
POCSAG

Comprendre et Intercepter



- >> De quoi parle-t-on ?
- >> Etat des lieux
- >> Intercepter les transmissions
- >> Le signal POCSAG expliqué

Par Patrick Chêne

Ce document est publié au format PDF sur mon blog.

Pour s'y rendre, scannez ce QR-Code ou rendez-vous ici :

<https://pchene.wordpress.com/>



Ce document tout comme le contenu de mon blog est libre de diffusion dans un cadre non-rémunéré. Dans le cas contraire, merci de me solliciter afin d'obtenir ou pas une autorisation écrite. Il s'en suivra un échange où j'apprécierai vos motivations. Mon autorisation ou pas en sera ma conclusion.

Un cadre rémunéré étant un cadre dans lequel votre activité de diffuser intégralement ou partiellement mon contenu est susceptible de produire un gain financier, une contrepartie de toute nature (salaire, dédommagement, cadeau...)

Pour me contacter : 14VK11@gmail.com

Table des matières

Introduction	6
La radiomessagerie	7
Naissance du pager	7
Le protocole POCSAG	7
Évolution des protocoles : POCSAG, FLEX, etc.....	8
Contexte français	8
Chronologie POCSAG / Radiomessagerie	8
Le réseau POCSAG des pompiers	9
Les SDIS : une organisation décentralisée.....	9
La solution de messagerie POCSAG utilisée par les SDIS	9
Limites.....	9
Mais pourquoi le POCSAG a-t-il été adopté ?.....	9
Exemple de message à destination des pompiers.....	9
Le réseau e*Message	10
Usages :	10
Fonctionnement :	10
Sécurité :	10
Limites.....	10
Pourquoi le protocole est encore utilisé	10
Le POCSAG et son attrait pour les amateurs de radio.....	11
Intercepter et décoder un signal POCSAG	12
Avertissement légal	12
Sur quelles fréquences se rendre pour intercepter du POCSAG en France.	12
SDRAngel : Un outil puissant pour l'interception des signaux POCSAG.....	15
Le module Pager Demodulator	15
Autres solutions logicielles	19
Interface avec l'équipement SDR	19
Configuration du récepteur SDR	19
Liaison audio vers le décodeur numérique	19
Décodage du signal numérique	19
Solutions alternatives pour Linux et Mac.....	20
Démarrer facilement l'interception du POCSAG.....	20
Améliorer la réception des signaux POCSAG.....	20

Pour aller plus loin	21
POCSAG Pompier/SDIS expliqué	22
Comment fonctionne une alerte SDIS.....	22
La schématique du réseau SDIS	22
Les systèmes peuvent adresser :.....	23
Exemples concrets d'utilisation	23
Limites rencontrées	23
C'est quoi un message SDIS.....	23
Pour aller plus loin	23
POCSAG e*Message France expliqué.....	24
Origines et couverture du réseau.....	24
Caractéristiques et infrastructure.....	25
Une solution dédiée aux communications critiques	25
Fonctionnement du réseau	26
Bilan sur la solution réseau e*Message.....	26
Particularités techniques	27
Pour aller plus loin	27
Le protocole POCSAG expliqué.....	28
Caractéristiques du POCSAG	28
Fiche technique du POCSAG	28
Rappels sur la modulation FSK.....	29
Le POCSAG ça ressemble visuellement alors à quoi ?	30
Structure du protocole	33
Voici un exemple de la structure d'un message	33
Débit et modulation	34
Alternatives modernes au POCSAG.....	35
Pourquoi chercher des alternatives ?.....	35
ANTARES : Réseau numérique sécurisé des secours.....	35
Réseaux LTE et 5G "critique"	36
Applications mobiles de notification.....	36
Réseaux hybrides et solutions de secours	37
La question de la résilience.....	37
Vers une résilience hybride — POCSAG + numérique	37
Pourquoi ne pas abandonner POCSAG ?	37
L'intérêt de la redondance.....	38
Modèle de fonctionnement hybride	38

Les bonnes pratiques à retenir	38
Les limites d'un système 100 % numérique	39
Fiche technique — Panorama des alternatives.....	39
Pour aller plus loin	39
Conclusion – Entre héritage et modernité	40
POCSAG, un réseau pas si dépassé.....	40
Un monde en transition.....	40
Vers un avenir responsable	41
Code des simulations Matlab	42
Code pour la Modulation FSK	42
Code pour le signal POCSAG.....	44
Acronymes et Définitions.....	47
Quelques mots sur l'auteur de ce document.....	50

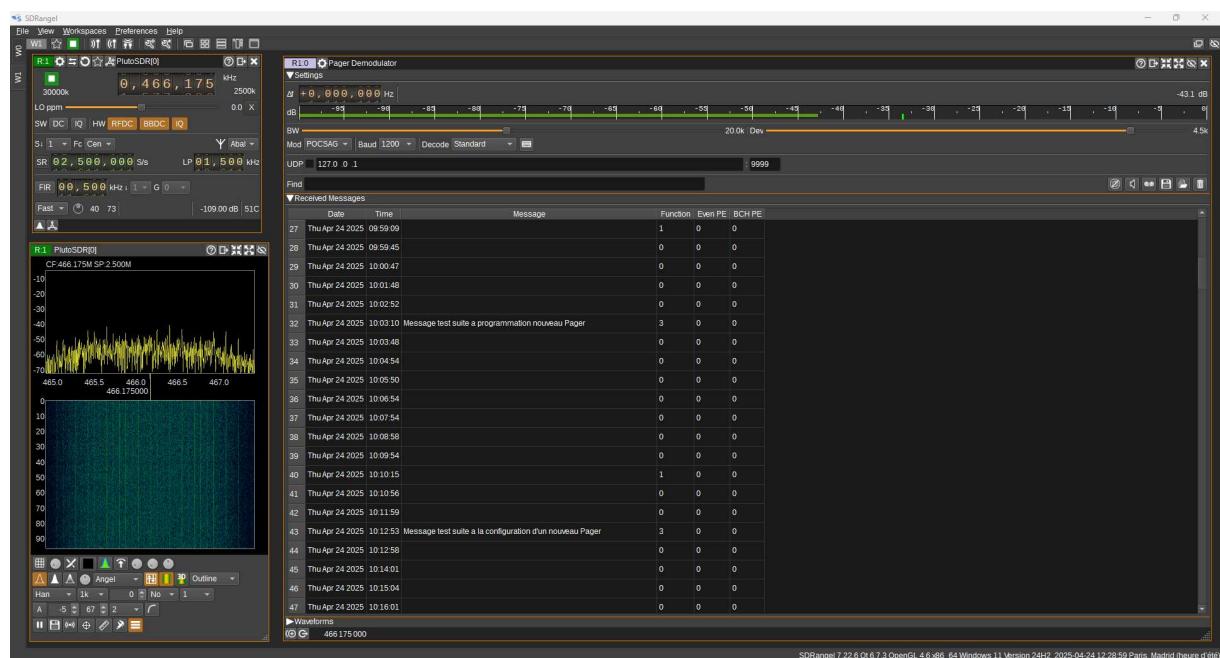
Introduction

Dans un monde où les communications numériques évoluent sans cesse, le protocole **POCSAG** reste une référence discrète mais essentielle dans le domaine de la **radiomessagerie en France**. Conçu pour transmettre des messages de manière fiable et efficace, il est encore largement utilisé dans des secteurs critiques tels que les **services d'urgence, la sécurité civile, les infrastructures industrielles** et au sein de la communauté des **radioamateurs**.

