

# **TELEMEDECINE**

étude de faisabilité dans le domaine des patients brûlés

Benhamou F., Fyad J.P., Chassagne J.F.

# INTRODUCTION

---

Chaque année en France, 400 000 brûlures sont diagnostiquées, dont 100 000 nécessitent une hospitalisation. Cinquante pour cent des brûlés sont traités hors de centre spécialisé. Ces patients sont traités sans avis spécialisé chirurgical ou de rééducation. La prise en charge des patients porteurs de brûlures ne nécessite pas toujours une hospitalisation dans un service spécialisé (ce qui imposerait des trajets longs et coûteux).

L'intérêt du télédiagnostic des brûlures serait d'avoir une aide à la prise en charge par télémedecine. La vision d'une brûlure par télémedecine semble une technique pertinente pour faciliter le diagnostic et le suivi à distance de tels patients, suggérés par d'autres publications [1][2][3]. Une des priorités est de déterminer le plus exactement possible la profondeur de la brûlure.

D'autres auteurs ont validé des méthodes photographiques de mesures des plaies [4] [5] mais pas sur des brûlures.

Nous avons réalisé une étude rétrospective afin de comparer le diagnostic de la profondeur d'une brûlure sur une série de 46 patients.

Une comparaison est faite entre le diagnostic réalisé sur **photographie numérique** et le diagnostic **clinique**.

Cette étude entre dans le cadre d'un projet de prise en charge des brûlures par télédiagnostic. La présentation d'un site Internet d'aide au diagnostic a déjà été réalisé il y a un an [6]. La conduite de ce projet est suscitée par le faible nombre de centre de brûlés en France.

## OBJECTIF

---

L'objectif étant d'étudier la fiabilité d'un diagnostic de la profondeur d'une brûlure par un support photographique numérique où seul l'examen clinique est capable de la déterminer.

Les deux idées maîtresses étant FIABILITE et SECURITE

# GENERALITES

---

## A. FACTEUR PRONOSTIC D'UN PATIENT BRULE [7]

La prise en charge du patient sera associée à différents facteurs aussi importants que la profondeur de la brûlure :

- l'âge
- la surface
- la localisation
- le mécanisme de la brûlure
- l'existence de complications telles que des complications pulmonaires
- l'existence de brûlure circulaire des membres ou du cou.
- l'existence de tares associées

Tous ces éléments nous montrent que la profondeur de la brûlure n'est qu'un des éléments de la prise en charge du patient. Cependant pour permettre de déterminer une stratégie thérapeutique, il est nécessaire d'avoir un élément indispensable qui est la profondeur de la brûlure.

## RAPPEL SUR LA PROFONDEUR D'UNE BRULURE

La profondeur d'une brûlure est un paramètre essentiel car c'est de la profondeur que dépend l'évolution cicatricielle, tant en terme de durée que de résultats.

On distingue trois degrés de brûlures dont le diagnostic est directement lié à **l'appréciation des couleurs** [8].

La correspondance histologique de la profondeur d'une brûlure est représentée figure 1 .

- le premier degré ( figure 2) correspond à un coup de soleil léger. Il s'agit, au plan histologique, d'une lésion qui intéresse uniquement l'épiderme, sans atteinte de la basale et de la couche des cellules de Malpighi. Ces lésions apparaissent rouges, chaudes et douloureuses. Fait important, il n'y a pas de phlyctènes dans les lésions du premier degré. La cicatrisation spontanée est obligatoire en quelques jours sans aucune séquelle.
- Le deuxième degré ( figure 3 )correspond à une atteinte plus ou moins profonde du derme, ce qui permet de distinguer les brûlures du deuxième degré superficiel et les brûlures du deuxième degré profond. La caractéristique pathognomonique de toutes les brûlures du deuxième degré est la présence de phlyctènes.

Dans le deuxième degré superficiel, la brûlure entraîne une destruction de la quasi totalité de l'épiderme et s'arrête au niveau de la basale, découvrant la papille dermique. La cicatrisation est rapide en une à deux semaines sans laisser persister de séquelle dans la grande majorité des cas.

Dans le deuxième degré profond, la lésion détruit non seulement l'épiderme et la basale, mais aussi une épaisseur importante du derme. Dans ce cas l'évolution spontanée sera longue (deux à quatre semaines) et se fera vers une cicatrice indélébile.

