



**HAL**  
open science

# Prévalence échographique des synovites et ténosynovites de la main et du pied dans la sclérodermie systémique et corrélation avec les caractéristiques de la maladie dont le handicap de la main

Jason Hubac

## ► To cite this version:

Jason Hubac. Prévalence échographique des synovites et ténosynovites de la main et du pied dans la sclérodermie systémique et corrélation avec les caractéristiques de la maladie dont le handicap de la main. Médecine humaine et pathologie. 2018. dumas-01902668

**HAL Id: dumas-01902668**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01902668>**

Submitted on 23 Oct 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



## AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il n'a pas été réévalué depuis la date de soutenance.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact au SID de Grenoble :  
[bump-theses@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:bump-theses@univ-grenoble-alpes.fr)

## LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4  
Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

<http://www.cfcopies.com/juridique/droit-auteur>

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

Année : 2018

**PREVALENCE ECHOGRAPHIQUE DES SYNOVITES ET TENOSYNOVITES  
DE LA MAIN ET DU PIED DANS LA SCLERODERMIE SYSTEMIQUE  
ET CORRELATION AVEC LES CARACTERISTIQUES DE LA MALADIE  
DONT LE HANDICAP DE LA MAIN.**

THÈSE  
PRÉSENTÉE POUR L'OBTENTION DU TITRE DE DOCTEUR EN MÉDECINE  
DIPLOME D'ÉTAT

Par HUBAC Jason [Données à caractère personnel]

THÈSE SOUTENUE PUBLIQUEMENT À LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE  
GRENOBLE\*

le 11/10/2018

DEVANT LE JURY COMPOSÉ DE :

Président du jury :

Monsieur le professeur GAUDIN Philippe

Membres :

Madame le docteur GILSON Mélanie, directrice de thèse

Monsieur le professeur CARPENTIER Patrick

Monsieur le professeur BAILLET Athan

Monsieur le docteur IMBERT Bernard

*\*L'UFR de Médecine de Grenoble n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ; ces opinions sont considérées comme propres à leurs auteurs.*

Doyen de la Faculté : Pr. Patrice MORAND

Année 2017-2018

**ENSEIGNANTS A L'UFR DE MEDECINE**

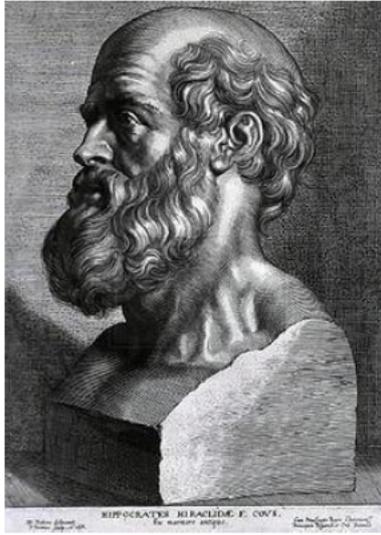
CORPS	NOM-PRENO	Discipline universitaire
PU-PH	ALBALADEJO Pierre	Anesthésiologie réanimation
PU-PH	APEL Florent	Ophthalmologie
PU-PH	ARVIEUX-BARTHELEMY Catherine	Chirurgie générale
PU-PH	BAILLET Athan	Rhumatologie
PU-PH	BARONE-ROCHETTE Gilles	Cardiologie
PU-PH	BAYAT Sam	Physiologie
PU-PH	BENHAMOU Pierre Yves	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
PU-PH	BERGER François	Biologie cellulaire
MCU-PH	BIDART-COUTTON Marie	Biologie cellulaire
MCU-PH	BOISSET Sandrine	Agents infectieux
PU-PH	BONAZ Bruno	Gastro-entérologie, hépatologie, addictologie
PU-PH	BONNETERRE Vincent	Médecine et santé au travail
PU-PH	BOREL Anne-Laure	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
PU-PH	BOSSON Jean-Luc	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
MCU-PH	BOTTARI Serge	Biologie cellulaire
PU-PH	BOUGEROL Thierry	Psychiatrie d'adultes
PU-PH	BOUILLET Laurence	Médecine interne
PU-PH	BOUZAT Pierre	Réanimation
MCU-PH	BRENIER-PINCHART Marie Pierre	Parasitologie et mycologie
PU-PH	BRICAULT Ivan	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	BRICHON Pierre-Yves	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
MCU-PH	BRIOT Raphaël	Thérapeutique, médecine d'urgence
MCU-PH	BROUILLET Sophie	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
PU-PH	CAHN Jean-Yves	Hématologie
PU-PH	CARPENTIER Françoise	Thérapeutique, médecine d'urgence
PU-PH	CARPENTIER Patrick	Chirurgie vasculaire, médecine vasculaire
PU-PH	CESBRON Jean-Yves	Immunologie
PU-PH	CHABARDES Stephan	Neurochirurgie
PU-PH	CHABRE Olivier	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
PU-PH	CHAFFANJON Philippe	Anatomie
PU-PH	CHARLES Julie	Dermatologie
PU-PH	CHAVANON Olivier	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
PU-PH	CHIQUET Christophe	Ophthalmologie

PU-PH	CHIRICA Mircea	Chirurgie générale
PU-PH	CINQUIN Philippe	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
MCU-PH	CLAVARINO Giovanna	Immunologie
PU-PH	COHEN Olivier	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	COURVOISIER Aurélien	Chirurgie infantile
PU-PH	COUTURIER Pascal	Gériatrie et biologie du vieillissement
PU-PH	CRACOWSKI Jean-Luc	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
PU-PH	CURE Hervé	Oncologie
PU-PH	DEBILLON Thierry	Pédiatrie
PU-PH	DECAENS Thomas	Gastro-entérologie, Hépatologie
PU-PH	DEMATTEIS Maurice	Addictologie
MCU-PH	DERANSART Colin	Physiologie
PU-PH	DESCOTES Jean-Luc	Urologie
MCU-PH	DETANTE Olivier	Neurologie
MCU-PH	DIETERICH Klaus	Génétique et procréation
MCU-PH	DOUTRELEAU Stéphane	Physiologie
MCU-PH	DUMESTRE-PERARD Chantal	Immunologie
PU-PH	EPAULARD Olivier	Maladies Infectieuses et Tropicales
PU-PH	ESTEVE François	Biophysique et médecine nucléaire
MCU-PH	EYSSERIC Hélène	Médecine légale et droit de la santé
PU-PH	FAGRET Daniel	Biophysique et médecine nucléaire
PU-PH	FAUCHERON Jean-Luc	Chirurgie générale
MCU-PH	FAURE Julien	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	FERRETTI Gilbert	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	FEUERSTEIN Claude	Physiologie
PU-PH	FONTAINE Éric	Nutrition
PU-PH	FRANCOIS Patrice	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
MCU-MG	GABOREAU Yoann	Médecine Générale
PU-PH	GARBAN Frédéric	Hématologie, transfusion
PU-PH	GAUDIN Philippe	Rhumatologie
PU-PH	GAVAZZI Gaétan	Gériatrie et biologie du vieillissement
PU-PH	GAY Emmanuel	Neurochirurgie
MCU-PH	GILLOIS Pierre	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
MCU-PH	GRAND Sylvie	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	GRIFFET Jacques	Chirurgie infantile
PU-PH	GUEBRE-EGZIABHER Fitsum	Néphrologie
MCU-PH	GUZUN Rita	Endocrinologie, diabétologie, nutrition, éducation thérapeutique
PU-PH	HAINAUT Pierre	Biochimie, biologie moléculaire
PU-PH	HENNEBICQ Sylviane	Génétique et procréation
PU-PH	HOFFMANN Pascale	Gynécologie obstétrique
PU-PH	HOMMEL Marc	Neurologie
PU-MG	IMBERT Patrick	Médecine Générale
PU-PH	JOUK Pierre-Simon	Génétique
PU-PH	JUVIN Robert	Rhumatologie

PU-PH	KAHANE Philippe	Physiologie
MCU-PH	KASTLER Adrian	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	KRACK Paul	Neurologie
PU-PH	KRAINIK Alexandre	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	LABARERE José	Epidémiologie ; Eco. de la Santé
MCU-PH	LABLANCHE Sandrine	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
MCU-PH	LANDELLE Caroline	Bactériologie - virologie
MCU-PH	LAPORTE François	Biochimie et biologie moléculaire
MCU-PH	LARDY Bernard	Biochimie et biologie moléculaire
MCU-PH	LARRAT Sylvie	Bactériologie, virologie
MCU - PH	LE PISSART Audrey	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	LECCIA Marie-Thérèse	Dermato-vénérologie
PU-PH	LEROUX Dominique	Génétique
PU-PH	LEROY Vincent	Gastro-entérologie, hépatologie, addictologie
PU-PH	LEVY Patrick	Physiologie
PU-PH	LONG Jean-Alexandre	Urologie
PU-PH	MAGNE Jean-Luc	Chirurgie vasculaire
MCU-PH	MAIGNAN Maxime	Thérapeutique, médecine d'urgence
PU-PH	MAITRE Anne	Médecine et santé au travail
MCU-PH	MALLARET Marie-Reine	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
MCU-PH	MARLU Raphaël	Hématologie, transfusion
MCU-PH	MAUBON Danièle	Parasitologie et mycologie
PU-PH	MAURIN Max	Bactériologie - virologie
MCU-PH	MC LEER Anne	Cytologie et histologie
PU-PH	MERLOZ Philippe	Chirurgie orthopédique et traumatologie
PU-PH	MORAND Patrice	Bactériologie - virologie
PU-PH	MOREAU-GAUDRY Alexandre	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	MORO Elena	Neurologie
PU-PH	MORO-SIBILOT Denis	Pneumologie
PU-PH	MOUSSEAU Mireille	Cancérologie
PU-PH	MOUTET François	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie
MCU-PH	PACLET Marie-Hélène	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	PALOMBI Olivier	Anatomie
PU-PH	PARK Sophie	Hémato - transfusion
PU-PH	PASSAGGIA Jean-Guy	Anatomie
PU-PH	PAYEN DE LA GARANDERIE Jean-François	Anesthésiologie réanimation
MCU-PH	PAYSANT François	Médecine légale et droit de la santé
MCU-PH	PELLETIER Laurent	Biologie cellulaire
PU-PH	PELLOUX Hervé	Parasitologie et mycologie
PU-PH	PEPIN Jean-Louis	Physiologie
PU-PH	PERENNOU Dominique	Médecine physique et de réadaptation
PU-PH	PERNOD Gilles	Médecine vasculaire
PU-PH	PIOLAT Christian	Chirurgie infantile
PU-PH	PISON Christophe	Pneumologie

PU-PH	PLANTAZ Dominique	Pédiatrie
PU-PH	POIGNARD Pascal	Virologie
PU-PH	POLACK Benoît	Hématologie
PU-PH	POLOSAN Mircea	Psychiatrie d'adultes
PU-PH	PONS Jean-Claude	Gynécologie obstétrique
PU-PH	RAMBEAUD Jacques	Urologie
PU-PH	RAY Pierre	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
PU-PH	REYT Émile	Oto-rhino-laryngologie
PU-PH	RIGHINI Christian	Oto-rhino-laryngologie
PU-PH	ROMANET Jean Paul	Ophthalmologie
PU-PH	ROSTAING Lionel	Néphrologie
MCU-PH	ROUSTIT Matthieu	Pharmacologie fondamentale, pharmaco clinique, addictologie
MCU-PH	ROUX-BUISSON Nathalie	Biochimie, toxicologie et pharmacologie
MCU-PH	RUBIO Amandine	Pédiatrie
PU-PH	SARAGAGLIA Dominique	Chirurgie orthopédique et traumatologie
MCU-PH	SATRE Véronique	Génétique
PU-PH	SAUDOU Frédéric	Biologie Cellulaire
PU-PH	SCHMERBER Sébastien	Oto-rhino-laryngologie
PU-PH	SCHWEBEL-CANALI Carole	Réanimation médicale
PU-PH	SCOLAN Virginie	Médecine légale et droit de la santé
MCU-PH	SEIGNEURIN Arnaud	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
PU-PH	STAHL Jean-Paul	Maladies infectieuses, maladies tropicales
PU-PH	STANKE Françoise	Pharmacologie fondamentale
MCU-PH	STASIA Marie-José	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	STURM Nathalie	Anatomie et cytologie pathologiques
PU-PH	TAMISIER Renaud	Physiologie
PU-PH	TERZI Nicolas	Réanimation
MCU-PH	TOFFART Anne-Claire	Pneumologie
PU-PH	TONETTI Jérôme	Chirurgie orthopédique et traumatologie
PU-PH	TOUSSAINT Bertrand	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	VANZETTO Gérald	Cardiologie
PU-PH	VUILLEZ Jean-Philippe	Biophysique et médecine nucléaire
PU-PH	WEIL Georges	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
PU-PH	ZAOUI Philippe	Néphrologie
PU-PH	ZARSKI Jean-Pierre	Gastro-entérologie, hépatologie, addictologie