Ce guide vise à offrir une **approche pédagogique et technique** pour comprendre le fonctionnement du POCSAG, son histoire, son utilisation actuelle et les méthodes permettant d'analyser ses signaux. Que vous soyez **étudiant, professionnel du secours, passionné de radio ou hacker éthique spécialisé en cybersécurité**, ce document vous accompagnera dans la découverte de ce protocole fascinant.

À travers des **explications claires, des analyses détaillées et des exemples concrets**, vous apprendrez **comment fonctionne la transmission des messages POCSAG, comment intercepter et décoder ces signaux, mais aussi les alternatives modernes** qui viennent compléter ou remplacer ce système dans les infrastructures actuelles.

Plongez dans l'univers du POCSAG et explorez son rôle dans la **résilience technologique, ses forces et limites**, ainsi que les évolutions vers des communications hybrides entre **radiofréquences et réseaux numériques**.



Copie d'écran réalisée sur SDR Angel et anonymisée volontairement

La radiomessagerie

Naissance du pager

Bien avant les smartphones et les notifications instantanées, les **pageurs** (ou **bipeurs**) faisaient figure de révolution dans la communication mobile. Ces petits appareils, capables de recevoir des messages courts par ondes radio, ont été massivement utilisés dès les années 1980, notamment dans le monde médical, industriel, et les services de secours.

Les premiers systèmes utilisaient des protocoles analogiques très simples. Rapidement, des normes numériques sont apparues, avec pour objectif d'optimiser la fiabilité, la portée et la clarté des messages transmis.

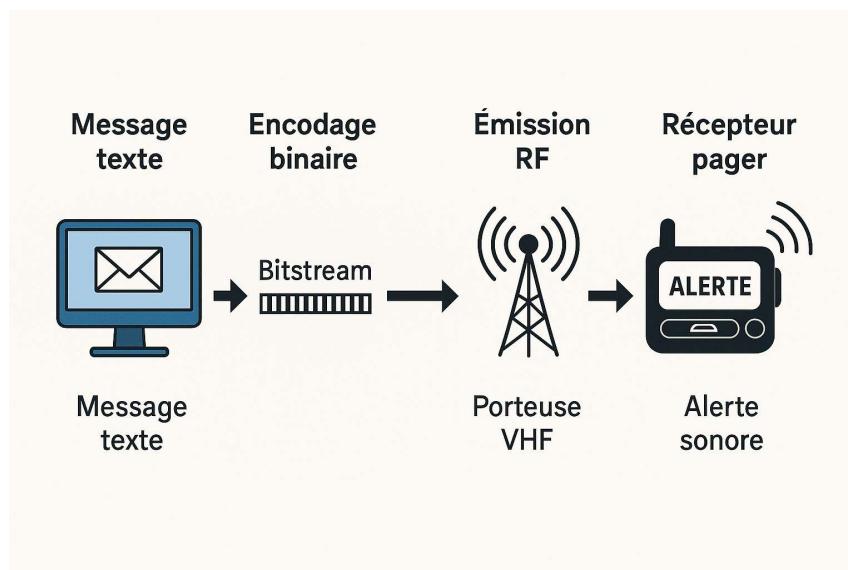
Le protocole POCSAG

C'est en Angleterre, dans les années 1970, que le **Post Office Code Standardization Advisory Group** (POCSAG) conçoit un protocole de transmission **numérique** de messages destinés à la radiomessagerie. Standardisé, économique et simple à implémenter, POCSAG devient rapidement une **référence mondiale**.

Les avantages du POCSAG :

- Peu coûteux en bande passante
- Très robuste face aux interférences
- Facilement décodable même avec du matériel amateur

Son architecture unidirectionnelle (émission uniquement vers les pageurs) permet une grande simplicité de fonctionnement, au détriment d'une absence de retour (accusé de réception ou accusé de lecture).



Évolution des protocoles : POCSAG, FLEX, etc.

POCSAG ne restera pas seul très longtemps. Il sera suivi d'autres protocoles comme :

- **FLEX** (par Motorola) : plus rapide, plus dense
- **ERMES** : norme européenne qui n'a jamais percé
- **TETRA, P25, ANTARES** : protocoles plus complexes, chiffrés, bidirectionnels et adaptés aux forces de sécurité

Cependant, POCSAG perdure encore aujourd'hui dans certains secteurs critiques pour sa simplicité, sa fiabilité et sa capacité à fonctionner même en cas de défaillance des réseaux IP ou GSM.

Contexte français

En France, la radiomessagerie a connu un essor particulier dans les années 1980–1990, notamment via les réseaux de Télédiffusion de France (TDF), puis de Télétel et le réseau e*Message.

Les sapeurs-pompiers, notamment les volontaires, ont longtemps été équipés de pagers POCSAG leur permettant de recevoir une alerte d'intervention directement, sans dépendre du réseau téléphonique. Ce mode d'alerte est encore utilisé aujourd'hui dans certaines régions rurales, en parallèle ou en redondance avec des systèmes plus modernes.

Chronologie POCSAG / Radiomessagerie

Année	Événement
1976	Développement du protocole POCSAG par la British Post Office pour la radiomessagerie.
Années 1980	Adoption mondiale du POCSAG dans les services d'urgence et industriels.
Années 1990	Expansion des pgers numériques utilisant POCSAG et FLEX pour les pompiers, hôpitaux et industries.
En 1998	Développement du réseau DAPNET en Allemagne, permettant l'envoi de messages via POCSAG à des pagers amateurs.
Années 2000	Diminution de l'usage des pagers, remplacés par les SMS et applications mobiles, mais encore utilisés en environnements critiques.
De 2010 à 2025	Maintien des réseaux POCSAG pour les services d'urgence, avec des solutions hybrides intégrant IP et SDR.

Le réseau POCSAG des pompiers

De nombreux **SDIS** (Services Départementaux d'Incendie et de Secours) ont utilisé (et parfois utilisent encore) le protocole POCSAG pour transmettre des alertes et ordres de départ aux pompiers.

Les SDIS : une organisation décentralisée

En France, la gestion opérationnelle des secours est assurée par les **Services Départementaux d'Incendie et de Secours (SDIS)**. Chaque département dispose de son propre SDIS, doté de moyens techniques adaptés à la typologie du territoire. Deux types de personnels composent les moyens humains des SDIS où les volontaires représentent **plus de 70 %** des effectifs nationaux :

- **Professionnels** (pompiers de carrière)
- **Volontaires** (intervenants disponibles sur appel, souvent à domicile ou en activité professionnelle)

La solution de messagerie POCSAG utilisée par les SDIS

- **Simplicité** : peu coûteux à mettre en œuvre
- **Fiabilité** : très robuste même dans des zones mal couvertes par les réseaux mobiles
- **Rapidité** : transmission instantanée du message

Limites

- Pas de retour d'information (pas de confirmation de réception)
- Manque de sécurité (messages non chiffrés → interception possible)
- Vieillissant : beaucoup de SDIS migrent vers des solutions plus modernes (ex : réseau ANTARES, systèmes numériques)

Mais pourquoi le POCSAG a-t-il été adopté ?

Le recours au POCSAG s'explique par plusieurs facteurs :

- Portée radio importante, y compris en zones rurales
- Indépendance vis-à-vis des réseaux téléphoniques ou Internet
- Simplicité des pagers, compacts et peu énergivores
- Coût réduit par rapport aux systèmes numériques sécurisés

Exemple de message à destination des pompiers

Un pompier volontaire peut recevoir une alerte sur son pager à tout moment, même dans une zone sans couverture GSM. Le message type est :

ALERTE - INCENDIE MAISON - 12 RUE DES ANONYMES - COMMUNE DE OUJESUIS

Le réseau e*Message

Le réseau **e*Message France** (anciennement Télédiffusion de France) est un opérateur spécialisé dans les services de radiomessagerie. Il exploite un réseau national basé sur le protocole POCSAG pour fournir des alertes et messages professionnels.