- Les brûlures du troisième degré ( figure 4 ), sont caractérisées par l'absence de phlyctène. La peau brûlée reste adhérente, a une couleur qui va du blanc au noir et n'a aucune sensibilité. Il s'agit d'une destruction de l'épiderme et derme s'arrêtant, suivant les cas, au niveau de l'hypoderme, du muscle, ou même des tendons et des os. Aucune cicatrisation n'est possible. La guérison ne peut être obtenue que par la réalisation d'une excision de la nécrose suivie de la pose d'une greffe.

## B. A QUI S'ADRESSE LE TELEDIAGNOSTIC DES BRULURES ?

Cette aide au diagnostic s'adresse aux « petits brûlés » hospitalisés dans des services de chirurgie générale sans avis spécialisé au sein de l'hôpital. Nous entendons par « petits brûlés » les patients présentant des brûlures d'une surface corporelle totale inférieure à 10% chez l'adulte et inférieur à 5% chez l'enfant, et ayant une brûlure dont :

- la localisation est autre que le visage, le cou, les mains ou les organes génitaux,
- le type est non circulaire
- mécanisme non électrique
- le patient ne présente aucune tare associée ni de complications générales.

Cette aide vise à améliorer la prise en charge au niveau de l'hôpital local. Par exemple, afin de déterminer quand il sera nécessaire de réaliser la greffe ou la mise en place de vêtements compressifs. Ces deux éléments étant directement liés à la profondeur de la brûlure.

## C. POURQUOI LE TELEDIAGNOSTIC

Le télédiagnostic est avant tout pour une aide à la prise en charge qui présente l'intérêt :

- de fournir un diagnostic **rapide** et **peu coûteux** [9]. (il éviterait ainsi à de nombreux patients à se déplacer et d'avoir de longs trajets ). Par exemple, il évite aux enfants les trajets vers les hôpitaux éloignés pour obtenir un avis spécialisé, les impacts psychologiques sont donc moindres.
- **diminuer les séquelles de brûlures**: Par exemple pour les brûlures intermédiaires et profondes par la mise en place de vêtements compressifs si nécessaire.

**Réduire la durée de cicatrisation**: Par exemple en proposant la greffe dermo-épidermique pour les brûlures de deuxième degré profond si nécessaire.

# MATERIEL ET METHODE

---

Nous nous intéresserons au diagnostique de la profondeur de la brûlure.

Chaque brûlure était évaluée par le brûlologue référant au vu de l'examen clinique, et d'autre part, évaluée par visualisation sur écran d'ordinateur par deux experts d'après photographie numérique.

## **A. PATIENTS**

Nous avons répertorié les patients ayant été hospitalisés pour une ou plusieurs brûlures dans trois hôpitaux de Lorraine entre le 11/01/01 au 22/08/01 soit 46 patients. Les trois hôpitaux étudiés étaient :

- Hôpital d'enfant du CHU de Nancy : enfants
- Hôpital Bon Secours à Metz : enfants et adultes
- Hôpital de Freyming Merlebach : adultes

Ces trois établissements font partie des 25 centres de brûlés en France.

## **B. METHODE DIAGNOSTIQUE DE REFERENCE**

Le diagnostic a été fait de visu par un chirurgien brûlologue qui avait la responsabilité du patient. Au vu de l'**examen clinique** de la brûlure (avec si besoin des éléments complémentaires comme le saignement à la scarification et un test de sensibilité) et de l'**évolution de la brûlure** il y aura un diagnostic de certitude en trois profondeurs :

- Superficielle : correspond au 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> degré superficiel
- Intermédiaire : correspond au 2<sup>ème</sup> degré intermédiaire
- Profonde : correspond au 2<sup>ème</sup> degré profond et 3<sup>ème</sup> degré

Nous considérons ce diagnostique comme le reflet de la réalité

### **C. METHODE DIAGNOSTIQUE SUR PHOTOS NUMERIQUES**

82 photos numériques de brûlures ont été réalisées sur 46 patients. Chaque patient était porteur d'une à trois brûlures en des localisations différentes. (Exemple : une brûlure au bras, une brûlure au thorax, une brûlure au pied). Nous avons considéré chaque localisation comme une brûlure indépendante.

