatr* 2008;97(6):782–5.
- [168] Tong KA, Ashwal S, Obenaus A, Nickerson JP, Kido D, Haacke EM. Susceptibility-weighted MR imaging: a review of clinical applications in children. *Am J Neuroradiol* 2008;29:9–17.
- [169] Towner D, Castro MA, Eby-Wilkens E, et al. Effect of mode of delivery in nulliparous women on neonatal intracranial injury. *N Engl J Med* 1999;341:1709–14.
- [170] Trenchs V, Curcoy AI, Morales M, et al. Retinal haemorrhages in head trauma resulting from falls: differential diagnosis with non-accidental trauma in patients younger than 2 years of age. *Childs Nerv Syst* 2008;24:815–20.
- [171] Tung GA, Kumar M, Richardson RC, et al. Comparison of accidental and nonaccidental traumatic head injury in children on noncontrast computed tomography. *Pediatrics* 2006;118:626–33.
- [172] Tyagi AK, Willshaw HE, Ainsworth JR. Unilateral retinal haemorrhages in non-accidental injury. *Lancet* 1997;349:1224.
- [173] Tyagi AK, Scotcher S, Kozeis N, et al. Can convulsions alone cause retinal haemorrhages in infants? *Br J Ophthalmol* 1998;82:659–60.
- [174] Tzioumi D, Oates RK. Subdural hematomas in children under 2 years. Accidental or inflicted? A 10-year experience. *Child Abuse Negl* 1998;22:1105–12.
- [175] Van Baarlen J, Schuurman HJ, Huber J. Acute thymus involution in infancy and childhood: a reliable marker for duration of acute illness. *Hum Pathol* 1988;19:1155–60.
- [176] Vanezis P. Interpreting bruises at necropsy. *J Clin Pathol* 2001;54:348–55.
- [177] Vinchon M, Noule N, Tchofo PJ, et al. Imaging of head injuries in infants: temporal correlates and forensic implications for the diagnosis of child abuse. *J Neurosurg* 2004;101:44–52.
- [178] Vinchon M, Defoort-Dhellemmes S, Desurmont M, et al. Accidental and nonaccidental head injuries in infants: a prospective study. *J Neurosurg* 2005;102:380–4.
- [179] Warrington SA, Wright CM. Accidents and resulting injuries in premobile infants: data from the ALSPAC study. *Arch Dis Child* 2001;85:104–7.
- [180] Whitby EH, Griffiths PD, Rutter S, et al. Frequency and natural history of subdural haemorrhages in babies and relation to obstetric factors. *Lancet* 2003;363:846–51.
- [181] Williams RA. Injuries in infants and small children resulting from witnessed and corroborated free falls. *J Trauma* 1991;31:1350–2.
- [182] Willman KY, Bank DE, Senac M, Chadwick DL. Restricting the time of injury in fatal inflicted head injuries. *Child Abuse Negl* 1998;22(10):943–6.
- [183] Wagnanski-Jaffe T, Levin A, Shafiq A, Smith C, Enzenauer RW, Elder JE, et al. Postmortem orbital findings in shaken baby syndrome. *Am J Ophthalmol* 2006;142(2):233–40.