**PU-PH** : Professeur des Universités et Praticiens Hospitaliers  
**MCU-PH** : Maître de Conférences des Universités et Praticiens Hospitaliers  
**PU-MG** : Professeur des Universités de Médecine Générale  
**MCU-MG** : Maître de Conférences des Universités de Médecine Générale



## **SERMENT D'HIPPOCRATE**

*En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'HIPPOCRATE,*

*Je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.*

*Je donnerai mes soins gratuitement à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au dessus de mon travail. Je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.*

*Admis dans l'intimité des maisons, mes yeux n'y verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.*

*Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.*

*Je garderai le respect absolu de la vie humaine.*

*Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.*

*Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.*

*Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.*

*Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.*

# SOMMAIRE

<b>REMERCIEMENTS.....</b>	<b>8</b>
<b>ABRÉVIATIONS.....</b>	<b>11</b>
<b>RÉSUMÉS.....</b>	<b>12</b>
<b>1. INTRODUCTION :.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1 Généralités sur la sclérodermie systémique :.....</b>	<b>14</b>
1.1.1 Physiopathologie : .....	14
1.1.2 Critères de classification :.....	14
1.1.3 Formes de la maladie : .....	15
1.1.4 Atteintes d'organes : .....	16
1.1.5. L'atteinte ostéo articulaire : .....	16
1.1.6 Évolution et Pronostic :.....	22
1.1.7 Traitement : .....	23
<b>1.2. Généralités sur l'échographie articulaire :.....</b>	<b>23</b>
1.2.1 Principes physiques :.....	23
1.2.2 Application à l'ostéo-articulaire :.....	26
1.2.3 Application dans la sclérodermie systémique :.....	26
<b>2. TRAVAIL ORIGINAL :.....</b>	<b>27</b>
2.1 Introduction : .....	27
2.2 Matériel et méthodes :.....	28
2.3 Résultats :.....	30
2.4 Discussion : .....	35
2.5 Conclusion : .....	37
<b>3. CONCLUSION ADMINISTRATIVE : .....</b>	<b>38</b>
<b>4. BIBLIOGRAPHIE : .....</b>	<b>39</b>

## **REMERCIEMENTS**

*Je souhaite tout d'abord remercier chaleureusement les membres du jury :*

**Le Professeur Philippe GAUDIN** pour avoir accepté de présider ce jury, pour m'avoir accueilli dans son service avec enthousiasme et dynamisme et pour m'avoir transmis son goût pour l'échographie.

**Le Professeur Patrick CARPENTIER**, pour avoir accepté de juger ce travail ainsi que pour avoir apporté son expertise et son soutien dans ce projet.

**Le Professeur Athan BAILLET**, pour m'avoir fait partager son expérience avisée de chercheur, pour la découverte des muffins choco-noisettes, pour les envolées philosophiques sur la guerre de Troie et la pensée Kantienne, ainsi que pour m'avoir permis de me libérer quelques fois de mon bracelet électronique.

**Le Docteur Mélanie GILSON**, pour avoir dirigé cette thèse, pour son soutien tout au long de ce projet et pour m'avoir intéressé à cette pathologie qu'est la sclérodermie.

**Le Docteur Bernard IMBERT**, pour avoir accepté de juger ce travail ainsi que pour avoir apporté son expertise et son soutien dans ce projet.

*Ensuite, j'aimerais remercier l'ensemble des médecins et équipes paramédicales avec qui j'ai eu la joie de travailler :*

- Les médecins :

**Le Docteur Laurent GRANGE**, pour les centimètres en plus à nos oreilles et pour m'avoir transmis ton sens de l'empathie.

**Le Professeur Robert JUVIN**, nous avons passé peu de temps ensemble mais vous m'avez tout de même donné le goût pour la rhumatologie.

- Mes co-internes et assistants :

Romich la demi licorne échiroloise (et oui marnas est arrivé), Julien et Guillaume (pour leur aide technique autour d'un thé riche et savoureux), Marine (pour nos errances discales respectives) Claire, le bon docteur Lisse, Mélanie, Francky, Mazouyes (j'arrive mon champignon), Sophie (la déserteuse ;), Maxou (le ptit bat'), Xavier (et oui toi aussi tu finis !), Margot, Bernardo/i, Loulou (pour les noyades philippines qui traversent l'enfer à 200km/h), Oliv (pour les contres les trolls), Bastos (pour être bastos), Alphane (la champignonne), Aldric (pour la trimeeee manuel), Nicolas (t'aurais bien voulu hein...), Laurence, Marois (nickel Ingrid !), Alexis.

- Les différentes équipes avec qui j'ai travaillé :

Le service de rhumatologie du CHU de Grenoble : infirmières, AS, ASH, cadre, secrétaires, kinés pour avoir travaillé à mes côtés et m'avoir vu évoluer au fils des années.

Sylvie Bologna pour son aide logistique et son soutien dans les après-midis de craquage à la cave.

Tout le CHR d'Uriage et plus particulièrement Bruno, Maité, Delphine et Myriam pour le travail dans la bonne ambiance, les conseils photographiques et le thermomix.

Le service d'oncologie de la clinique mutualiste et tout particulièrement Prune et Sandrine pour votre gentillesse et pour m'avoir donné goût à la médecine hospitalière.

Le service de neurologie du CH de Chambéry et tout particulièrement les Dr Lado, Marcel et Giraud, pour votre enseignement et la recherche d'hémianopsie un bras en écharpe.

Le service de médecine interne du 3eC, particulièrement Annick et Barbara et la super équipe infirmière.

Le service de médecine interne du CHT de Nouméa et tout particulièrement Cécile, Audrey, Elo, et Elise, pour le pink et le fun.

Muriel pour ta confiance dans ces remplacements.

Ma future équipe, Valentine, Thomas and co, avec qui je vais partager de nouvelles aventures.

*Enfin j'aimerais remercier tous mes proches :*

- Mes potes de promo :

On a passé tellement de bons moments ensemble et de trimes rendues bien plus fun, des révisions de l'internat au clacos vin rouge jusqu'au décapage de plafond au pistolet thermique. Fifou le felen boréal aux pieds redoutés même des finlandais, Jojo pelagenière pour la particule et pour veiller sur lui, Robichette dit le jalbinator pour le Vercors hardcore et Auré pour nous avoir apporté le premier louveteau de la bande, Martibix car il est royal, qu'il passe du PF comme personne et que c'est sûrement le meilleur couteau suisse du marché, Raphus (miss you), Christouille, Virgilou, Clem et Fanny pour le ravito après 53km de trime, Poipoi (c'est mieux que le biiiip) et Ben votre blondeur nous éclaire, Gaspich, Marjo, Hayou (tu es si loin notre shaman...), Tamtam aux oreilles blanches et Solène, Lé homard go, PA notre petit fossoyeur, Rodo le bolognais, Tata minou allez allez, nab, Sarounette, Manu le marcassin

- Mes potes de calédo :

Thomas, Marion, Benoit, Benj, Marie, Elie, Thomas puebo (libre) , Thomas d, Susu, Fathia, Gauthier, Sandra la globe trotteuse et Camille

- Mes potes du Terrail :

Seb, Clara, Yan, Nath, Yienyien, Nurd, Roux.

- Ma Jojoba :

Pour cette rédaction de thèse on the road, cette belle année passée au lagon, pour ton soutien dans les moments difficiles, pour ta douceur, pour ta frimousse. Je t'aime.

- Toute ma famille et spécialement :

Mon père et à ma mère pour leur amour, la relecture et les stats. Je vous aime.

Lolo pour le soutien logistique aux SDF que nous sommes avec les meilleures pastas de Grenoble.

Mes grands-parents qui ne sont plus là et à ma grand-mère toujours en forme qui m'a appris que pour ne plus trembler, rien de mieux qu'un verre de rouge (c'est écrit dans les livres de médecine si si !)

Mes sœurette kiwi et allevardines et au petit Gaby. Love les sisters.

Ma couz pour m'avoir fait découvrir les frontières du Nord Isère à la grande joie de Martin.

## ABRÉVIATIONS

- **ACR:** American college of rheumatology
- **CHFS :** Échelle d'incapacité fonctionnelle de la main de Cochin (Cochin hand functional scale)
- **CHUGA :** Centre Hospitalo-Universitaire Grenoble Alpes
- **DRCI :** Direction à la recherche clinique et à l'innovation
- **EULAR:** European League against Rheumatism
- **EUSTAR:** European Scleroderma Trials and Research group
- **HAMIS:** Hand Mobility in scleroderma test
- **HAQ :** Health assesement questionnaire
- **HAQ DI :** Health assesement questionnaire disability index
- **Hz :** Hertz
- **IC 95% :** Intervalle de confiance à 95%
- **IQR :** Interquartile (interquartile range)
- **mRSS :** Score de Rodnan modifié (modified Rodnan skin score)
- **MTP :** Métatarsophalangiennes
- **OR :** Odds ratio
- **OMERACT:** Outcome Measures in Rheumatology
- **PDS :** Signal en Doppler puissance (power Doppler signal)
- **PRF :** Fréquence de répétition des impulsions (Pulse repetition frequency)
- **ScS :** Sclérodemie systémique
- **TFR :** Crépitation tendineuse à la palpation (tendon friction rubs)

## **RÉSUMÉS**

**Titre** : Prévalence échographique des synovites et ténosynovites de la main et du pied dans la sclérodermie systémique et corrélation avec les caractéristiques de la maladie dont le handicap de la main.

### **Résumé** :

#### **Objectifs**

Décrire la prévalence échographique des synovites et des ténosynovites des mains et des pieds chez des patients atteints de sclérodermie systémique et analyser leurs corrélations avec les caractéristiques de la maladie et le handicap de la main.

#### **Méthodes**

Des patients consécutifs atteints de sclérodermie systémique selon les critères ACR/EULAR 2013 étaient inclus dans une étude transversale monocentrique. Ils bénéficiaient d'un examen clinique standardisé et d'une échographie musculo-squelettique des mains et des pieds. Des données cliniques, biologiques et d'imagerie étaient collectées.

#### **Résultats**

55 patients ont été inclus. L'échographie était plus sensible que l'examen clinique pour détecter au moins une synovite (respectivement 52% contre 25%,  $p=0,025$ ) et au moins une ténosynovite (respectivement 16% contre 4%,  $p=0,009$ ). 18 % des patients présentaient une ténosynovite de cheville et 29% une synovite de cheville ou du pied, principalement localisée aux articulations métatarsophalangiennes (25,5%). Avoir au moins une synovite des mains en échographie était associée à un indice fonctionnel de la main de Cochin plus élevé (moyenne  $25 \pm 3$  contre  $12 \pm 2$ ,  $p=0,003$ ) et à la forme cutanée diffuse ( $p=0,038$ ).

#### **Conclusion**

Notre étude montre que l'échographie est supérieure à l'examen clinique pour détecter les synovites et les ténosynovites dans la sclérodermie systémique. L'atteinte du pied est moins fréquente que celle des mains, elle est présente dans un quart des cas, principalement localisée aux métatarsophalangiennes. Enfin avoir une synovite de la main est associée aux formes cutanées diffuses et à un handicap de la main plus élevé.

**Mots clés** : synovite, ténosynovite, échographie, sclérodermie systémique, handicap

**Title:** Ultrasound prevalence of wrist, hand, ankle and foot synovitis and tenosynovitis in systemic sclerosis and relationship with disease features and hand disability.

**Abstract:**

**Objectives**

In systemic sclerosis, few studies have shown that hand and wrist ultrasound is more sensitive than clinical examination in the detection of synovitis and tenosynovitis, fewer have investigated ankle and foot involvement with ultrasound. Our objectives were to investigate ultrasound prevalence of wrist, hand, ankle and foot synovitis and tenosynovitis in patients with systemic sclerosis, and to study their relationship with disease features and hand disability.

**Methods**

Consecutive patients with systemic sclerosis classified with ACR/EULAR 2013 criteria were included in a monocentric cross-sectional study and underwent standardized musculoskeletal clinical examination and ultrasound. Clinical, biological and imaging data were also collected.