Usages :

- **Urgence et sécurité** : pompiers, SAMU, hôpitaux, intervention
- **Industries sensibles** : nucléaire, énergie, chimie, transports
- **Surveillance de processus industriel** : agronomie et autres industries
- **Flux autoroutiers** : Accident, Incident...
- **Justice** : Garde à vue, OPJ, Prévenu
- **Alertes automatiques** : systèmes d'alerte en cas d'inondation, incendie industriel, etc.

Fonctionnement :

- Réseau maillé avec des émetteurs couvrant presque tout le territoire français
- Transmission sur des bandes VHF dédiées
- Service 24/7 avec haute disponibilité

Sécurité :

- Les messages ne sont **pas chiffrés**, ce qui rend possible leur interception avec du matériel radio simple (ce qui pose des problèmes de confidentialité)
- Des pagers personnalisés (avec codes d'adresse) permettent toutefois un filtrage partiel

Limites

- **Pas de chiffrement natif**
- **Unidirectionnel** → aucune confirmation de réception
- **Technologie ancienne**, difficile à intégrer à un écosystème IP

Pourquoi le protocole est encore utilisé

- **Résilience** : très peu sensible aux coupures ou aux saturations réseau
- **Couverture importante** : territoire national
- **Consommation minimale** des pagers
- **Temps réel** : la réception d'un message POCSAG est quasi-instantanée

Le POCSAG et son attrait pour les amateurs de radio

Le protocole **POCSAG** suscite depuis longtemps l'intérêt des **radioamateurs et passionnés de radiocommunication**. Son accessibilité et sa simplicité en font un terrain d'expérimentation privilégié :

- **Fréquences facilement accessibles** sur les bandes **VHF et UHF**
- **Messages transmis en clair**, permettant une réception directe
- **Nombreuses solutions logicielles gratuites** pour le décodage et l'analyse

Au fil des années, une véritable **communauté** s'est formée autour de l'exploration du POCSAG, documentant ses usages et développant des outils de décodage toujours plus performants. Cependant, il est essentiel de rappeler que **même un message non chiffré reste protégé par le secret des correspondances en France**.



Intercepter et décoder un signal POCSAG

Il est **techniquement simple, peu coûteux et accessible** d'intercepter des messages POCSAG, à condition de disposer d'un ordinateur Windows ou autre. Voici les éléments essentiels :

- **Une clé RTL-SDR** (*compatible RTL2832U, environ 30 € sur Amazon ou Aliexpress*) : ce **récepteur SDR (Software Defined Radio)** compact se branche en USB et permet de capter des signaux sur une **large plage de fréquences** (souvent, de quelques kHz à près de 2 GHz). Les modèles basiques suffisent pour intercepter les signaux POCSAG utilisés par les **SDIS et le réseau e*Message**.
- **Un logiciel de décodage** : plusieurs options existent, comme **PDW, DSD+ ou MultimonNG**, mais **SDRAngel** (gratuit, disponible [ici](#)) offre **bien plus de possibilités** et permet d'explorer divers types de signaux analogiques et numériques.
- **Une antenne adaptée** : une **antenne VHF-UHF**, même basique, peut convenir. Les modèles inclus dans certains kits RTL-SDR sont suffisants pour débuter.
- **Un ordinateur** : **Windows est recommandé** pour une prise en main facile des logiciels de décodage.
- **Un adaptateur SMA** (*si nécessaire*) : peut-être indispensable pour connecter une antenne extérieure et améliorer la réception.

Avec ces outils, il devient possible d'explorer et d'analyser les transmissions POCSAG en toute autonomie.

Avertissement légal

L'écoute des transmissions **POCSAG** est autorisée à **des fins expérimentales ou pédagogiques en France**, sans nécessiter de licence radioamateur. Cependant, **la diffusion des messages interceptés reste strictement interdite en France**.

Publier ces interceptions sur **YouTube ou les réseaux sociaux** constitue une **Violation du secret des correspondances**, encadrée par la législation en vigueur. La **CNIL** et l'**ARCEP** rappellent régulièrement que, bien que les messages POCSAG ne soient **pas chiffrés**, ils restent protégés juridiquement.

Ainsi, toute expérimentation doit être menée **dans le respect du cadre légal**, sans partage ou divulgation des contenus décodés.

Sur quelles fréquences se rendre pour intercepter du POCSAG en France.

Sur mes copies d'écran, vous remarquerez que la **fréquence de réception de 466,175 MHz** apparaît régulièrement. Il s'agit de **l'une des fréquences utilisées par le réseau**

e*Message, que je peux capter depuis ma station située **près de Castelnaudary**, haut lieu du cassoulet.

Cependant, selon votre emplacement, **les fréquences utilisées peuvent varier**. Voici une liste des fréquences exploitées en France par les **SDIS** et **e*Message**. Ces informations proviennent à la fois de **mes propres écoutes** et de **sources officielles**.

Certaines données restent incomplètes, car les informations précises ne sont pas toujours accessibles.

Réseau	Bande	Fréquence	Canal	Puissance apparente	Commentaire
SDIS	VHF	85,955			Est petit à petit en cours de retrait. Mais toujours utilisée autour de chez moi.
SDIS	VHF	168,950			
SDIS	VHF	169,025			
SDIS	VHF	169,100			
SDIS	VHF	169,275			
SDIS	VHF	169,325			
SDIS	VHF	173,5125			
SDIS	VHF	173,550			
SDIS	VHF	173,625			
SDIS	VHF	173,700			
SDIS	VHF	173,875			
SDIS	VHF	173,925			
E*Message	VHF	87,390		10 KW max	France
E*Message	UHF	456,050	2	300 W max	Canaux 2 et 8 dans la région Ile-de-France
E*Message	UHF	456,075	3	300 W max	Canaux 2 et 8 dans la région Ile-de-France
E*Message	UHF	456,175	7	300 W max	Canaux 2 et 8 dans la région Ile-de-France
E*Message	UHF	456,20625	8	300 W max	Canaux 2 et 8 dans la région Ile-de-France
E*Message	UHF	456,23125	9	300 W max	Canaux 2 et 8 dans la région Ile-de-France
E*Message	UHF	466,025	1		France
E*Message	UHF	466,050	2		France
E*Message	UHF	466,075	3		France
E*Message	UHF	466,175	7		France
E*Message	UHF	466,20625	8		France
	UHF	466,23125			Un doute sur le fait que ce soit une fréquence E*Message
	UHF	446,475			Pas eu l'occasion de l'identifier, si quelqu'un à la réponse...
	UHF	446,525			Pas eu l'occasion de l'identifier, si quelqu'un à la réponse...

Les fréquences utilisées en France, que ce soit pour le **POCSAG**, les **SDIS**, ou d'autres services, sont **publiquement accessibles** via le **Journal Officiel**. À quelques exceptions près, notamment pour certains usages particuliers nécessitant des dérogations, ces informations ne sont **ni secrètes ni confidentielles**, malgré les idées reçues.

L'accès à ces données du Journal Officiel permet aux passionnés de radio, aux professionnels et aux curieux d'avoir une meilleure compréhension des bandes utilisées et de leur répartition sur le territoire.

SDRAngel : Un outil puissant pour l'interception des signaux POCSAG

L'installation de **SDRAngel** est bien documentée à travers de nombreux **tutoriels disponibles en ligne**, ce qui permet à chacun de le prendre en main progressivement. Ce guide ne vise pas à détailler ces étapes, mais plutôt à explorer **ses paramètres essentiels pour l'interception des signaux POCSAG**, qu'ils soient issus des **SDIS** ou du **réseau e*Message**.