Les photographies ont été réalisées avec un appareil numérique de marque CASIO modèle QV 3000 ER/IR avec une résolution de 3 millions de pixels. Les photos avaient été réalisées dans un délai entre 0 et 21 jours par rapport à la brûlure.

Deux experts ont proposé un diagnostic de profondeur de la lésion à partir d'une photo numérique de la brûlure. La photo avait été prise avec le même appareil photo dans des conditions d'éclairage et de profondeur de champs identiques. Les images étaient analysées sur écran d'ordinateur. Les deux experts étaient d'une part un chirurgien et d'autre part un anesthésiste réanimateur, tous deux spécialisés dans la prise en charge des brûlures. Le diagnostic est réalisé de façon indépendante entre les deux experts.

Les brûlures sont classées en trois profondeurs comme le brûlologue référent.



## **D. METHODE D'ANALYSE STATISTIQUE**

La première étape a été tout d'abord le recueil des informations, ceci a été réalisé par une feuille de recueil des données ( Tableau I ) puis les informations sont retranscrites sur des tableaux de données dont un exemple est reproduit tableau II

**La concordance est réalisée en calculant le coefficient Kappa.**

- Le résultat est considéré comme assez bon si le Kappa  $> 0.5$ .
- Le résultat est considéré bon si le Kappa se situe entre 0.6 et 0.8
- Le résultat est considéré très bon si le Kappa est  $> 0.8$ .

L'analyse est faite pour rechercher une concordance entre différents critères que nous avons déterminés:

- Concordance entre le diagnostique clinique et diagnostique sur photo numérique
- Concordance entre le diagnostique des deux juges
- Concordance diagnostique en fonction de l'âge
  - Pour ce, il a été réalisé deux groupes :
    - .Enfants: Inférieur à 12 ans
    - .Adultes: supérieur à 12 ans
- Concordance diagnostique en fonction du délai de la prise de photo par rapport à la brûlure
  - Pour cela, il a été réalisé trois groupes :
    - .J0 et J1
    - .J2 à J7
    - .J8 à J21

Le choix de ces délais correspond à des stades d'évolution de la brûlure pour lequel des choix thérapeutiques peuvent être pris.

# RESULTATS

---

- **1. LES CHIFFRES**

REPARTITION EN FONCTION DE L'AGE ( Tableau III )

ETIOLOGIE DES BRULURES ( Tableau IV )

DELAIS DE LA PHOTO PAR RAPPORT A LA BRULURE( Tableau V )

PROFONDEUR DE LA BRULURE

- La répartition des profondeurs diagnostiquées cliniquement est la suivante (Tableau VI )
- La répartition des propositions diagnostiquées par les deux juges est la suivante (Tableau VII et Tableau VIII )

- **2. CONCORDANCE**

**A. Concordance entre diagnostic clinique (de visu) et diagnostic sur photo**

La concordance de diagnostics entre le diagnostic clinique et celui des experts est bonne avec un K pondéré à 0.60 [0.47-0.73] pour le juge 1 et 0.53 [0.40-0.66] pour le juge 2.

### **B. concordance diagnostic des deux juges**

La concordance entre les deux juges est assez bonne avec un Kappa pondéré à 0.57 [0.43-0.70]

Les deux juges sont d'accord dans 65% des cas.

### **C. Concordance en fonction de l'âge**

La concordance est meilleure pour les adultes que pour les enfants avec un Kappa à 0.75 (juge 1) et 0.55 (juge 2) pour la population adulte contre 0.52 (juge 1) et 0.50 (juge 2) pour la population enfant (Tableau IX ).

### **D. Concordance en fonction du délai de prise de la photo**

Voici le tableau récapitulatif de toutes les statistiques faites par le calcul du Kappa pour les deux juges et pour les trois périodes concernées. ( Tableau X )

La concordance est meilleure pour les diagnostics réalisés très précocement à J0 ou J1.

# DISCUSSION

---

## Concordance entre diagnostic clinique de visu et diagnostic sur photo

Les résultats sont assez bons avec un Kappa supérieur à 0.5. Cela représente en fait 57% à 65% de réponses exactes.

Intéressons-nous aux réponses fausses, elles peuvent soit diagnostiquer une brûlure de façon **pessimiste** en considérant que la brûlure est plus grave qu'elle n'est ou, au contraire **optimiste** en considérant que la brûlure est moins grave qu'elle n'est.