**Results**

Fifty-five patients were included. Ultrasound was more sensitive than clinical examination to detect at least one synovitis (respectively 52% versus 25%,  $p=0.025$ ) and at least one tenosynovitis (respectively 16% versus 4%,  $p=0.009$ ); 18% of patients had ankle tenosynovitis and 29% had ankle and/or foot synovitis, mostly located at metatarsophalangeal joints (25.5%). Having at least one ultrasound hand synovitis was associated with higher Cochin hand functional disability scale (mean  $25 \pm 3$  versus  $12 \pm 2$ ,  $p=0.003$ ) and diffuse cutaneous subset ( $p=0.038$ ).

**Conclusion**

Our study shows that ultrasound is more sensitive than clinical examination to detect synovitis and tenosynovitis in systemic sclerosis. The foot involvement is less frequent than hand involvement, it is present in a quarter of cases, mainly localized at metatarsophalangeal joint. Finally, having at least one synovitis of the hand is associated with diffuse cutaneous subset and higher hand disability.

**Keywords:** ultrasound, synovitis, tenosynovitis, systemic sclerosis, disability

# **1. INTRODUCTION :**

## **1.1 Généralités sur la sclérodermie systémique :**

La sclérodermie systémique (ScS) est une maladie rare. Son pic de fréquence se situe entre 45 et 64 ans avec une prédominance féminine, les femmes étant touchées 8 fois sur 10. La distribution est ubiquitaire et sa prévalence précise est encore mal connue : de 50 à 200 cas par million d'habitants (1–4).

### **1.1.1 Physiopathologie :**

La physiopathologie de la ScS est complexe et encore mal comprise, associant 3 grands axes de dysfonctionnement :

- Celui des fibroblastes : il se caractérise par une activation incontrôlée favorisant un excès de synthèse de protéines de la matrice extra-cellulaire.
- Celui des cellules endothéliales : elles synthétisent en excès de l'endothéline 1, vasoconstricteur puissant.
- Celui du système immunitaire : des anticorps anti-nucléaires sont détectables dans le sérum de la majorité des patients, dirigés contre des protéines nucléaires. D'autres anticorps reconnaissent les cellules endothéliales et/ou les fibroblastes.

Il est à noter que le stress oxydatif semble jouer un rôle important dans la pathogénie de la ScS.

L'ensemble de ces anomalies pourrait être associé à un terrain génétique prédisposant. La ScS est aussi parfois favorisée par une exposition à certains facteurs environnementaux comme la silice et les solvants, souvent dans un contexte professionnel (1–4).

### **1.1.2 Critères de classification :**

Les critères ACR /EULAR 2013 (American College of Rheumatology/ European League Against Rheumatism) (**Tableau 1**) ont remplacé ceux de Leroy et ceux de l'ACR 1980 du fait de leur meilleure sensibilité et spécificité (5–7). Le patient est classifié ScS s'il obtient un score  $\geq 9$ .

Ces critères ne sont pas applicables pour les patients avec un épaissement de la peau épargnant les doigts, ni pour les patients ayant des syndromes sclérodermiformes qui expliquent mieux leurs manifestations : fibrose systémique néphrogénique, morphee généralisée, fasciite

à éosinophiles, sclérose diabétique, scléromyxœdème, érythromyalgie, porphyrie, lichen scléreux, réaction du greffon contre l'hôte, chéiroarthropathie diabétique.

Tableau 1 : Critères de classification ACR/EULAR 2013 de la sclérodemie (2)

Domaine	Critères *	Score #
Épaississement cutané (ne tenir compte que du score le plus élevé)	Épaississement cutané des doigts des mains s'étendant au-delà des articulations MCP	9
	Doigts boudinés	2
	Atteinte des doigts ne dépassant pas les articulations MCP	4
Lésions pulpairees (ne tenir compte que du score le plus élevé)	Ulcères pulpairees digitaux	2
	Cicatrices déprimées	3
Télangiectasies		2
Anomalies capillaroscopiques		2
Atteinte pulmonaire	HTAP et/ou fibrose pulmonaire	2
Phénomène de Raynaud		3
Anticorps spécifiques de la ScS	Anti-topoisomérase I Anticorps anti-centromères Anti-ARN polymérase de type III	3

Légende : MCP : métacarpophalangiennes, ARN : acide ribo-nucléique, HTAP : hypertension artérielle pulmonaire.

### **1.1.3 Formes de la maladie :**

Il existe trois formes phénotypiques principales de ScS, en fonction de l'étendue de l'atteinte cutanée :

- La forme cutanée diffuse : elle s'étend vers la région proximale des membres et/ou du tronc, au niveau immunologique elle est souvent associée aux anticorps anti topoisomérase 1 (= anti Scl70).
- La forme cutanée limitée : la sclérose cutanée ne touche que les extrémités des membres (sans aller au-delà des coudes et des genoux), au niveau immunologique elle est souvent associée aux anticorps anti centromères.
- La ScS *sine scleroderma* : moins de 10% des cas, il n'y aura jamais d'atteinte cutanée.

#### **1.1.4 Atteintes d'organes :**

La ScS est une maladie systémique pouvant atteindre une multitude d'organes. Les atteintes les plus fréquentes sont :

- Cutanéomuqueuse : syndrome de Raynaud, sclérose cutanée, ulcères, télangiectasies
- Digestive : troubles du péristaltisme entraînant entre autres un reflux gastro-oesophagien, une pullulation microbienne, une dénutrition et des troubles sphinctériens
- Respiratoire : fibrose pulmonaire, hypertension artérielle pulmonaire
- Cardiaque : pouvant toucher le péricarde, le myocarde et l'endocarde
- Rénale : crise rénale sclérodermique
- Ostéo articulaire sur laquelle nous allons nous attarder

#### **1.1.5. L'atteinte ostéo articulaire :**

L'atteinte articulaire est présente dans 46 à 97% des cas et peut être la manifestation initiale avant le syndrome de Raynaud dans 12 à 65% des cas (8). On retrouve le plus souvent des arthralgies diffuses modérées poly ou oligoarticulaires prédominantes aux métacarpophalangiennes, inter-phalangiennes proximales, poignets et chevilles, d'apparition aiguë ou insidieuse. Avec l'évolution de la maladie apparaissent des rétractions digitales en flexion avec diminution de la fonction et du mouvement liées à des flexions irréductibles des doigts (signe de la prière) (**Figure 1**), voire des déformations articulaires. On retrouve environ 16% de patients avec des synovites cliniques (4). Les épanchements articulaires sont en général modérés. Les patients avec des synovites cliniques ont plus de formes cutanées diffuses, d'HTAP, de faiblesse musculaire et de syndrome inflammatoire biologique (élévation de la protéine C-réactive) (8).

Concernant l'atteinte péri-articulaire, on retrouve des ténosynovites dont certaines entraînant des crépitations à la palpation aux genoux, poignets, doigts, chevilles (9). Les ténosynovites peuvent être associées à un syndrome du canal carpien par compression au poignet. Dans de rares cas, des ténosynovites inflammatoires prolifératives peuvent entraîner des ruptures tendineuses. On retrouve aussi des bursites aux régions trochantériennes et olécraniennes. Les atteintes tendineuses sont plus fréquentes dans les formes cutanées diffuses et précoces, et sont associées aux atteintes musculaires, rénales, vasculaires sévères, et à une survie diminuée (8).

Les myalgies sont fréquentes surtout dans les formes diffuses, avec parfois d'authentiques polymyosites dans le cadre de syndromes de chevauchements ; les anticorps anti Pm-Scl sont assez spécifiques de cette entité. La créatine phosphokinase (CPK) élevée ainsi que l'imagerie par résonance magnétique +/- la biopsie musculaire sont utiles au diagnostic (3).

Au niveau biologique, on retrouve des facteurs rhumatoïdes positifs dans 30% des cas mais ceux-ci ne sont pas spécifiques pour distinguer les ScS avec ou sans manifestations articulaires. A l'inverse, les anticorps anti peptides citrullinés sont spécifiques des cas, peu fréquents, de syndromes de chevauchement ScS/polyarthrite rhumatoïde (8). La ponction articulaire retrouve en général un liquide articulaire normal ou avec des leucocytes <2000 cellules/mm<sup>3</sup>.

Au niveau radiologique, on retrouve une déminéralisation juxta articulaire, des pincements articulaires et des érosions (**Figure 2**). L'aspect peut ressembler à celui de l'arthrose érosive, au rhumatisme psoriasique et à la polyarthrite rhumatoïde. On retrouve de plus des aspects en sucre d'orge des inter-phalangiennes distales en lien avec une acro-ostéolyse (**Figure 3**). Il existe enfin une calcinose sous-cutanée (**Figure 3**), articulaire ou péri-articulaire visible sur les clichés radiographiques.

Les érosions articulaires sont présentes dans 5 à 40% des cas ; on retrouve un pincement dans environ 30% des cas prédominant aux inter-phalangiennes distales en radiographie. La distribution peut être celle d'une polyarthrite rhumatoïde prédominant aux métacarpophalangiennes et interphalangiennes proximales, mais aussi être plus distale mimant l'arthrose érosive. A noter qu'il n'a pas été retrouvé de corrélation entre le profil immunologique (facteurs rhumatoïdes et/ou anticorps anti peptides citrullinés) et l'atteinte érosive pour laquelle il n'existe pas de facteur prédictif (3,4,8).

L'échographie et l'IRM sont en cours de développement dans la ScS principalement pour la détection des synovites et ténosynovites et sont plus sensibles que l'examen clinique (**Figure 4**). Un aspect spécifique de ténosynovite sclérosante dit « en cœur d'artichaut », a été décrit récemment en échographie (**Figure 5**). (10–12)

Figure 1 : Photographie de rétractions en flexions des doigts : signe de la prière (13)

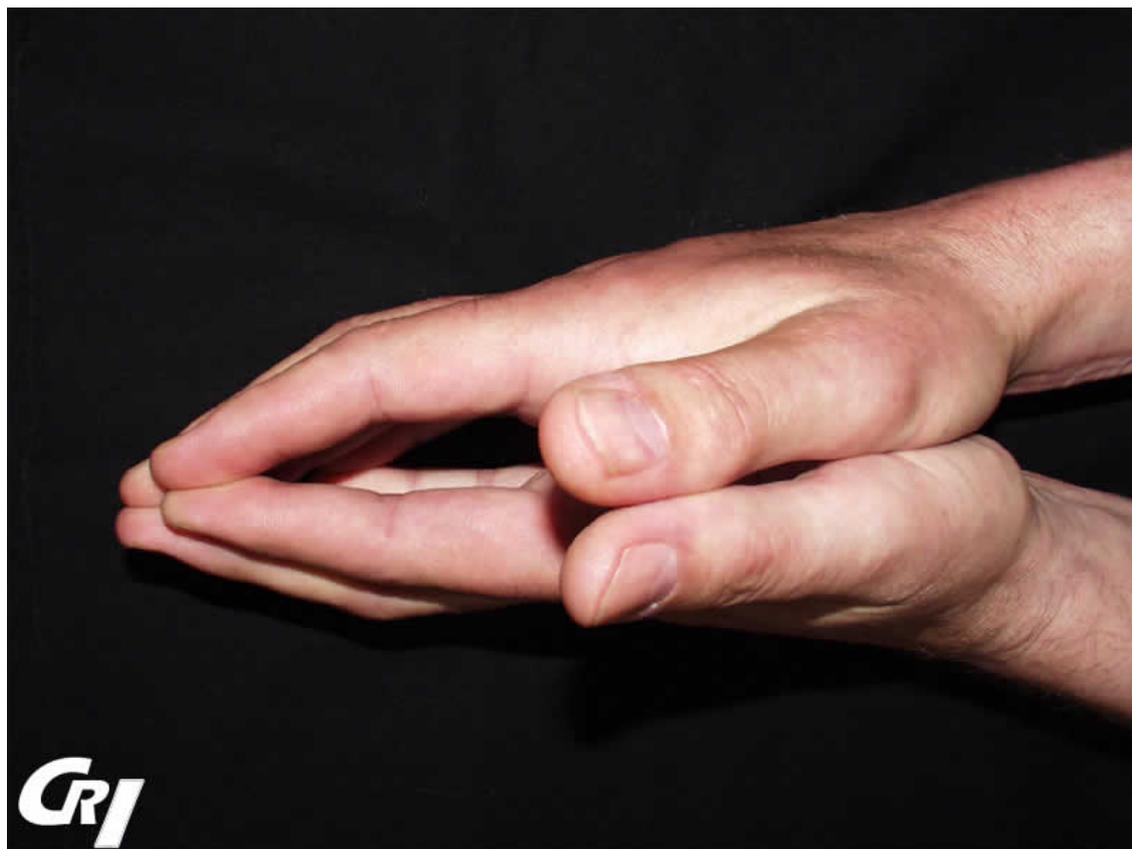


Figure 2 : Radiographies des mains et poignets de face : atteinte articulaire érosive (13)