Reconnu pour sa **richesse fonctionnelle**, SDRAngel est parfois qualifié d'**usine à gaz** en raison de ses nombreuses options, mais il **offre des capacités que d'autres logiciels ne permettent pas**. Parmi ses atouts majeurs, il **intègre directement la gestion audio**, évitant ainsi **l'utilisation de câbles audio virtuels**, un avantage considérable pour simplifier le traitement des signaux, réduire les latences, optimiser l'aspect temps réel.

Pour bien démarrer, il est conseillé de **prendre le temps d'explorer ses fonctionnalités** et de **consulter les démonstrations vidéo** disponibles sur le site de son **créateur/éditeur : SDRAngel**.

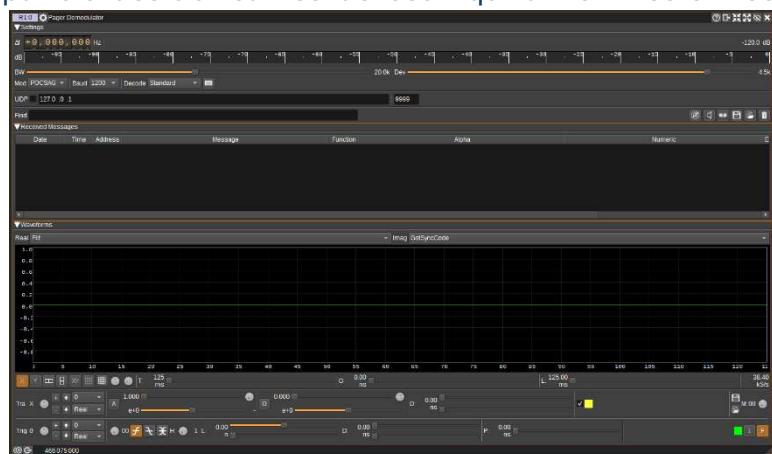
Dans ce chapitre, nous allons détailler **les réglages spécifiques à SDRAngel**, afin d'optimiser l'interception et le décodage des transmissions **POCSAG**.

Le module Pager Demodulator

Une fois **SDRAngel installé** sur votre ordinateur, vous pouvez activer le module dédié à l'interception des signaux POCSAG. Les paramètres par défaut devraient s'afficher correctement. Si l'onglet "**Waveforms**" en bas de l'écran n'est pas ouvert, ce n'est pas un problème : il est dans beaucoup de cas d'usage, principalement **cosmétique** et n'impacte pas le fonctionnement du décodage POCSAG.

Pour les curieux ou les sceptiques qui vous entourent, cet affichage peut impressionner, mais attention aux questions parfois déstabilisantes de ceux qui aiment tester vos connaissances. Cela dit, ces échanges peuvent aussi être l'occasion de partager votre expertise et de briser certaines idées reçues.

Dans ce chapitre, nous allons explorer les **paramètres essentiels** pour optimiser l'utilisation de SDRAngel dans

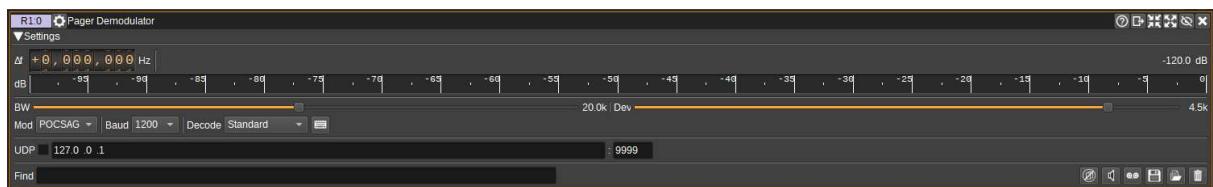


le cadre de l'interception des signaux **POCSAG**, qu'ils proviennent des **SDIS ou du réseau e*Message**.

Pour une première utilisation fluide, il est recommandé de **laisser tous les paramètres tels quels** sans les modifier. Les réglages affichés dans l'interface sont **optimisés** pour l'interception des signaux **POCSAG**, que ce soit pour les **SDIS ou le réseau e*Message**.

Je ne suis pas adepte du **management par la peur**, mais **attention** : si vous commencez à **modifier** les paramètres sans trop savoir où vous allez, votre expérience d'interception des signaux POCSAG sur **SDRAngel** risque de devenir un véritable casse-tête.

C'est pourquoi j'ai inclus une **capture d'écran des réglages par défaut** : elle vous permet de revenir à une **configuration stable** si un excès de curiosité venait à brouiller le fonctionnement du logiciel.



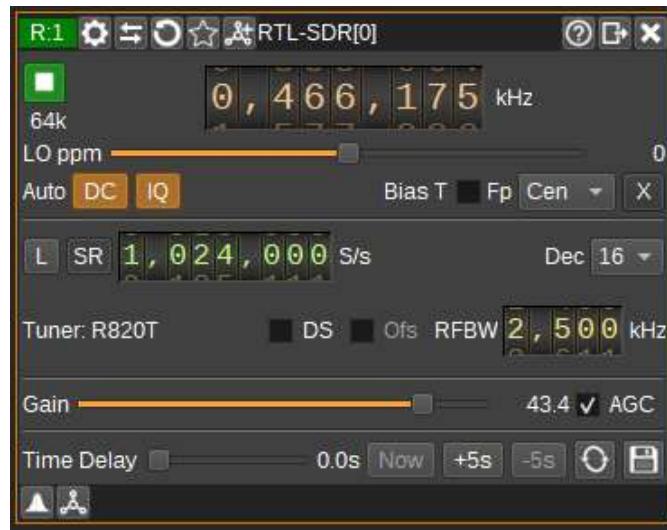
Pour réussir l'interception des messages **POCSAG**, tout commence par le bon réglage du module correspondant à votre récepteur ou transceiver **SDR**. Ce module varie en fonction du **matériel utilisé**, qu'il s'agisse d'une **clé RTL-SDR**, d'un **HackRF**, d'un **PlutoSDR** ou autre.

Avant de toucher à quoi que ce soit, prenez le temps de **comprendre les réglages essentiels** pour éviter les mauvaises surprises.

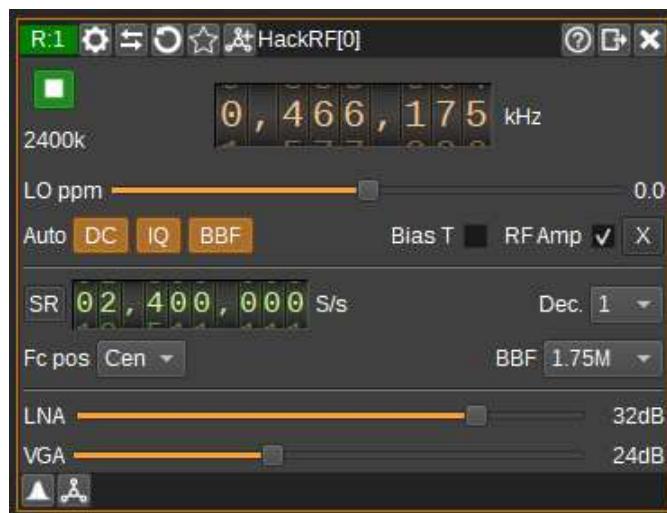
La clé du succès pour intercepter les messages **POCSAG** avec **SDRAngel** repose sur le module correspondant à votre récepteur ou transceiver **SDR**. Ce module varie en fonction du **matériel utilisé**, influençant directement les paramètres de réception et de décodage.

Ayant en ma possession **différents types de SDR** (récepteurs et transceivers), je vais partager des **captures d'écran** et des réglages adaptés à ces divers équipements. Cela vous permettra de **configurer votre SDR au mieux** si vous avez-vous aussi ces solutions.