Les experts ont fait un diagnostic pessimiste dans 20% à 32 % des cas, ici on peut considérer que c'est une sécurité pour le patient.

En effet mieux vaut un traitement compressif par excès que par défaut. De plus, la réévaluation des plaies au 8<sup>ème</sup> et 15<sup>ème</sup> jours permet de rectifier encore ces diagnostics pessimistes.

Les experts ont fait un diagnostic optimiste dans 6% à 9 % des cas. Ils ont considéré à tort qu'une brûlure était superficielle au lieu de profonde dans 1% des cas et considéré qu'une brûlure était intermédiaire au lieu de profonde dans 5% à 8 % des cas. Ces chiffres doivent être pondérés par le fait que des biais existent.

En effet toutes les photos ne sont pas prises à J0 et donc la présence de topique sur la brûlure rend plus difficile le diagnostic dans les jours qui suivent l'accident.

De plus, les pansements provoquent un blanchiment de la plaie par macération, dans ce cas, la plaie peut prendre l'aspect d'une brûlure profonde ( blanche)

Par ailleurs, les protocoles de pansement sont différents d'un hôpital à l'autre. La sémiologie de la brûlure varie donc en fonction de ce protocole. Un expert non habitué à ce protocole pourra être induit en erreur.

## Concordance entre les deux juges

La concordance est bonne avec 65% de réponses identiques. Ceci, alors que les deux experts ont des habitudes différentes.

La sémiologie de la brûlure est différente si le pansement est fait avec un protocole utilisant du tulle gras, de la flamazine ou exposé à l'air.

### **Concordance en fonction de l'âge**

Les Kappa sont différents entre adultes et enfants.

La différence entre les résultats des enfants et des adultes ( test de  $\chi^2$  ) est significative ( $p < 0.005$ ).

Les résultats montrent bien que le télédiagnostic est meilleur chez les adultes que chez les enfants.

Cependant il est à noter que les enfants ont eu pour la plupart des photos tardives ce qui peut expliquer en partie cette différence.

Par ailleurs, il est classiquement admis que l'évolution des brûlures de l'enfant est parfois meilleure à profondeur égale, ceci pourrait expliquer également les erreurs des experts chez l'enfant.

### **Concordance en fonction du délai de prise de la photo**

Quant la photo est prise à J0 ou J1 il y a plus de 82% de réponses exactes avec un Kappa jusqu'à 0.77 [0.57-0.96].

Ce chiffre passe à 53% au-delà de 48 heures.

L'effet de la macération par les topiques et l'utilisation de flamazine chez les enfants rend le diagnostic de certitude plus difficile. En effet le diagnostic de profondeur est basé sur l'appréciation des couleurs de la plaie, celle-ci est rapidement modifiée par le type de pansement.

# CONCLUSION

---

Le télédiagnostic des brûlures à la phase initiale est une approche inhabituelle de la prise en charge des patients. De nos jours, il a été mis en place des centres de brûlés très spécialisés mais en nombre limité sur le territoire français. Ceux-ci prennent en charge principalement les grands brûlés. Par conséquent, il n'est pas rare que les patients soient pris en charge dans un service de chirurgie générale.

Au terme de cette étude menée entre janvier 2001 et août 2001, concernant 82 brûlures sur 46 patients, il nous apparaît que le diagnostic de profondeur d'une brûlure sur photographie numérique est fiable.

Pour des conditions de fiabilité diagnostique et de sécurité des patients il faut encadrer le télédiagnostic par :

## **1. Un Protocole bien établi**

Il faut réaliser les photos à J0 avant la réalisation du pansement, car le taux de bons diagnostics est meilleur

Il est nécessaire de réaliser des photos systématiques à J7 et J14 pour suivre l'évolution de la brûlure et revoir le diagnostic dans des cas litigieux : ceci permet de réévaluer les diagnostic optimistes à tort.

De plus, il est important d'avoir une harmonisation des protocoles de soins au niveau des médecins d'un même service et des hôpitaux en relation par télédiagnostic et ce, du fait que les experts se basent sur leur propre expérience pour poser leur diagnostic.