Figure 3 : Radiographies des mains et poignets de face : Acro-ostéolyse et calcinose. (13)

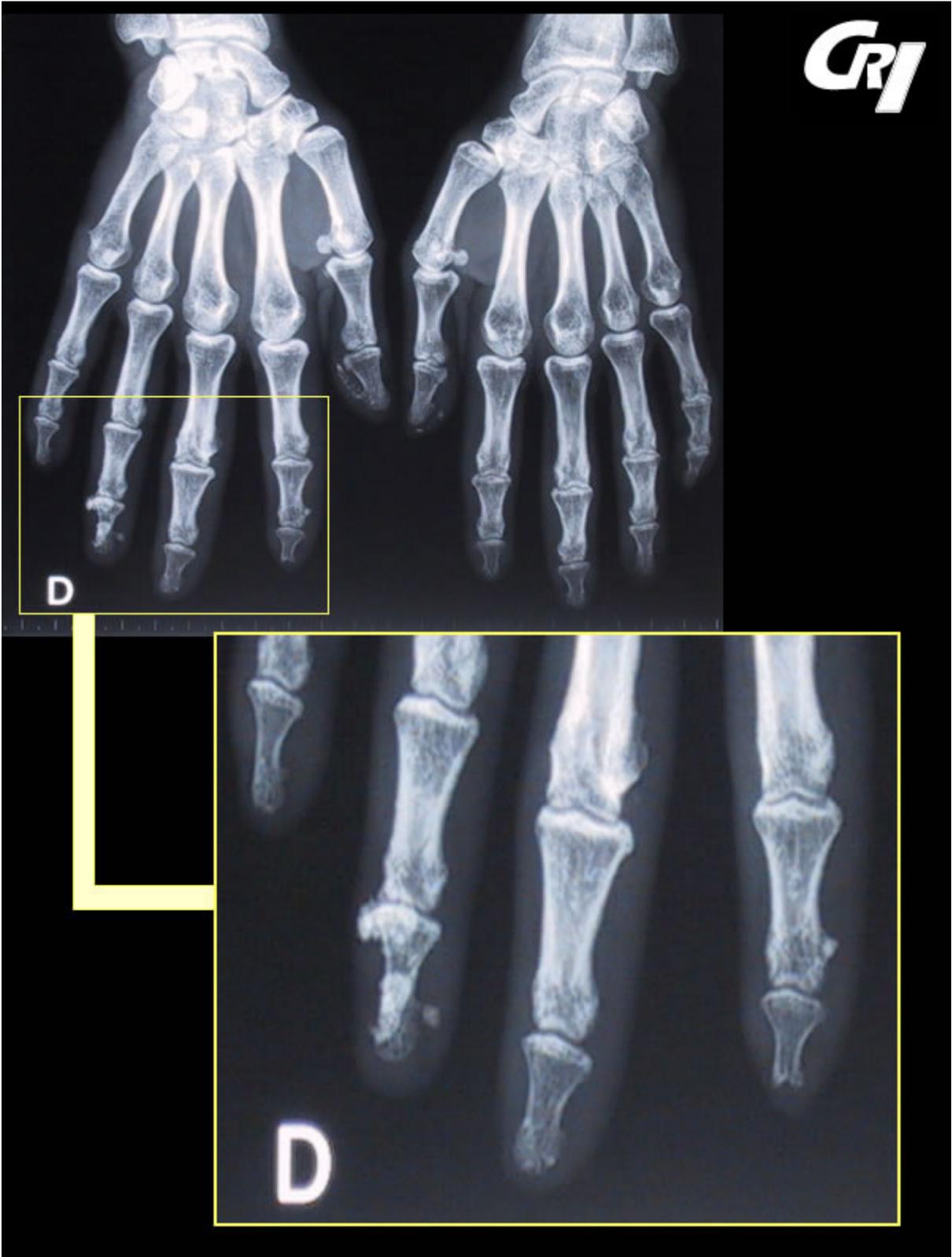


Figure 4 : Échographie ostéo-articulaire, synovite de grade 2 en mode B et 0 en mode Doppler puissance, d'une métacarpophalangienne. (13)

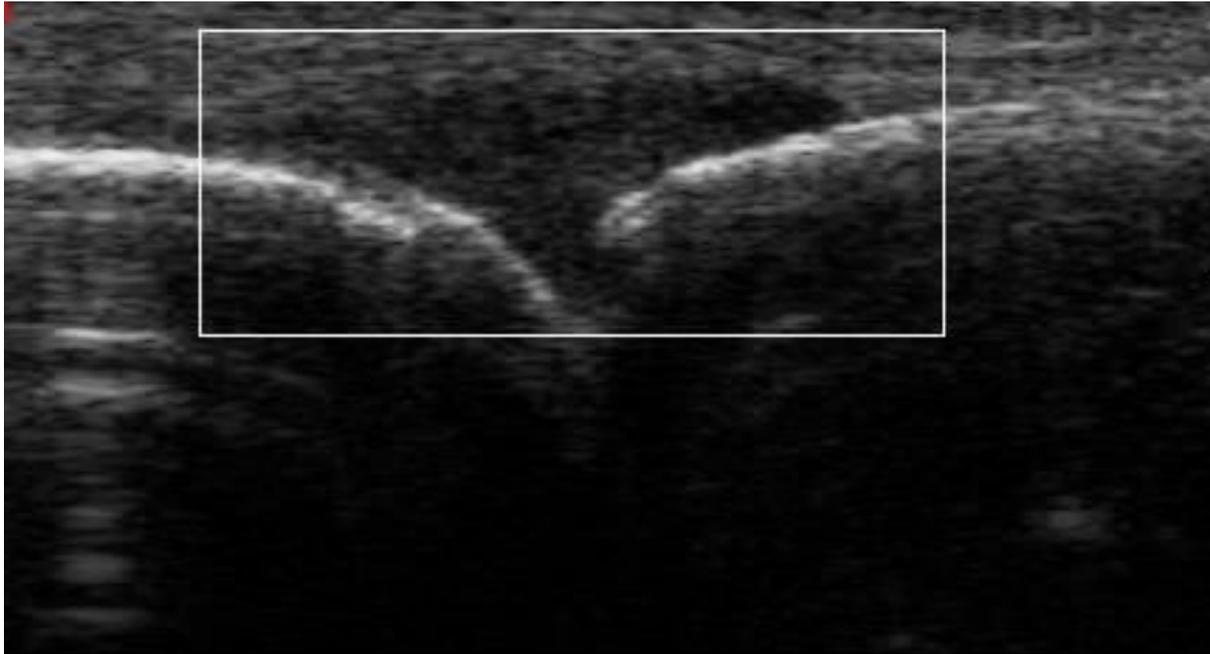
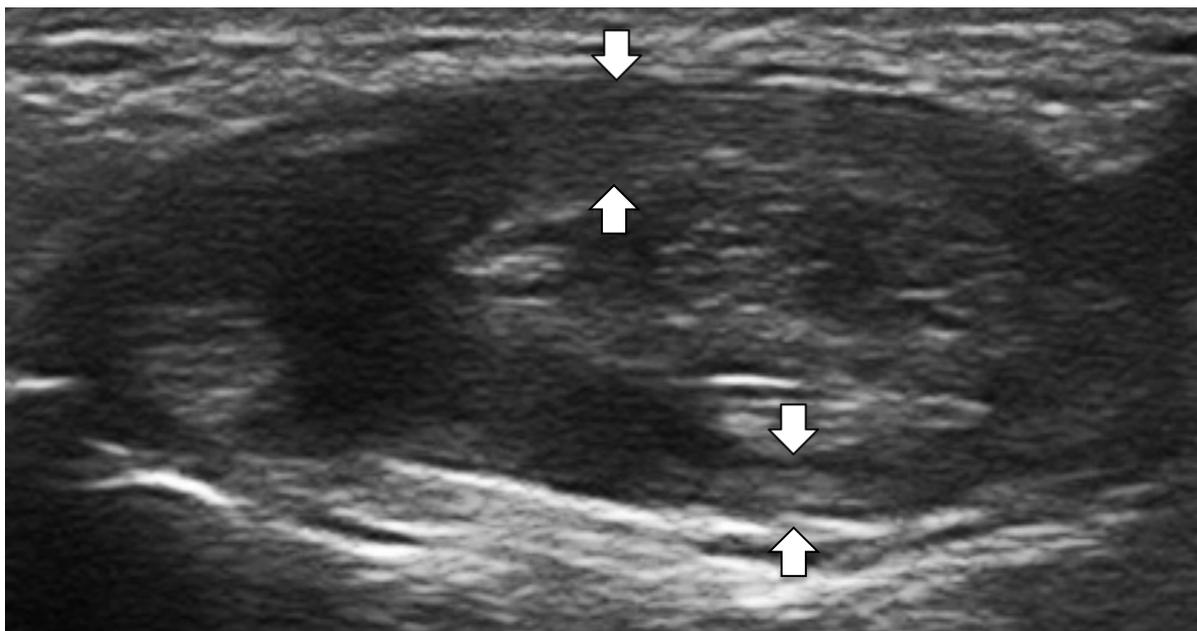


Figure 5 : La ténosynovite sclérosante

A.



B.



C.



- A. Vue axiale en échographie de la face dorsale du poignet : extenseurs communs des doigts avec ténosynovite sclérosante (flèches)*  
*B. Photographie d'un cœur d'artichaut.*  
*C. Schéma de ténosynovite sclérosante.*

### **1.1.6 Évolution et Pronostic :**

Le pronostic et l'évolution de la maladie sont très variables et dépendent de la présence d'atteintes viscérales et de la forme cutanée de ScS.

Des lésions cutanées rapidement évolutives définissent les ScS cutanées diffuses, avec une extension maximale en 1 à 5 ans après l'apparition du premier signe clinique en dehors du phénomène de Raynaud. Les manifestations viscérales apparaissent alors surtout dans les 3 à 5 premières années sous la forme d'atteintes digestives, musculaires, d'une crise rénale, d'une pneumopathie interstitielle diffuse et/ou d'une atteinte cardiaque. Après cette période, d'autres manifestations viscérales peuvent apparaître, dont l'hypertension artérielle pulmonaire, et les bilans d'extension annuels restent nécessaires.

Les ScS cutanées limitées entraînent moins fréquemment des manifestations viscérales mais peuvent se compliquer de manifestations digestives sévères ou d'hypertension artérielle pulmonaire au cours de leur évolution.

Il faut noter que la mortalité est plus élevée dans les formes cutanées diffuses que dans les formes cutanées limitées de la maladie. De ce fait, la prise en charge des malades ayant une forme cutanée diffuse diffère de celle des patients ayant une forme limitée.

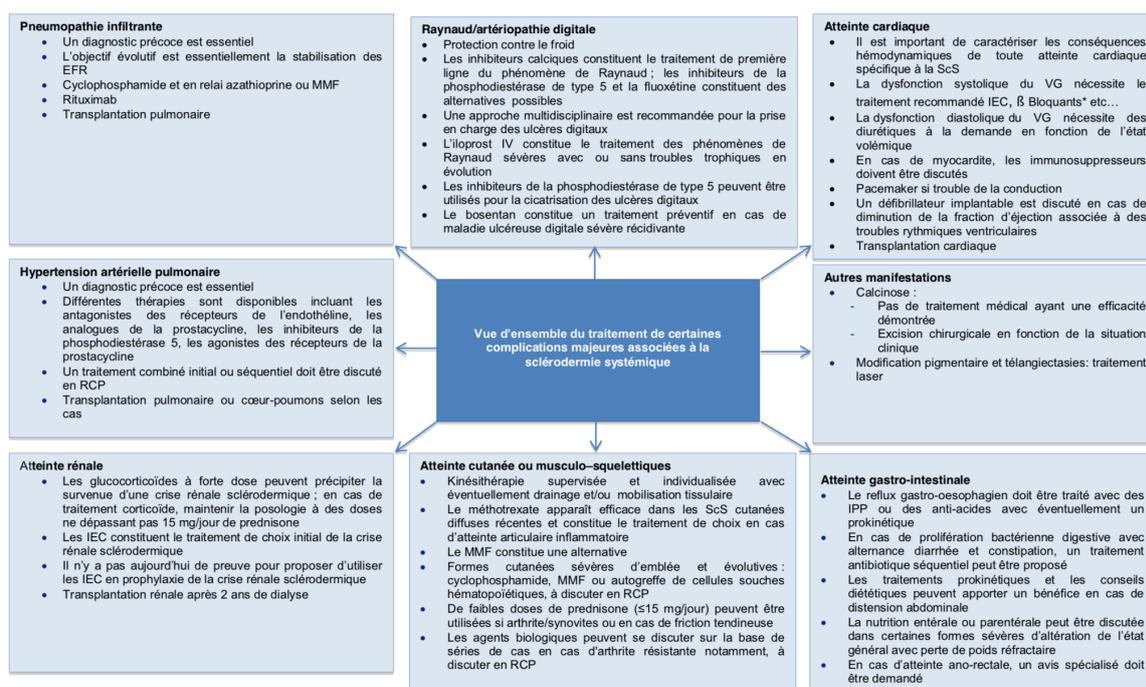
La ScS est responsable d'une réduction notable de la survie avec des taux de survie à 10 ans autour de 60% dans les formes cutanées diffuses, et de 80% dans les formes limitées selon les études. Les trois premières causes de mortalité dans la ScS sont la présence d'une atteinte pulmonaire (pneumopathie infiltrante diffuse sévère), d'une hypertension artérielle pulmonaire ou d'une atteinte cardiaque spécifique (2–4).