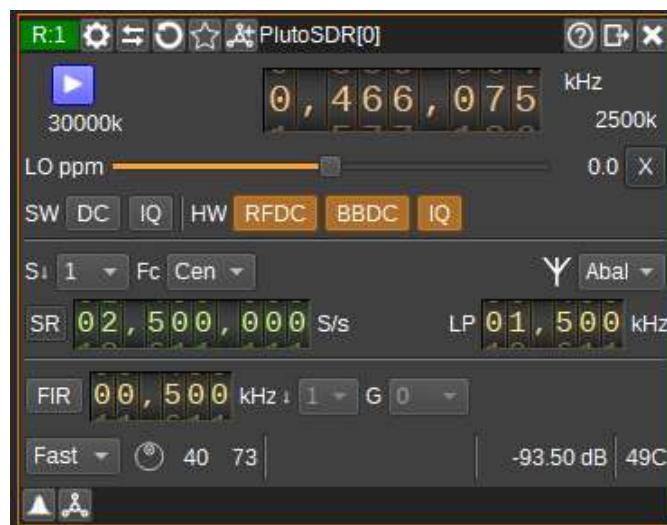
Cas de la Clé RTL-SDR



Cas du HackRF avec ou sans PortaPack

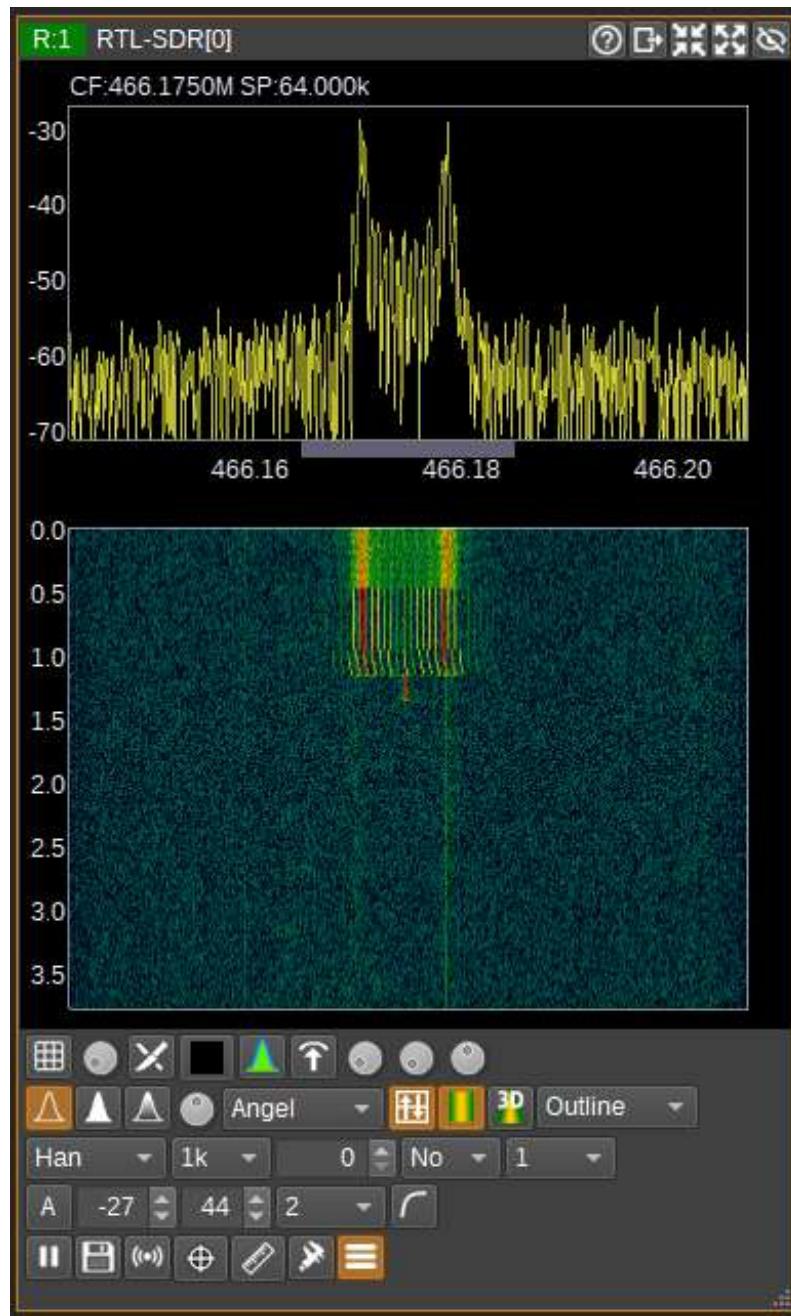


Cas du PlutoSDR, j'utilise des ZynqSDR ou aussi appelés LibreSDR mais c'est identique.



En prenant le temps d'analyser un signal **POCSAG** sur le **waterfall** du SDR (*chute d'eau, ou spectrogramme dynamique*), on peut visualiser sa signature caractéristique. Cette représentation permet d'identifier **les variations de fréquence**, propres à la modulation **FSK**, et ainsi de **repérer les transmissions actives**.

L'interprétation de ces visualisations est essentielle pour affiner **le réglage du récepteur**, améliorer **la qualité de la réception**, et optimiser **le décodage des messages POCSAG**.



Autres solutions logicielles

SDRAngel est une solution **complète, puissante et efficace** pour le décodage des transmissions **POCSAG**, mais sa richesse fonctionnelle peut **intimider** certains utilisateurs. Pour faciliter l'approche, voici les **bases essentielles** pour mettre en place un **traitement logiciel sous Windows**.

Interface avec l'équipement SDR

La majorité des **récepteurs SDR** grand public ne sont **pas directement reconnus** par le système d'exploitation. Une adaptation est donc **nécessaire** pour qu'un **logiciel de réception** puisse communiquer avec votre équipement. La **solution logicielle recommandée** : [Zadig](#)

Configuration du récepteur SDR

Il s'agit ici de **définir les paramètres** de réception :

- **Fréquence utilisée**
 - **Modulation (FSK pour POCSAG)**
 - **Filtres et gains adaptés**
- ◊ Voici des exemples de logiciels recommandés :
- [SDR++](#)
 - [SDR Sharp](#)
 - [SDR Console](#)

Liaison audio vers le décodeur numérique

Le signal reçu doit être **redirigé vers le module de décodage numérique** via un **câble audio virtuel**. Solution recommandée : [VB Cable](#)

Décodage du signal numérique

Le message POCSAG apparaît sous forme de **caractères codés**. Attention, certains messages peuvent être **des échanges entre systèmes**, et ne pas être compréhensible sans connaissance du protocole utilisé. Ils ne sont pas chiffrés pour autant.

Outils recommandés :

- **PDW** (*Décodeur POCSAG/FLEX*) → [Lien](#)
- **Sorcerer** (*Décodeur multimode, proche du logiciel pro Krypto500*) → [Lien](#)

Solutions alternatives pour Linux et Mac

Bien que d'excellents outils existent sous **Linux et Mac**, cet article ne les aborde pas en détail. Linux peut être **complexe** à prendre en main pour un débutant, et ce guide se concentre sur **Windows**, où l'installation et l'utilisation sont plus accessibles.

Démarrer facilement l'interception du POCSAG

Pour bien démarrer, voici un lien utile qui vous accompagnera dans l'installation et la configuration d'une **solution logicielle de réception du signal** :

Guide rapide RTL-SDR

Le site **RTL-SDR** est une véritable **référence** dans le domaine, non seulement pour les **clés SDR**, mais aussi pour l'actualité et les différentes **solutions disponibles** pour les passionnés de radio. Vous y trouverez une mine d'informations pour approfondir votre compréhension et affiner vos réglages.