## **2. Fiche d'information complémentaire**

Différents éléments sont à prendre en compte

- Agent causal
- circonstance
- Présence d'un saignement à la scarification
- Sensibilité

L'agent causal et les circonstances sont facilement reproductibles par contre deux éléments comme le saignement à la scarification et la sensibilité le sont moins facilement. Ces deux éléments sont essentiels lors de l'examen clinique pour les brûlologues. Ceux ci ont été volontairement retirés de la fiche d'information médicale devant la difficulté d'harmoniser les résultats. Cependant il serait utile de réaliser une échelle d'évaluation standardisée de ces deux données cliniques afin d'améliorer la sensibilité diagnostique.

## **3. Technique**

Il est possible d'améliorer la fiabilité diagnostique du point de vue technique après une période d'apprentissage et une formation sur le matériel.

La qualité de la photo en terme de qualité des couleurs est plus importante que le nombre de pixel étant donné que la sémiologie de la brûlure est basée sur le rendu des couleurs.

La Mise en place d'un réseau de référents avec une bonne connaissance entre les membres du réseau, une évaluation continue de la qualité des échanges au sein du réseau et de la fiabilité du diagnostique est essentielle.

La coopération des intervenants et la mise en place d'un protocole est la clef de ce mode de prise en charge, l'objectif final étant la mise en place d'un site Internet d'aide à la prise en charge des brûlures. L'amélioration et la diffusion de cette méthode d'aide au diagnostic est aujourd'hui un objectif d'avenir.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

1:Redlick F, Roston B, Gomez M, Fish JS.

*An initial experience with telemedicine in follow-up burn care.*

J Burn Care . 2002 Mar-Apr; 23(2):110-5.

2.:Cloutier A.

*Distance diagnosis in pediatric cardiology: a model for telemedicine implementation.*

Telemed Today. 2000. 8(3): p.20-21

3.Ordonez AJ, Rodriguez-Castro C, Zamora J, Rubio J., Scheen A.,

*Development and use of a telemedicine system for medical surveillance of diabetic patients*

Journ Annu Diabetol. 2000: p.179-194.

4.Debray M., Couturier P., Greuillet F., Vidal C., Gavazzi G.,

*Evaluation à distance des plaies par photographies numériques.*

Journal des Plaies et Cicatrisation. 2000. 5: p 7-12.

5.Griffin J.W., Tolley E., Tooms R.,

*A comparison of photographic and transparency based methods for measuring wound surface area.*

Phys Ther. 1993. 73: p117-122.

6. Fyad J.P., Meley M, Dumas R.

*Evaluation du télédiagnostic dans la prise en charge des brûlures en Lorraine.*

Congres international SFETB, Lyon, 2001

7. Wassermann D.,

*Critères de gravité des brûlures.*

Pathol Biol, 2002. 50: p 65-73.

8.Neild TO, Davey R.B.

*Skin colour in digital images.*

Burns. 2001 May; 27(3): p.297-298.

9.Couturier P., Tyrrel J., Woodward C.,

*Télé-enseignement par Visioconférence*

Télémedecine et Gériologie, Paris, 2000, p.65-79





## ILLUSTRATIONS

figure 1 :Correspondance histologique des différentes profondeurs de brûlures  
A : 1<sup>er</sup> degré , B : 2<sup>ème</sup> degré superficiel, C : 2<sup>ème</sup> degré profond, D : 3<sup>ème</sup> degré.