Le pronostic fonctionnel est lui aussi altéré de façon multifactorielle (atteinte respiratoire, main sclérodermique...) avec une diminution de la qualité de vie. Le handicap lié aux atteintes de la main est lui aussi multifactoriel et responsable d'environ 75% du handicap global. Il est une combinaison des atteintes cutanées, sous-cutanées, micro-vasculaires, musculo-squelettiques et nerveuses. Ce handicap s'évalue par différents indices dont l'échelle d'incapacité fonctionnelle de la main de Cochin (Cochin hand functional scale : CHFS) pour la partie handicap fonctionnel lié à la main ; d'autres scores tel le HAQ (Health assesement questionnaire) prennent en compte le handicap de façon plus globale (14–16).

## 1.1.7 Traitement :

Les traitements de fond sont proposés en fonction du type de présentation clinique et des atteintes viscérales. La **Figure 6** ci-dessous expose les grands principes thérapeutiques proposés dans la ScS dans le protocole national de diagnostic et de soins, selon les recommandations de l'EULAR de 2017. La tendance actuelle est d'essayer de sélectionner les patients ayant des facteurs de mauvais pronostic afin de les traiter avant l'apparition de dommages irréversibles. Plusieurs études thérapeutiques sont en cours car il n'existe à ce jour pas de traitement de fond ayant l'autorisation de mise sur le marché dans la ScS (2).

Figure 6 : Traitements dans la sclérodémie systémique (2)



## 1.2. Généralités sur l'échographie articulaire :

### 1.2.1 Principes physiques :

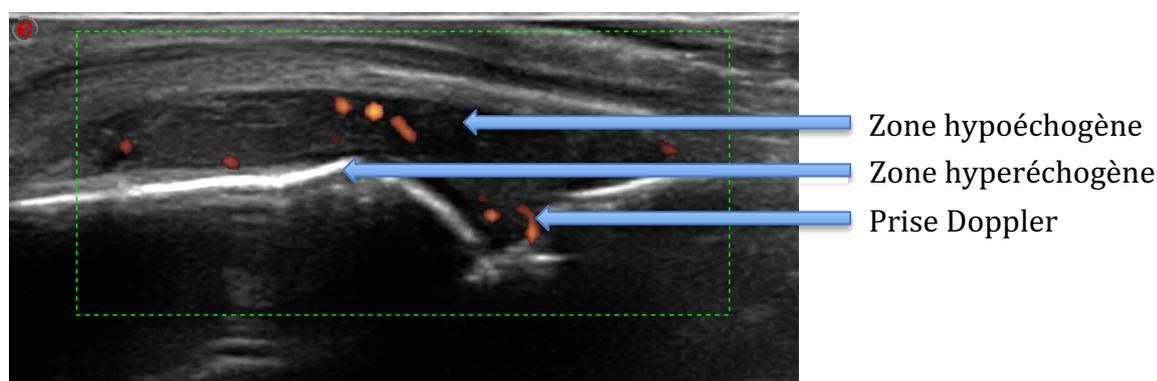
Les ondes ultrasonores sont définies par trois caractéristiques :

- Leur vitesse de déplacement dans le milieu, en m/s
- Leur fréquence, soit le nombre de cycles de vibration par seconde dont l'unité est le Hz
- Leur longueur d'onde, soit l'étendue spatiale d'un cycle de vibration

Elles dépendent de l'atténuation qui est proportionnelle à la fréquence, quand elles traversent différents tissus. Les fréquences utilisées en médecine vont de 2 à 30 MHz. Plus la fréquence sera élevée, moins la pénétration sera profonde et inversement. Plus la fréquence sera élevée, meilleure sera la qualité de l'image et inversement. L'échographie a une résolution spatiale avec une sonde de 15 MHz qui est de l'ordre de 0,1 mm, et de 0,3 mm avec une sonde de 5 MHz. En comparaison, l'imagerie par résonance magnétique a une résolution de l'ordre du millimètre. L'impédance acoustique est fonction de la vitesse du faisceau ultrasonore et de la densité de la structure anatomique traversée. Des structures d'impédance acoustique éloignée donneront des images de meilleure qualité et le patient sera dit très « échogène ». En rhumatologie, le mode d'affichage des ultrasons utilisés est le mode *brightness*, en français brillance dit mode B, qui donne une image bidimensionnelle où chaque pixel sur l'écran correspond à un pic c'est à dire une image classique en deux dimensions. (17,18)

Les images apparaissent avec une échelle de gris allant du blanc qualifié d'échogène (par exemple une corticale osseuse) au noir qualifié d'anéchogène (par exemple une cavité liquidienne). Plusieurs nuances de gris sont utilisées qui vont de l'hypoéchogénicité qui est gris foncé à l'hyperéchogénicité qui est gris clair, en passant par l'isoéchogénicité avec comme référence la graisse sous-cutanée ou le parenchyme hépatique. (**Figure 7**)

Figure 7 : Coupe longitudinale d'une métacarpophalangienne en échographie avec fenêtre Doppler



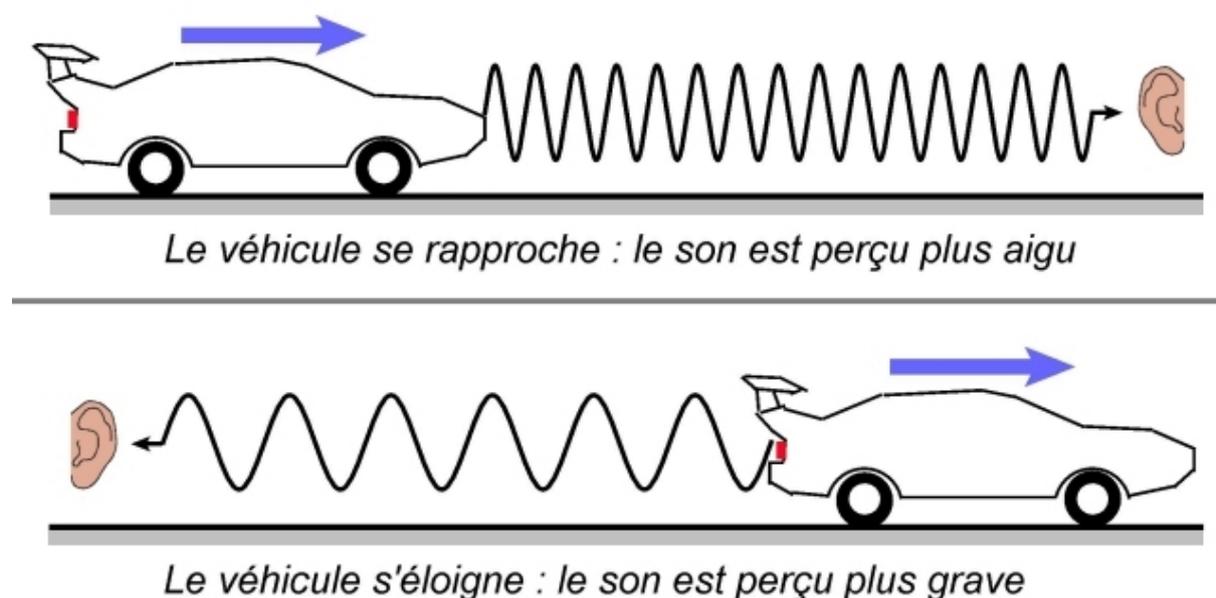
L'effet Doppler est défini comme la variation de fréquence du faisceau ultrasonore résultant du déplacement soit de la cible, soit du récepteur, soit de l'émetteur (**Figure 8**). En échographie rhumatologique, seule la cible (éléments figurés du sang) se déplace, et le doppler va permettre de mettre en évidence la vascularisation synoviale (vaisseaux de petits calibres) qui est pathologique. La présence d'un signal Doppler au sein d'une synovite permettra de définir une

synovite dite active (poussée inflammatoire). Ce delta de fréquence dépend de la fréquence reçue et de la fréquence émise par la sonde, de l'angle que le faisceau ultrasonore fait avec les cibles et de la vitesse de déplacement des cibles. L'émission du faisceau ultrasonore est le plus fréquemment pulsée. La PRF (*pulse repetition frequency*) est en général à 750 Mhz (variant de 500 à 1000 MHz) pour l'étude des flux vasculaires lents utilisés en imagerie ostéo-articulaire ; elle est plus importante (2 à 4 KHz) pour l'analyse des flux rapides (vasculaires par exemple). Il existe différents modes Doppler : le Doppler puissance utilisé en rhumatologie est un mode pulsé, le signal sera représenté par la restitution de l'énergie rétrodiffusée par les éléments figurés sanguins en mouvement. L'angle entre le faisceau incident et les cibles n'importe pas. Il n'est pas possible de déterminer la vitesse ou le sens de circulation, mais on a une idée générale de l'intensité de la vascularisation dans la fenêtre Doppler choisie (17,18) (**Figure 7**).

Les paramètres et réglages importants du Doppler et de l'échographe sont :

- La position du patient ainsi que l'immobilité du patient et de l'échographe.
- La fréquence du Doppler qui doit être adaptée à la profondeur de la cible.
- La pression de la sonde doit être la plus faible possible sur la peau afin de ne pas masquer les flux lents qui sont de faible intensité.
- La taille de la fenêtre Doppler, à faire remonter jusque sous la peau, pour ne pas confondre un signal Doppler en lien avec des artéfacts de réverbération vasculaire.
- La PRF, le gain (il doit être à la limite de la saturation pour rester assez sensible), les filtres (ils limitent les signaux parasites).

Figure 8 : schématisation de l'effet Doppler



### **1.2.2 Application à l'ostéo-articulaire :**

Selon les définitions de l'OMERACT (Outcome Measures in Rheumatology ) (19–21) :

- L'épanchement synovial : Zone compressible intra-articulaire isoéchogène ou anéchogène sans PDS (Signal en doppler puissance).
- L'hypertrophie synoviale : Tissu faiblement compressible intra-articulaire isoéchogène ou hypoéchogène avec possible PDS. Des scores qui évaluent l'hypertrophie synoviale (B) et le mode Doppler (DP) ont été définis allant de B0 (pas d'hypertrophie) à B3 (épaississement synovial dépassant la ligne passant par les sommets des os avec extension le long d'au moins une des diaphyses) et de DP0 (pas de PDS) à DP3 (signaux confluent sur > 50% de la surface synoviale).
- La ténosynovite : Épaississement tissulaire hypoéchogène ou anéchogène avec ou sans liquide dans la gaine tendineuse vu dans deux plans perpendiculaires, avec possible PDS positif.

### **1.2.3 Application dans la sclérodémie systémique :**

L'échographie articulaire a pris un essor dans l'exploration des rhumatismes inflammatoires : d'abord dans la polyarthrite rhumatoïde, puis dans les autres connectivites.

Dans la ScS, cela permet d'explorer (10,11) :

- L'atteinte articulaire (épanchement et synovite) qu'il est souvent difficile d'appréhender cliniquement en raison de la sclérose cutanée et de l'atteinte microcirculatoire,
- L'atteinte péri-articulaire (ténosynovites),
- Les calcifications sous-cutanées et péri-articulaires : image hyperéchogène avec cône d'ombre postérieur,
- Les lésions spécifiques d'atteinte fibrosante des gaines tendineuses et des rétinaculum appelées ténosynovites sclérosantes.