Je ne rentre pas ici dans **tous les détails**, car de nombreux **tutoriels, vidéos et guides** existent déjà sur internet. L'objectif est d'aller à **l'essentiel**, sans alourdir inutilement le document ni réinventer ce qui est déjà bien expliqué ailleurs.

Améliorer la réception des signaux POCSAG

Si la réception des signaux POCSAG est **faible ou perturbée**, plusieurs ajustements peuvent être effectués pour optimiser la qualité du signal :

- **Vérification des paramètres de réception** : Assurez-vous que la **fréquence** est correctement définie, ajustez le **gain**, et vérifiez la présence ou non de la commande **LNA (Low Noise Amplifier)**. Le gain peut être **réglé manuellement** ou en mode automatique (AGC – Automatic Gain Control), selon les performances de votre équipement SDR.
- **Adaptation de la polarisation d'antenne** : Si le signal est faible, essayez de **modifier l'orientation de l'antenne (horizontale ou verticale)** afin d'optimiser la réception.
- **Élimination des interférences** : Une réception propre nécessite **un environnement à faible bruit électromagnétique**. Soyez vigilant face aux **répéteurs Wi-Fi, CPL, blocs d'alimentation à découpage de qualité médiocre** et aux **éclairages LED (rubans LED, ampoules RGB avec télécommande)** qui peuvent fortement dégrader la qualité du signal.

En appliquant ces ajustements, vous maximisez vos chances d'obtenir une **réception stable et fiable** des transmissions POCSAG.

Pour aller plus loin

Si vous souhaitez approfondir votre exploration du monde des **radiofréquences et du décodage SDR**, voici quelques ressources précieuses :

Sites spécialisés

- **RadioAmateurs France** – Une revue gratuite, véritable mine d'or d'informations et d'actualités radio : radioamateurs-france.fr
- **J28RO Blog** – Archives riches en contenus sur la radio, bien que le site soit en pause depuis peu : j28ro.blogspot.com

Logiciels avancés pour les passionnés et professionnels

- **GNURadio** – Un puissant outil de développement SDR, largement utilisé par les étudiants, experts et ingénieurs RF, chercheurs. Bien que conçu initialement pour **Linux**, il est compatible avec **Windows et Mac** via **Radioconda** : [radioconda](http://radioconda.org)
- **Matlab et Simulink** – Un seul et même logiciel. Référence incontournable pour le traitement du signal et les calculs mathématiques. Il reconnaît les **clés RTL-SDR** et permet des analyses avancées.
 - Version principale : mathworks.com
 - Version web gratuite pour une utilisation immédiate : matlab.mathworks.com

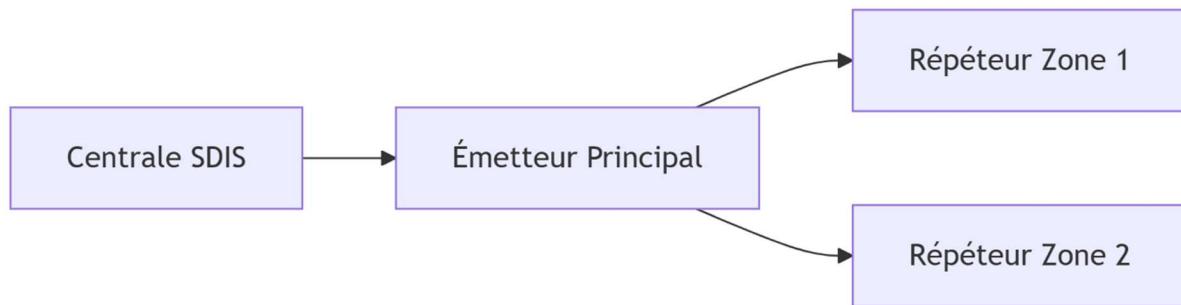
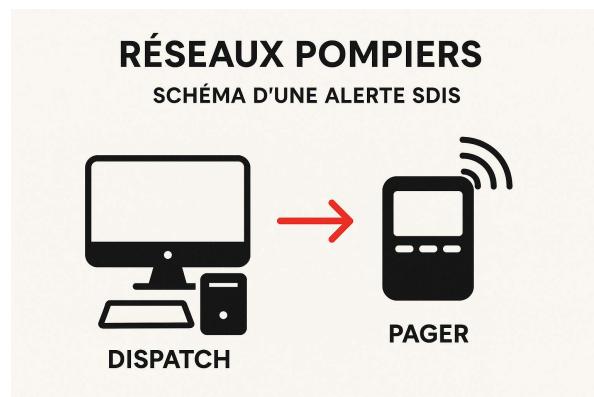
Ces ressources vous aideront à **perfectionner vos connaissances**, expérimenter davantage et explorer les nombreuses possibilités du **SDR et du décodage numérique**.

POCSAG Pompier/SDIS expliqué

Comment fonctionne une alerte SDIS

- Déclenchement depuis le CTA-CODIS (Centre de traitement de l'alerte)
- Création d'un message court (souvent automatisé ou pré-rempli)
- Transmission via une station d'émission locale ou une infrastructure partagée (réseau départemental)
- Réception par les pagers des pompiers concernés (grâce au RIC individuel ou groupé)
- Départ en intervention

La schématique du réseau SDIS



L'interception d'un **signal POCSAG SDIS** implique généralement la **captation des transmissions des répéteurs** situés dans une ou plusieurs **zones avoisinantes** de la station de réception (zone 1, zone 2...).

Contrairement au réseau **e*Message**, qui fonctionne avec une **architecture centralisée** et diffuse sur l'ensemble du territoire via un réseau maillé, le **SDIS** opère de manière **décentralisée**, avec des **répéteurs locaux** permettant de couvrir des secteurs spécifiques.

Comprendre cette différence est essentiel pour **optimiser la réception des transmissions SDIS** et adapter **l'écoute des fréquences locales** en fonction de la zone où l'on se trouve.

Les systèmes peuvent adresser :

- Un individu (ex : médecin, chef d'agrès)
- Un groupe (ex : caserne entière)
- Une zone géographique

Exemples concrets d'utilisation

- **SDIS ruraux** : la radiomessagerie est parfois le seul canal fiable
- **Réserves de sécurité civile** : pagers attribués aux bénévoles
- **Situation de crise** : basculement vers POCSAG si panne réseau

Certaines casernes conservent des systèmes **hybrides** : POCSAG + SMS + app mobile.

Limites rencontrées

- **Pas d'accusé de réception** : difficile de savoir si un pompier a vu l'alerte
- **Pas de géolocalisation** possible
- **Failles de sécurité** : messages interceptables
- **Obsolescence du matériel** : maintenance difficile dans certains cas

C'est quoi un message SDIS

Élément	Détail
Destinataires	Pompiers volontaires, pros, médecins, responsables
Fréquence typique	Par exemple : 466.175 MHz (varie selon les départements)
Message type	Alerte + nature + lieu de l'intervention
Types d'envoi	Individuel, groupe, secteur
Logiciel d'envoi	Interfaces CTA, logiciels métiers (SINUS, GESI, etc.)
Redondance	SMS / appels / ANTARES / Applis mobiles
Durée de vie des pagers	10–15 ans avec une pile AA ou batterie interne

Pour aller plus loin

- Article sur la radiomessagerie chez les pompiers : <https://rescue18.com/la-messagerie-operationnelle-chez-les-sapeurs-pompiers/>
- Vidéo : *Comment les pompiers sont alertés ?* – YouTube (chercher « pagers pompiers France »)
- Outils utilisés par certains SDIS : SINUS, GESIP, Antares

POCSAG e*Message France expliqué

En 2025, alors que la **5G** et les réseaux **LTE critiques** dominent le paysage des communications, un acteur continue d'assurer une **diffusion fiable et constante** sur tout le territoire français : **e*Message France**.