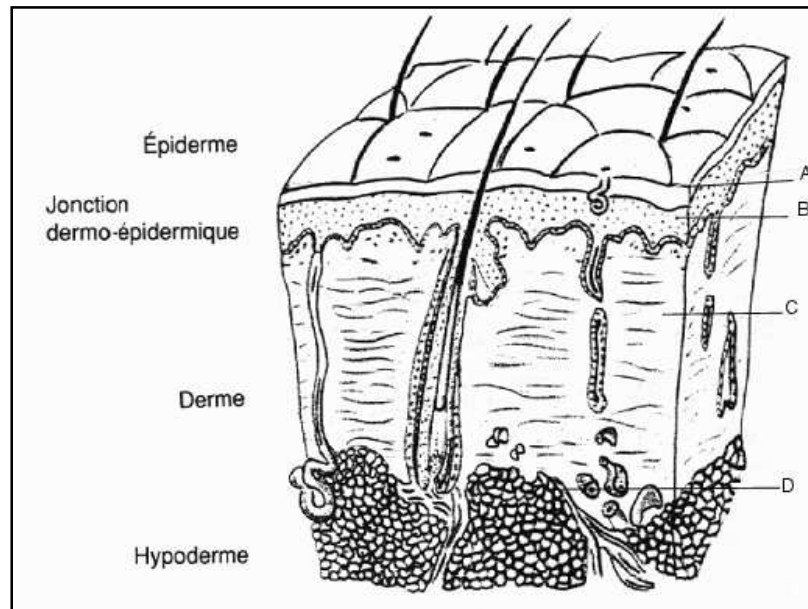


figure 2 :brûlure du premier degré



figure 3 :brûlure du deuxième degré



figure 4 :brûlure du troisième degré



Tableau I : Feuille de recueil des données

NOM Prénom Age Sexe	CAUSE	PROFONDEUR EXPERT 1	PROFONDEUR EXPERT 2	DATE PHOTO
LOCALISATION 1				
LOCALISATION 2				
LOCALISATION 3				

Tableau II : tableau de données entre diagnostique juge 1, par rapport au diagnostique clinique

	Diagnostic du juge 1	superficielle	intermédiaire	Profonde
Diagnostic clinique				
Superficielle (34)		<b>20*</b>	14	0
Intermédiaire (23)		2	<b>18*</b>	3
Profonde (25)		1	7	<b>17*</b>

\*résultats exacts

Tableau III : REPARTITION EN FONCTION DE L'AGE

Tableau IV : ETIOLOGIE DES BRULURES

Tableau V : DELAIS DE LA PHOTO PAR RAPPORT A LA BRULURE

Tableau VI : La répartition des profondeurs diagnostiquées cliniquement est la suivante

Tableau VII : Réponse du juge 1 sur la profondeur de la brûlure

Tableau VIII : Réponse du juge 2 sur la profondeur de la brûlure

Tableau IX : Concordance en fonction de l'âge

		Kappa	Intervalle de confiance
JUGE 1	0-11 ans	0.52	0.36-0.68
	>12ans	<b>0.75</b>	0.53-0.95
JUGE 2	0-11 ans	0.50	0.32-0.65
	>12ans	<b>0.55</b>	0.33-0.77

Tableau X : Concordance en fonction du délai de prise de la photo

		Kappa	Intervalle de confiance
JUGE 1	JO-J1	<b>0.77</b>	0.57-0.96
	J2-J7	0.48	0.30-0.67
	J8-J21	0.46	0.11-0.80
JUGE 2	JO-J1	<b>0.66</b>	0.47-0.85
	J2-J7	0.48	0.30-0.66
	J8-J21	0.35	0.10-0.66

## RESUME

---

Avant de proposer une aide à la prise en charge des patients brûlés en Lorraine par télédiagnostic, nous devons valider la méthode. Un étude rétrospective de quarante six patients hospitalisés pour brûlure au sein de trois établissements hospitaliers de Lorraine entre janvier 2001 et août 2001 a été réalisée. Tous les patients ont bénéficiés de photos numériques de leurs brûlures au cours de leur hospitalisation. Un diagnostic sur photo numérique a été posé à distance de l'hospitalisation par deux experts de façon indépendante et comparé au diagnostic réellement constaté par le clinicien en charge des patients. Il est montré que le diagnostic sur photo numérique d'une brûlure est fiable et ce, d'autant plus que la photo est faite précocement. Ceci autorise l'utilisation de la télémédecine pour la prise en charge de certaines brûlures.

### MOTS CLES:

Telemedecine – brulure

## SUMMARY

---

Before trying to help with the treatment of burned patients in Lorraine with telediagnosis, we had to validate such a method. A study on 46 burned patients from three Lorraine region hospitals was conducted between January 2001 and August 2001. All patients had photographs of their burns taken during hospitalisation. Two experts were able to independently diagnose the burns only by looking at the taken digital pictures while the on-site clinician presented his own diagnostic for comparison. A diagnosis over a numerical picture has been proven reliable, and the sooner the picture is taken the better. Through this study, we see that the use telemedicine can be authorized for the treatment of certain types of burns.

### KEYWORDS

telemedecine – burns