## **2. TRAVAIL ORIGINAL :**

### **2.1 Introduction :**

La ScS est une connectivite au cours de laquelle l'atteinte musculo-squelettique est fréquente (arthralgie, rétractions digitales en flexion, synovite, TFR (Crépitation tendineuse à la palpation : tendon friction rubs), ténosynovite, érosion osseuse...) : présente dans 46 à 97% des cas dans la littérature (8). Les tendinopathies et les arthropathies inflammatoires sont persistantes chez de nombreux patients avec une évolution chronique rémittente ou intermittente (8,12). A cause de la sclérose cutanée et de la rétraction des doigts en flexion, l'examen clinique manque de sensibilité et de spécificité pour la détection des synovites et des ténosynovites. Récemment, des études ont montré que l'échographie était supérieure à l'examen clinique dans la détection des synovites et des ténosynovites des poignets et des mains dans la ScS (10). Grâce à des études échographiques, on a montré que les TFR sont liées à des dépôts fibrineux à la surface des gaines tendineuses et à la surface des tendons eux-mêmes. L'imagerie par résonance magnétique a montré qu'elles peuvent également être liées à des modifications du tissu conjonctif profond (22,23). Il a été montré récemment que la synovite et les TFR prédisaient de manière indépendante la progression globale de la maladie définie comme la progression de l'atteinte d'au moins un organe parmi la peau, le cœur, le rein ou le poumon (24,25). En plus de diminuer la survie, la ScS peut entraîner un handicap avec une incapacité fonctionnelle et une qualité de vie altérée (15,26). Les synovites et les ténosynovites échographiques n'ont pas été corrélées avec des indices de handicap à ce jour. En comparaison avec le poignet et la main, les atteintes de la cheville et du pied ont été peu étudiées dans la ScS. Une étude clinique a montré que l'atteinte de la cheville et du pied dans la ScS est moins fréquente que celle de la main et du poignet, mais peut être invalidante et se manifester plus tardivement (27). Peu d'études ont porté sur les synovites et les ténosynovites de la cheville et du pied détectées par échographie ou par imagerie par résonance magnétique dans les cas de ScS classifiées avec les critères de Leroy ou de l'ACR 1980 (22,23) et aucune avec les récents critères ACR / EULAR 2013. Les critères ACR / EULAR 2013 ont une sensibilité et une spécificité plus élevées que les critères de Leroy et de l'ACR 1980 (5-7), en particulier à la phase précoce de la maladie. Un autre mode de sélection des patients pourrait donc modifier les résultats d'études antérieures.

L'objectif de notre étude est de décrire la prévalence des synovites et des ténosynovites des mains, des poignets, des chevilles et des pieds de patients ayant une ScS classifiée selon les critères ACR / EULAR 2013 et d'étudier la corrélation avec les données cliniques, biologiques, les atteintes d'organes et le handicap de la main.

## **2.2 Matériel et méthodes :**

### **Design de l'étude :**

Nous avons réalisé une étude prospective monocentrique transversale en simple aveugle au Centre Hospitalo-Universitaire Grenoble Alpes (CHUGA).

### **Sélection des patients :**

Nous avons inclus des patients consécutifs, adressés par le service de médecine vasculaire, afin d'avoir une expertise rhumatologique dans le cadre de la prise en charge standard des patients de janvier 2018 à juin 2018. Les patients étaient classés comme ScS selon les critères ACR/EULAR 2013. Les patients ayant un syndrome de chevauchement avec une polyarthrite rhumatoïde ont été exclus, les autres syndromes de chevauchement ont été admis.

### **Données collectées :**

Au cours d'une consultation médicale standardisée des données ont été recueillies, comprenant : l'âge, le sexe, la durée d'évolution de la maladie depuis le premier symptôme en dehors du syndrome de Raynaud, la forme cutanée limitée ou diffuse de la maladie, le mRSS (Score de Rodnan modifié), le CHFS (14), la présence d'ulcères digitaux actuels ou passés, les traitements actuels à visée vasculaire ou immunosuppressive. Des données ont été recueillies dans les dossiers des patients dont : la présence d'une hypertension artérielle pulmonaire confirmée par cathétérisme cardiaque droit, une insuffisance cardiaque (fraction d'éjection ventriculaire gauche <50%), les antécédents de crise rénale sclérodermique, la présence d'une pneumopathie interstitielle diffuse sur le scanner thoracique, les résultats des épreuves fonctionnelles respiratoires et le bilan immunologique.

### **Évaluation clinique :**

Elle était effectuée de façon prospective par un rhumatologue en aveugle des données de l'échographie (M Gilson, J Hillion). Elle comportait l'examen des articulations et des tendons de la main, du poignet, de la cheville et du pied. Nous avons recueilli le nombre d'articulations gonflées, d'articulations douloureuses, de ténosynovites, de TFR et de rétractions digitales en flexion (9).

### **Examen échographique :**

Les échographies ont été réalisées de manière prospective, en aveugle des autres caractéristiques de la maladie, toujours dans la même pièce, à température constante, par un autre rhumatologue (J Hubac) qui avait 3 ans d'expérience en échographie musculo-

squelettique. Avant de commencer l'étude, ce rhumatologue a effectué un entraînement avec une banque de données d'images échographiques validées (28,29). L'examen a été réalisé avec un échographe Esaote my lab huit et une sonde linéaire de 6 à 18 Mhz. Les échographies ont été réalisées selon les recommandations de l'EULAR et les définitions de l'OMERACT pour la présence et la gradation de 0 à 3 des synovites, épanchements, ténosynovites et du PDS (19–21,30). L'aspect de ténosynovite scléreuse a été individualisé des autres ténosynovites.

Les paramètres PDS étaient les suivants : fréquence de répétition des impulsions de 750 Hz, gain Doppler à 50%, filtres bas et fréquence de 10 MHz. L'échographie comprenait un examen bilatéral avec vue longitudinale dorsale, et axiale le cas échéant, des articulations suivantes : radioulnaires distales, radiocarpiales, médiocarpiales, métacarpophalangiennes, interphalangiennes distale et proximale, talocrurales, médiopied (comprenant les articulations talonaviculaire, cunéonaviculaire et cunéométatarsienne), MTP (métatarsophalangiennes) et interphalangiennes du pied. Nous avons évalué l'atteinte synoviale des MTP en incluant ou non la MTP1, car elle a souvent un aspect pathologique même chez des sujets sains et car l'arthrose est fréquente à ce niveau (31). Les tendons et les gaines des tendons ont été analysés de manière bilatérale avec une vue axiale, et une vue longitudinale le cas échéant sur les sites suivants : les tendons fléchisseurs et extenseurs au poignet et à la main, les compartiments antérieur, latéral, interne et postérieur de la cheville. Les résultats ont été notifiés sous une forme standardisée.

### **Éthique :**

L'étude a été débutée après l'accord de la Direction à la recherche clinique et à l'innovation (DRCI) du CHUGA dans le cadre d'une procédure MR003 (dossier déposé en novembre 2017, accord obtenu en janvier 2018). L'analyse des données a été débutée une fois que la non opposition de chaque patient ait été obtenue après information orale et écrite. L'investigateur a validé une formation de Bonne pratique en recherche clinique encadré par la DRCI.

### **Statistiques :**

La prévalence d'au moins une synovite et celle d'au moins une ténosynovite clinique et échographique a été calculée globalement, puis séparément pour ce que nous appellerons ensuite « la main » (comprenant main + poignet) et « le pied » (comprenant pied + cheville). Nous avons utilisé le test du chi 2 ou le test exact de Fisher pour comparer des données qualitatives, et le test de Mann-Whitney ou le test t de Student en fonction de la présence ou non d'une distribution gaussienne pour les données quantitatives. Une valeur de  $p < 0,05$  a été considérée comme statistiquement significative. Nous avons utilisé le logiciel GraphPad 7.0 pour l'analyse statistique.

## **2.3 Résultats :**

### **Caractéristiques des patients :**

Cinquante-cinq patients consécutifs ont été inclus de janvier 2018 à juin 2018. Les caractéristiques des patients sont présentées dans le **Tableau 2**. Nous avons 15% de syndromes de chevauchement entre la ScS et d'autres connectivites (syndrome de Sjögren n = 4, polymyosite n = 2, lupus érythémateux disséminé n = 1, cholangite biliaire primitive n = 1).

### **Prévalence clinique et échographique des synovites et ténosynovites et détail des observations échographiques :**

Les résultats concernant la prévalence sont présentés dans le **Tableau 3**. Les résultats détaillés des échographies sont présentés dans le **Tableau 4**.

- Résultats pour les synovites : Globalement, l'examen clinique a été moins sensible que l'échographie pour la détection d'au moins une synovite, respectivement 25% contre 55% (OR (Odds ratio) : 0, IC 95% : 0 à 0,8). L'échographie a également détecté un plus grand nombre de synovites que l'examen clinique : respectivement moyenne de  $2,4 \pm 2,4$  contre  $0,5 \pm 0,9$  ( $p = 0,017$ ). Spécifiquement pour les mains, l'échographie était également plus sensible pour la détection d'au moins une synovite que l'examen clinique (OR : 9,8, IC 95% : 2,1 à 46,2). Concernant le pied, nous n'avons trouvé qu'une synovite clinique et aucune différence statistique entre l'examen clinique et l'échographie pour la présence d'au moins une synovite à ce niveau.

- Résultats pour les ténosynovites : l'examen clinique était moins sensible que l'échographie pour la détection d'au moins une ténosynovite (OR : 0, IC 95% : 0 à 0,2). Six ténosynovites des chevilles, dont deux avec présence d'un PDS, n'ont pas été détectées par l'examen clinique. Trois patients avaient un aspect de ténosynovite sclérosante en échographie (**Figure 5**), deux d'entre eux avaient déjà été détectés par l'examen clinique (TFR). Un patient présentait des troubles statiques majeurs du pied sans rapport avec sa ScS (pied plat) : l'analyse des données en excluant ce patient n'a pas modifié de manière significative les résultats.

**Corrélation de la présence de synovites cliniques / échographiques et de ténosynovites avec les autres caractéristiques de la maladie :**

- Évaluation des corrélations entre les données cliniques et les caractéristiques de la maladie : La présence d'au moins une synovite clinique de la main était associée à un mRSS plus élevé ( $p = 0,047$  ; médiane 6, IQR (Interquartile) : 3,0 à 17,0 contre médiane 3,5, IQR : 1,3 à 7,0) et à des patients plus jeunes ( $p = 0,020$ ; moyenne  $50,8 \pm 3,7$  ans contre  $60,4 \pm 1,8$  ans). Les TFR étaient associés à un  $mRSS \geq 14$  ( $p = 0,018$ ).

- Évaluation des corrélations entre les données échographiques et les caractéristiques de la maladie : Avoir au moins une synovite à la main en échographie était associé à un CHFS plus élevé ( $p = 0,003$ ; moyenne de  $24,6 \pm 3,4$  contre  $12,2 \pm 2,2$ ) et aux formes cutanées diffuses ( $p = 0,038$ ; OR : 9,1, IC 95% : 1,1 à 104,8). Avoir au moins une synovite de grade 2 ou 3 en mode B était associé à une durée d'évolution de la maladie plus courte ( $p = 0,044$ ; médiane 2,5, IQR : 0,8 à 6,5 contre médiane 8, IQR : 3,0 à 16,5) et à la présence d'ulcères digitaux ( $p = 0,035$ ; OR réciproque : 0, IC 95% : 0 à 0,7). La présence d'au moins une ténosynovite avec PDS positif était associée à un  $mRSS \geq 14$  ( $p = 0,018$ ; OR : 13,5, IQR : 2,1 à 82,6). Nous n'avons trouvé aucune autre corrélation entre les synovites, les ténosynovites ou la présence de PDS avec les autres caractéristiques de la maladie ou les autres atteintes viscérales recueillies, notamment l'hypertension artérielle pulmonaire, l'insuffisance cardiaque, les antécédents de crise rénale sclérodermique, la pneumopathie interstitielle diffuse, les résultats des épreuves fonctionnelles respiratoire et le bilan immunologique.