Issu de la **privatisation d'une partie du réseau TDF** dans les années **1990**, e*Message exploite aujourd'hui un **réseau national de radiomessagerie**, principalement basé sur le **protocole POCSAG**, avec quelques segments utilisant **FLEX**. Ce système demeure un **pilier technologique** pour les **communications professionnelles critiques**, notamment dans les secteurs de la **sécurité civile, la santé et l'industrie**.

Pour plus d'informations : [e*Message France](#)

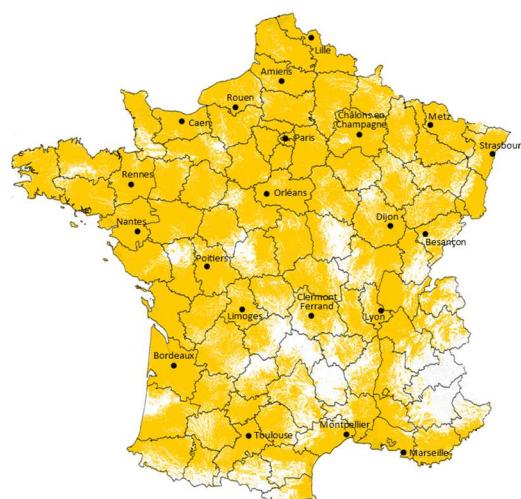
Origines et couverture du réseau

Le réseau **e*Message France** est issu de la **fusion de plusieurs anciens opérateurs**, dont :

- **TDF Pager**
- **France Télécom Mobitex**
- **Radiomessagerie hospitalière**

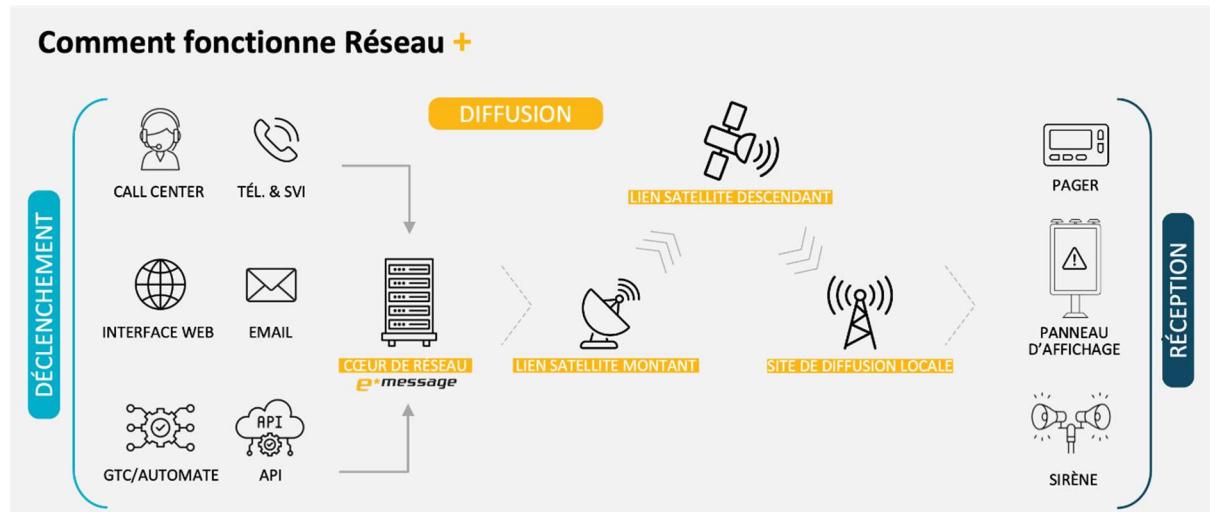
Grâce à cette consolidation, **e*Message France** a pu mettre en place un **réseau dense de relais radio**, assurant une **couverture quasi-nationale**. Son infrastructure permet de maintenir des **communications fiables**, même dans les **zones blanches** où les réseaux mobiles traditionnels peuvent être absents ou instables.

Ce maillage robuste en fait **une solution essentielle** pour les secteurs nécessitant des **communications critiques et résilientes**, notamment dans les **services d'urgence, l'industrie et la sécurité civile**.



Caractéristiques et infrastructure

- Émission depuis des **points hauts** (pylônes, toits d'immeubles, sommets)
- Réseau **unidirectionnel** (émission uniquement)
- Résilience élevée en cas de panne d'infrastructure IP



Une solution dédiée aux communications critiques

Le réseau e*Message France se distingue par sa **fiabilité et sa résilience**, le rendant indispensable dans les secteurs où une **communication instantanée et sécurisée** est primordiale. Il s'inscrit pleinement dans le **management du risque et de la sécurité**, couvrant plusieurs domaines clés :

Santé

- Alerte des **médecins de garde**
- Coordination des **urgences hospitalières**
- Gestion des **réseaux de transplantation d'organes**

Sécurité civile

- Notification des **pompiers volontaires**
- Organisation des **réserves communales de sécurité**
- Support en cas de **rupture du réseau ANTARES**

Industrie

- Transmission des **alertes techniques**
- Notifications pour la **supervision et le contrôle des infrastructures**
- Gestion des **astreintes 24/7 en maintenance**

Au-delà de ces secteurs, e*Message joue aussi un **rôle clé dans la gestion des crises environnementales et industrielles**, permettant une **coordination rapide et efficace**.

Les **services d'autoroutes** font partie des acteurs qui exploitent ce réseau pour optimiser la gestion des accidents et événements sur les axes routiers stratégiques.

Fonctionnement du réseau

Les clients e*Message disposent de pagers connectés au réseau, et d'un portail ou logiciel d'envoi de messages.

Chaîne typique :

- Message saisi sur un portail web (ou via une API)
- Routage vers les émetteurs proches du destinataire
- Diffusion du message codé en POCSAG
- Réception immédiate par le pager (1–2 secondes de latence)

Le réseau supporte aussi :

- Messages préprogrammés
- Envois groupés
- Rappels automatiques (multi-diffusion sur plusieurs canaux)

Bilan sur la solution réseau e*Message

- **Avantages**
 - Couverture stable y compris dans les zones rurales ou souterraines
 - Très faible consommation des terminaux
 - Système robuste en cas de crise majeure
 - Indépendant des réseaux GSM/Internet
- **Limites et critiques**
 - Protocoles non chiffrés (sauf solutions spécifiques)
 - Pas de retour d'information (pas de retour accusé de réception sans solution hybride)
 - Matériel parfois onéreux ou difficile à remplacer
 - Infrastructure vieillissante (bien qu'entretenue)

Particularités techniques

Élément	Détail
Nom du réseau	e*Message France
Fréquences typiques	VHF et UHF
Protocoles supportés	POCSAG (512/1200 bauds), FLEX (rares cas)
Protocole utilisé	Majoritairement POCSAG à 512 ou 1200 bauds
Couverture	Nationale (via relais à haute puissance)
Interopérabilité	APIs d'envoi, SMS fallback, email-to-pager
Types de terminaux	Pagers professionnels, systèmes de réception de masse
Systèmes compatibles	Pagers Unication, Swissphone, et certains appareils hybrides
Public cible	Secteurs sensibles (santé, sécurité, industrie)
Redondance	Via passerelles IP ou SMS

Pour aller plus loin

- Exemple de pager compatible : Swissphone DE920 ou Unication G5
- Logiciels de supervision intégrables : Nagios, Zabbix, via plugin Pager
- Étude : "Résilience des réseaux radio indépendants en cas de crise" – CEN 2021
- Il existe des documents et analyses sur la **résilience des infrastructures numériques** et des **communications en cas de crise** :
 - **Étude sur la résilience numérique** – Analyse des infrastructures essentielles et leur capacité à résister aux crises.
 - **Guide méthodologique sur la résilience locale** – Approche pour renforcer la résilience des réseaux à l'échelle territoriale.
 - **Article sur la résilience des communications en France** – Évaluation de la préparation du pays face aux crises majeures.