Tableau 2 : Caractéristiques des patients

Age en années, moyenne (DS)	58 (13)
Sexe féminin, n (%)	48 (87)
Durée d'évolution de la maladie en années, moyenne (DS)	10 (9)
mRSS, moyenne (DS)	6 (7)
mRSS $\geq$ 14, n (%)	8 (15)
CHFS, moyenne (DS)	18 (16)
Ulcères digitaux, n (%)	32 (58)
FEVG <50%, n (%)	1 (2)
PID au scanner thoracique, n (%)	16 (29)
HTAP, n (%)	1 (2)
CVF <75%, n (%) <sup>1</sup>	9 (16)
DLCO <60 %, n (%) <sup>1</sup>	13 (27)
Antécédent de CRS, n (%)	1 (2)
<b>Forme cutanée :</b>	
LcScS, n (%)	45 (82)
DcScS, n (%)	9 (16)
Sine scleroderma, n (%)	1 (2)
<b>Traitements :</b>	
Corticoïdes et traitements immunosuppresseurs <sup>2</sup> , n (%)	21 (38)
Corticoïdes seul, n (%)	10 (18)
Dose de prednisone en mg, moyenne (DS)	6 (3)
Traitement à visée articulaire, n (%)	19 (35)
Vasodilatateurs, n (%)	33 (60)
<b>Bilan immunologique :</b>	
Anticorps anti-topoisomerase-1, n (%)	21 (38)
Anticorps anti-centromère, n (%)	21 (38)
Présence d'autres auto anticorps <sup>4</sup> , n (%)	13 (27)
<p><i>n : nombre de patients, CHFS: Échelle fonctionnelle de la main de Cochin, mRSS: Score de Rodnan modifié, FEVG: fraction d'éjection du ventricule gauche, PID: pneumopathie interstitielle diffuse, HTAP: hypertension artérielle pulmonaire, CVF: capacité vitale forcée, DLCO: capacité de diffusion du dioxyde de carbone, CRS: crise rénale sclérodermique, LcScS: Sclérodermie systémique cutanée limitée, DcScS: Sclérodermie systémique cutanée diffuse</i></p> <p><sup>1</sup> Nous avons 2 patients avec des données manquantes pour les épreuves fonctionnelles respiratoires, les tests manquants ont été considérés comme normaux pour l'analyse.</p> <p><sup>2</sup> Hydroxychloroquine, méthotrexate, corticoïdes, mycophénolate mofetil, rituximab, leflunomide</p> <p><sup>3</sup> Hydroxychloroquine, méthotrexate, corticoïdes, rituximab, leflunomide</p> <p><sup>4</sup> PmSCL :1, NOR 90 : 1, ARN polymérase-3 : 1, Ku : 2, Ro52 : 10, anticorps anti nucléaires négatifs : 4, anticorps anti nucléaires sans spécificité : 2. Sept patients avaient une double spécificité.</p>	

Tableau 3 : Prévalence de la présence d'au moins une synovite ou ténosynovite à l'examen clinique et en échographie

	Synovite		Ténosynovite	
	Clinique≥1	US≥1	Clinique≥1	US≥1
Main et poignet, n	14*	29*	2	9
Main et poignet, %	25	52	4	16
Pied et cheville, n	1	16	4	10
Pied et cheville, %	2	29	7	18
Total, n	14*	30*	6*	15*
Total, %	25	55	11	27
Signal Doppler positif, n	na	6	na	5
Signal Doppler positif, %	na	11	na	9
TFR (clinique)/TeSy sclérosante (US), n	na	na	2	3
TFR (clinique)/TeSy sclérosante (US), %	na	na	4	6

*TeSy: ténosynovite, TFR: crépitation tendineuse, US: en échographie, n: nombre de patients, na: non adapté*  
*\* p<0.05 entre la détection clinique et échographique*

Tableau 4 : Résultats échographiques détaillés

	Nombre de patients (%)	Nombre d'articulations
<b>Synovites des mains et poignets</b>		
PDS <sup>1</sup> 0	25 (45,4)	55
PDS 1	5 (9,1)	7
PDS 2 or 3	0 (0)	0
IPD <sup>2</sup>	3 (5,4)	3
IPP <sup>3</sup>	11 (20,0)	18
MCP <sup>4</sup>	11 (20,0)	20
Poignet <sup>5</sup>	16 (29,1)	20
Épanchement seul	12 (21,8)	34
<b>Ténosynovites des mains et poignets</b>		
PDS positif	1 (1,8)	2
Aspect sclérosant	3 (5,4)	6
Extenseurs	8 (14,5)	10
Fléchisseurs	1 (1,0)	2
<b>Synovites des pieds et chevilles</b>		
PDS 0	16 (29,1)	64
PDS 1	1 (1,8)	1
PDS 2 or 3	1 (1,8)	8
MTP <sup>6</sup>	14 (25,5)	39
MTP excepté la MTP1	9 (16,3)	23
IPP	4 (7,2)	5
Médiopied	3 (5,4)	4
Cheville	2 (3,6)	2
Épanchement seul	25 (45,5)	134
<b>Ténosynovites des chevilles</b>		
PDS positif	5 (9,1)	11
Aspect sclérosant	1 (1,8)	3
Compartiment antérieur	2 (3,6)	2
Compartiment latéral	7 (12,7)	13
Compartiment médial	6 (10,1)	8
Compartiment postérieur	0 (0)	0
<p><i>1. Signal Doppler puissance, 2. Interphalangiennes distales, 3. Interphalangiennes proximales 4. Metacarpophalangiennes, 5. Comprenant radiolunaire distale, radiocarpienne et médiocarpienne, 6. Métatarsophalangiennes</i></p>		

## **2.4 Discussion :**

À notre connaissance, il s'agit de la première et de la plus grande étude échographique portant spécifiquement sur la détection des synovites et des ténosynovites du pied, et de la deuxième plus large étude échographique sur les synovites et les ténosynovites des mains chez les patients atteints de ScS classés selon les critères ACR / EULAR 2013.

Un quart des patients avaient au moins une synovite des pieds en échographie, principalement localisée aux articulations MTP. Cela semble cohérent avec la prévalence observée dans d'autres connectivites. Dans une étude d'échographie, 20,9% des lupus érythémateux disséminé avaient une atteinte synoviale des MTP (MTP1 incluse) (32). Pour comparaison, la prévalence des synovites des MTP est quasiment deux fois plus élevée dans la polyarthrite rhumatoïde (31). Chez des patients présentant une arthrose radiographique du pied, une étude a montré que 50% des patients présentaient une synovite de la MTP 1 en échographie, témoignant de l'absence de spécificité inflammatoire de cette lésion. De ce fait, nous avons présenté les résultats avec et sans la MTP1 où les lésions arthrosiques sont fréquentes, et où l'aspect peut être pathologique chez des sujets sains (nous n'avons pas effectué de radiographie dans notre étude) (33).

L'échographie des pieds était plus sensible que l'examen clinique pour détecter au moins une synovite et détecter au moins une ténosynovite. Mais ces deux résultats n'étaient pas statistiquement significatifs, probablement du fait d'un manque de puissance dans notre étude en raison de la faible prévalence clinique des synovites et ténosynovites du pied dans la ScS. Dans la plus grande étude antérieure évaluant cliniquement le pied chez 100 patients atteints de ScS, 10% des patients avaient des TFR à la cheville (les ténosynovites n'étaient pas individualisées dans cette étude) (27), ce qui concorde avec la faible prévalence de notre étude. Bien que l'atteinte des pieds dans la ScS soit moins fréquente que celle des mains, l'échographie semble être un outil d'imagerie intéressant pour compléter l'examen clinique, le pied étant considéré comme complexe à évaluer cliniquement (34).

Fait intéressant, les synovites des mains en échographie étaient associées à un handicap de la main plus élevé évalué par le CHFS, confirmant l'important impact de l'atteinte rhumatologique dans le pronostic fonctionnel de la ScS. À notre connaissance, il s'agit de la première étude comparant la synovite échographique avec le CHFS. D'autres études échographiques ont évalué le handicap avec le HAQ, le HAQ DI (Health assesment questionnaire disability index), le scleroderma HAQ ou le European Scleroderma Study Group

activity index, mais aucune corrélation n'avait alors pu être constatée. Dans une autre étude, une forte corrélation a été trouvée entre l'épaisseur de la poulie A1 et le test HAMIS (Hand Mobility in scleroderma test), un autre indice de handicap (35). Nous n'avons trouvé aucune corrélation entre le CHFS et la présence de ténosynovites échographiques, peut-être en raison de la faible prévalence des ténosynovites dans notre étude. Dans la littérature, un CHFS plus élevé reflète un handicap fonctionnel plus important lié aux mains, et est associé aux arthrites des mains (diagnostiquées cliniquement et non par échographie), aux rétractions digitales en flexion, aux ulcères digitaux, à un mRSS plus élevé et à la fibrose pulmonaire ; le handicap a également été associé aux TFR et aux douleurs articulaires (15,26).

Dans notre étude, nous avons constaté que les synovites échographiques de grade 2 et 3 étaient associées aux ulcères digitaux et à une maladie plus récente comme dans d'autres études, et que les synovites échographiques étaient associées aux formes cutanées diffuses (25,36). Nous n'avons trouvé aucune corrélation avec d'autres atteintes viscérales, mais une autre équipe a montré dans une étude clinique avec un plus large échantillon de patients, que les synovites cliniques pouvaient être utiles pour la stratification du pronostic des patients atteints de ScS (24). De plus une étude portant sur 103 patients atteints de ScS classés selon les critères ACR / EULAR 2013 montrait une association avec la péricardite (25). Il faut prendre en compte la faible prévalence de certaines atteintes viscérales engendrant un manque de puissance (**Tableau 2**) dans l'interprétation de nos résultats.

Nous n'avons pas trouvé de corrélation entre le PDS des synovites et les caractéristiques de la maladie, contrairement à une autre étude (25). Ceci s'explique peut-être par le fait que le PDS était rare dans notre population, en sachant que 35% de notre population avait un traitement concomitant à visée anti-inflammatoire articulaire.

Comme d'autres études échographiques ayant inclus des patients atteints de ScS classés selon les critères de Leroy, de l'ACR 1980 ou de l'ACR / EULAR (10,11,25,36,37), notre travail montre que la détection des synovites et des ténosynovites est plus sensible en échographie qu'avec l'examen clinique. Cependant, nous avons eu une prévalence plus faible de synovites échographiques avec PDS positif, de ténosynovites et de ténosynovites sclérosantes. Cela peut s'expliquer par la proportion plus élevée de formes cutanées limitées, elle-même liée à notre recrutement original pour une étude rhumatologique : les patients ont effectivement été recrutés dans un centre de médecine vasculaire avec comme porte d'entrée le phénomène de Raynaud, et non dans un centre de rhumatologie, ce qui a limité le biais de sélection des patients sur l'atteinte articulaire. Enfin, la prévalence de TFR était faible comparée à celle d'autres études échographiques ; elle peut s'expliquer par les points précédents et parce que nous les avons

recherchées uniquement aux mains et aux pieds. La prévalence clinique des TFR est hétérogène dans les études échographiques, de 6% à plus de 22% et de 11% dans la base de données EUSTAR (22,36,38).

Notre étude présente plusieurs biais. C'était une étude monocentrique transversale, avec un groupe hétérogène de patients concernant les caractéristiques cliniques et les thérapies, mais il s'agissait d'une population de patients non sélectionnés et représentatifs de la pratique clinique. De plus les résultats de cette étude ont pu être affectés par la relative inexpérience de l'échographiste, mais avant de commencer l'étude il s'est calibré sur une base de données d'images échographiques afin de limiter ce biais. La taille de l'échantillon était peu importante, reflétant la rareté de cette pathologie, mais il s'agit à notre connaissance de la plus grande étude échographique réalisée à ce jour portant spécifiquement sur les synovites et les ténosynovites du pied chez les patients atteints de ScS classés selon les critères ACR / EULAR 2013.

## **2.5 Conclusion :**

Il s'agit de la première et la plus grande étude d'échographie portant sur les synovites et ténosynovites du pied chez des patients atteints de ScS classés selon les critères ACR / EULAR 2013 et de la seconde pour les mains. En accord avec les études précédentes, l'échographie est plus sensible que l'examen clinique pour détecter les synovites et ténosynovites. L'atteinte des pieds en échographie est moins fréquente que celle des mains, mais touche un quart des patients et se situe principalement aux articulations métatarsophalangiennes. Les synovites des mains en échographie sont associées au handicap de la main et aux formes cutanées diffuses.

### **3. CONCLUSION ADMINISTRATIVE :**

**THÈSE SOUTENUE PAR :** HUBAC Jason

**TITRE :**

PREVALENCE ECHOGRAPHIQUE DES SYNOVITES ET TENOSYNOVITES DE LA MAIN ET DU PIED DANS LA SCLERODERMIE SYSTEMIQUE ET CORRELATION AVEC LES CARACTERISTIQUES DE LA MALADIE DONT LE HANDICAP DE LA MAIN.

**CONCLUSION :**

Objectif :

Décrire la prévalence échographique des synovites et des ténosynovites des mains et des pieds chez des patients atteints de sclérodermie systémique et analyser leurs corrélations avec les caractéristiques de la maladie et le handicap de la main.

Méthodes :

Des patients consécutifs atteints de sclérodermie systémique selon les critères ACR/EULAR 2013 étaient inclus dans une étude transversale monocentrique. Ils bénéficiaient d'un examen clinique standardisé et d'une échographie musculo-squelettique des mains et des pieds. Des données cliniques, biologiques et d'imagerie étaient collectées.

Résultats :

55 patients ont été inclus. L'échographie était plus sensible que l'examen clinique pour détecter au moins une synovite (respectivement 52% contre 25%,  $p=0,025$ ) et au moins une ténosynovite (respectivement 16% contre 4%,  $p=0,009$ ). 18 % des patients présentaient une ténosynovite de cheville et 29% une synovite de cheville ou du pied, principalement localisée aux articulations métatarsophalangiennes (25,5%). Avoir au moins une synovite des mains en échographie était associé à un indice fonctionnel de la main de Cochin plus élevé (moyenne  $25 \pm 3$  contre  $12 \pm 2$ ,  $p=0,003$ ) et à la forme cutanée diffuse ( $p=0,038$ ).

Conclusion :

Notre étude montre que l'échographie est supérieure à l'examen clinique pour détecter les synovites et les ténosynovites dans la sclérodermie systémique. L'atteinte du pied est moins fréquente que celle des mains, elle est présente dans un quart des cas, principalement localisée aux métatarso-phalangiennes. Enfin avoir une synovite de la main est associé aux formes cutanées diffuses et à un handicap de la main plus élevé.

**VU ET PERMIS D'IMPRIMER**

Grenoble, le : 20/09/2018

**LE DOYEN**



**Pr. Patrice MORAND**

**LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE**



**Pr. GAUDIN Philippe**

## **4. BIBLIOGRAPHIE :**

1. Denton CP, Khanna D. Systemic sclerosis. *The Lancet*. 2017;390(10103):1685-99.
2. HAS 2017 : Protocole national de diagnostic et de soins. Sclérodermie systémique. [https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/200811/pnds\\_\\_sclerodermie\\_web.pdf](https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/200811/pnds__sclerodermie_web.pdf). Consulté le 7 avril 2018
3. Hachulla E, Launay D. Sclérodermie systémique. EMC - Appareil Locomoteur. 2005. 1-18
4. Giacomelli R, Ruscitti P, Allanore Y. Systemic sclerosis. EULAR on-line Course on rheumatic diseases. 2017. 1-73
5. Preliminary criteria for the classification of systemic sclerosis (scleroderma). Subcommittee for scleroderma criteria of the American Rheumatism Association Diagnostic and Therapeutic Criteria Committee. *Arthritis Rheum*. 1980;23(5):581-90.
6. LeRoy EC, Medsger TA. Criteria for the classification of early systemic sclerosis. *J Rheumatol*. 2001;28(7):1573-6.
7. Van den Hoogen F, Khanna D, Fransen J, Johnson SR, Baron M, Tyndall A, et al. 2013 classification criteria for systemic sclerosis: an American college of rheumatology/European league against rheumatism collaborative initiative. *Ann Rheum Dis*. 2013;72(11):1747-55.
8. Avouac J, Clements PJ, Khanna D, Furst DE, Allanore Y. Articular involvement in systemic sclerosis. *Rheumatology*. 2012;51(8):1347-56.
9. Steen VD, Medsger TA. The palpable tendon friction rub: an important physical examination finding in patients with systemic sclerosis. *Arthritis Rheum*. 1997;40(6):1146-51. Avouac J, Clements PJ, Khanna D, Furst DE, Allanore Y. Articular involvement in systemic sclerosis. *Rheumatology*. 2012;51(8):1347-56.
10. Cuomo G, Zappia M, Abignano G, Iudici M, Rotondo A, Valentini G. Ultrasonographic features of the hand and wrist in systemic sclerosis. *Rheumatology*. 2009 ;48(11):1414-7.
11. Freire V, Bazeli R, Elhai M, Campagna R, Pessis É, Avouac J, et al. Hand and wrist involvement in systemic sclerosis: US features. *Radiology*. 2013;269(3):824-30.

12. Chitale S, Ciapetti A, Hodgson R, Grainger A, O'Connor P, Goodson NJ, et al. Magnetic resonance imaging and musculoskeletal ultrasonography detect and characterize covert inflammatory arthropathy in systemic sclerosis patients with arthralgia. *Rheumatol Oxf Engl.* 2010;49(12):2357-61.
13. Hachulla E, Base d'images du Club Rhumatismes et Inflammations. Sclérodémie systémique.  
[http://crinet.com/autresprojets/base\\_images/display\\_rub.asp?rub=scleroderm](http://crinet.com/autresprojets/base_images/display_rub.asp?rub=scleroderm). Consulté le 6 juin 2018
14. Brower LM, Poole JL. Reliability and validity of the Duruoz Hand Index in persons with systemic sclerosis (scleroderma). *Arthritis Rheum.* 2004;51(5):805-9.
15. Peytrignet S, Denton CP, Lunt M, Hesselstrand R, Mouthon L, Silman A, et al. Disability, fatigue, pain and their associates in early diffuse cutaneous systemic sclerosis: the European Scleroderma Observational Study. *Rheumatology.* 2018 ;57(2):370-81.
16. Rannou F, Poiraudéau S, Berezné A, Baubet T, Le-guern V, Cabane J, et al. Assessing disability and quality of life in systemic sclerosis: Construct validities of the Cochin Hand Function Scale, Health Assessment Questionnaire (HAQ), Systemic Sclerosis HAQ, and Medical Outcomes Study 36-Item Short Form Health Survey. *Arthritis Rheum.* 2007 ;57(1):94-102.
17. Boynard M. Bases physiques et technologiques de l'échographie ultrasonore. EMC - Radiol Imag Médicale - Principes Tech - Radioprot. 2006;1(1):1-22.
18. Gaudin P, Berrada K, Clay M, Lisse A, Lecoq B, Sicaud A, et al. Échographie en pathologie rhumatismale. EMC - Appareil Locomoteur. 2015 10 (2):1-22
19. Backhaus M, Burmester GR, Gerber T, Grassi W, Machold KP, Swen WA, et al. Guidelines for musculoskeletal ultrasound in rheumatology. *Ann Rheum Dis.* 2001;60(7):641-9.
20. Naredo E, Wakefield RJ, Iagnocco A, Terslev L, Filippucci E, Gandjbakhch F, et al. The OMERACT ultrasound task force--status and perspectives. *J Rheumatol.* 2011;38(9):2063-7.

21. Wakefield RJ, Balint PV, Szkudlarek M, Filippucci E, Backhaus M, D'Agostino M-A, et al. Musculoskeletal ultrasound including definitions for ultrasonographic pathology. *J Rheumatol*. 2005;32(12):2485-7.
22. Cuomo G, Zappia M, Iudici M, Abignano G, Rotondo A, Valentini G. The origin of tendon friction rubs in patients with systemic sclerosis: a sonographic explanation. *Arthritis Rheum*. 2012;64(4):1291-3.
23. Stoenoiu MS, Houssiau FA, Lecouvet FE. Tendon friction rubs in systemic sclerosis: a possible explanation--an ultrasound and magnetic resonance imaging study. *Rheumatology*. 2013;52(3):529-33.
24. Avouac J, Walker UA, Hachulla E, Riemekasten G, Cuomo G, Carreira PE, et al. Joint and tendon involvement predict disease progression in systemic sclerosis: a EUSTAR prospective study. *Ann Rheum Dis*. 2016;75(1):103-9.
25. Lescoat A, Ballerie A, Belhomme N, Cazalets C, de Carlan M, Droitcourt C, et al. Synovial involvement assessed by power Doppler ultra-sonography in systemic sclerosis: results of a cross-sectional study. *Rheumatology* 2018 [Internet]. <https://academic.oup.com/rheumatology/advance-article-abstract/doi/10.1093/rheumatology/key214/5058086?redirectedFrom=fulltext>. Consulté le 8 Août 2018
26. Poole JL, Steen VD. The use of the Health Assessment Questionnaire (HAQ) to determine physical disability in systemic sclerosis. *Arthritis Care Res Off J Arthritis Health Prof Assoc*. 1991;4(1):27-31.
27. La Montagna G, Baruffo A, Tirri R, Buono G, Valentini G. Foot involvement in systemic sclerosis: a longitudinal study of 100 patients. *Semin Arthritis Rheum*. 2002;31(4):248-55.
28. Koski JM, Saarakkala S, Helle M, Hakulinen U, Heikkinen JO, Hermunen H. Power Doppler ultrasonography and synovitis: correlating ultrasound imaging with histopathological findings and evaluating the performance of ultrasound equipments. *Ann Rheum Dis*. 2006;65(12):1590-5.

29. Cugnet M, Trabelsi M, Ornetti P, Gaudin P, Rouanet S, Baillet A. Agreement Between DAS28-ESR, DAS28-CRP, SDAI, CDAI (Simplified/Clinical Disease Activity Index), ACR/EULAR Remission Criteria and Ultrasound Scoring (Naredo-12) in Patients with Rheumatoid Arthritis in Routine Care [Internet]. ACR 2016 Meeting Abstracts. <https://acrabstracts.org/abstract/agreement-between-das28-esr-das28-crp-sdai-cdai-simplifiedclinical-disease-activity-index-acreular-remission-criteria-and-ultrasound-scoring-naredo-12-in-patients-with-rheumatoid-arthritis-i/> Consulté le 6 juin 2017
30. Wakefield RJ, Brown AK, O'Connor PJ, Emery P. Power Doppler sonography: improving disease activity assessment in inflammatory musculoskeletal disease. *Arthritis Rheum.* 2003;48(2):285-8.
31. Riente L, Delle Sedie A, Scire C, Filippucci E, Meenagh G, Annamaria I, et al. Ultrasound imaging for the rheumatologist XXXI. Sonographic assessment of the foot in patients with rheumatoid arthritis. *Clin Exp Rheumatol.* 2011;29(1):1-5.
32. Iagnocco A, Ceccarelli F, Rizzo C, Truglia S, Massaro L, Spinelli FR, et al. Ultrasound evaluation of hand, wrist and foot joint synovitis in systemic lupus erythematosus. *Rheumatology.* 2014;53(3):465-72.
33. Annamaria I, Filippucci E, Riente L, Meenagh G, Delle Sedie A, Sakellariou G, et al. Ultrasound imaging for the rheumatologist XXXV. Sonographic assessment of the foot in patients with osteoarthritis. *Clin Exp Rheumatol.* 2011 ;29(5):757-762.
34. Prevoo ML, Kuper IH, van't Hof MA, van Leeuwen MA, van de Putte LB, van Riel PL. Validity and reproducibility of self-administered joint counts. A prospective longitudinal followup study in patients with rheumatoid arthritis. *J Rheumatol.* 1996;23(5):841-5.
35. Tagliafico A, Panico N, Serafini G, Ghio M, Martinoli C. The thickness of the A1 pulleys reflects the disability of hand mobility in scleroderma. A pilot study using high-frequency ultrasound. *Eur J Radiol.* 2011;77(2):254-7.
36. Elhai M, Guerini H, Bazeli R, Avouac J, Freire V, Drapé J-L, et al. Ultrasonographic hand features in systemic sclerosis and correlates with clinical, biologic, and radiographic findings. *Arthritis Care Res.* 2012;64(8):1244-9.
37. Iagnocco A, Vavala C, Vasile M, Stefanantoni K, Valesini G, Ricciari V. Power Doppler ultrasound of the hand and wrist joints in systemic sclerosis. *Clin Exp Rheumatol.* 2013;31(2 Suppl 76):89-95.

38. Avouac J, Walker U, Tyndall A, Kahan A, Matucci-Cerinic M, Allanore Y, et al. Characteristics of joint involvement and relationships with systemic inflammation in systemic sclerosis: results from the EULAR Scleroderma Trial and Research Group (EUSTAR) database. *J Rheumatol.* 2010;37(7):1488-501.