Le protocole POCSAG expliqué

POCSAG est un **protocole numérique de transmission de messages unidirectionnels** utilisé principalement par les pagers. Il fonctionne par la diffusion de messages codés sur une fréquence radio dédiée, permettant à un ou plusieurs récepteurs d'en prendre connaissance s'ils sont "adressés".

Caractéristiques du POCSAG

Caractéristiques techniques :

- Modulation** : FSK (Frequency Shift Keying)
- Débit** : généralement 512, 1200 ou 2400 bauds
- Fréquences utilisées** : VHF ou UHF
- Mode de fonctionnement** : unidirectionnel (émission uniquement vers les pagers)
- Contenu des messages** : souvent du texte brut (ex : alerte, lieu d'intervention)

Fiche technique du POCSAG

Élément	Détail
Nom complet	Post Office Code Standardization Advisory Group
Type	Protocole de radiomessagerie numérique unidirectionnel
Modulation	FSK (Frequency Shift Keying)
Débits supportés	512 / 1200 / 2400 bauds
Structure de message	Préambule + trames (cadres) + adresse + message + CRC
Adresse destinataire	RIC (Radio Identity Code), 21 bits
Encodage du message	ASCII 7 bits ou BCD
Fréquences utilisées (FR)	137–174 MHz (VHF) / 446–470 MHz (UHF)
Exemples d'usage	Alertes pompiers, hôpitaux, industries sensibles
Sécurité	Aucune : messages transmis en clair
Avantages	Portée, fiabilité, simplicité, basse consommation
Inconvénients	Non chiffré, pas interactif, obsolescence

Rappels sur la modulation FSK

Le **signal FSK** (pour **Frequency Shift Keying** ou **modulation par déplacement de fréquence** en français) est une technique de **modulation numérique** utilisée pour transmettre des données.

Principe de base :

En FSK, **la fréquence d'une onde porteuse est changée** pour représenter des données numériques (des 0 et des 1). Voici comment cela fonctionne en général :

- **0 logique (bit 0)** → la porteuse est transmise à une certaine fréquence (par exemple : 1200 Hz)
- **1 logique (bit 1)** → la porteuse est transmise à une autre fréquence (par exemple : 2200 Hz)

Ces deux fréquences différentes permettent au récepteur de distinguer facilement entre un 0 et un 1.

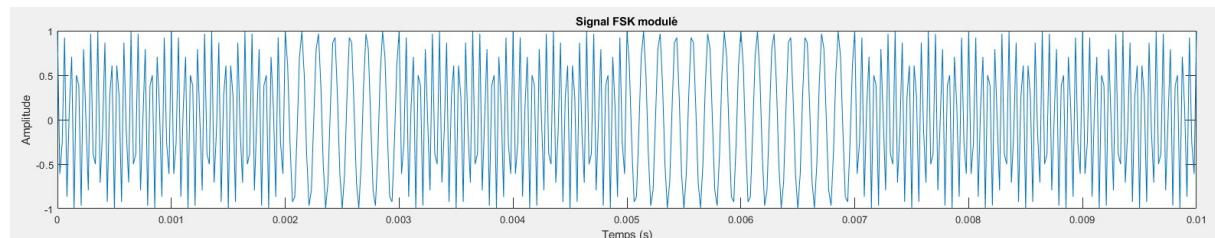
Les points à retenir :

- C'est une **modulation de fréquence**, contrairement à l'ASK (amplitude) ou PSK (phase).
- Très utilisé dans les **modems anciens**, les **pgers**, et certains **rseaux radio** comme ceux des **SDIS (pompiers)**.
- Moins sensible au bruit que l'ASK, donc adapté aux transmissions radio.

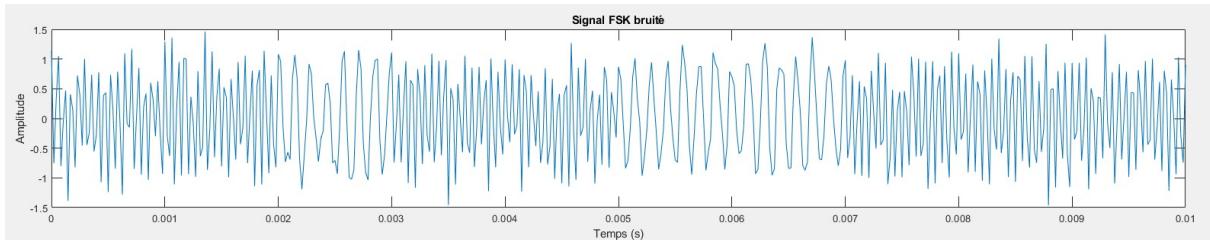
Je vous invite à vous plonger dans cet e-book que j'ai précédemment écrit. J'y ai mentionné des informations relatives aux modulations numériques dans le cadre d'un support d'initiation à la cybersécurité. Cet e-book est disponible gratuitement ici :

<https://pchene.wordpress.com/2025/02/26/cybersecurite-sesame-ouvre-toi-avec-le-hackrf-one-et-universal-radio-hacker/>

Voici des représentations graphiques de la modulation FSK tel qu'on pourrait les visualiser avec par exemple un oscilloscope. J'ai réalisé ces simulations sous Matlab, pour ceux qui y ont accès, je mets leur code à disposition à la fin du document si vous souhaitez les reproduire, les explorer.

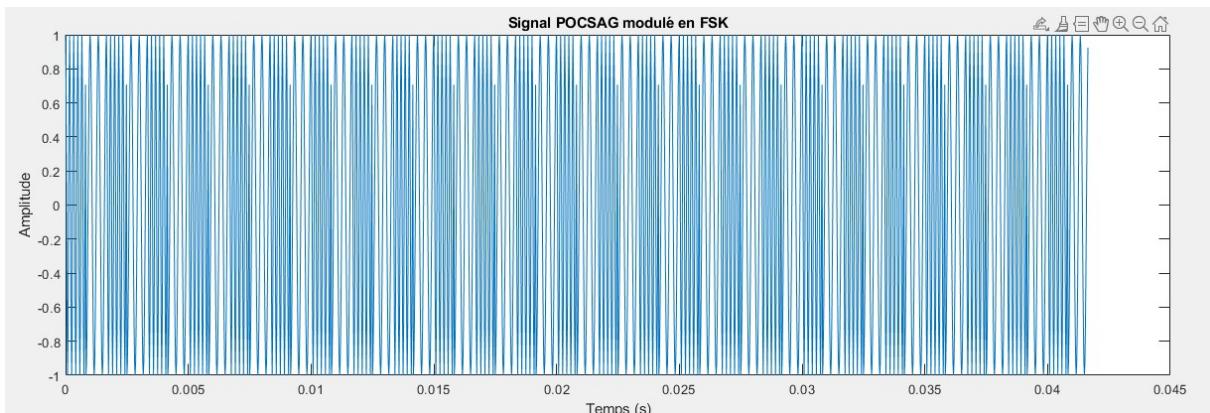


Dans la vraie vie un signal PSK ressemble plutôt à ça car l'environnement de transmission subit de nombreuses perturbations.

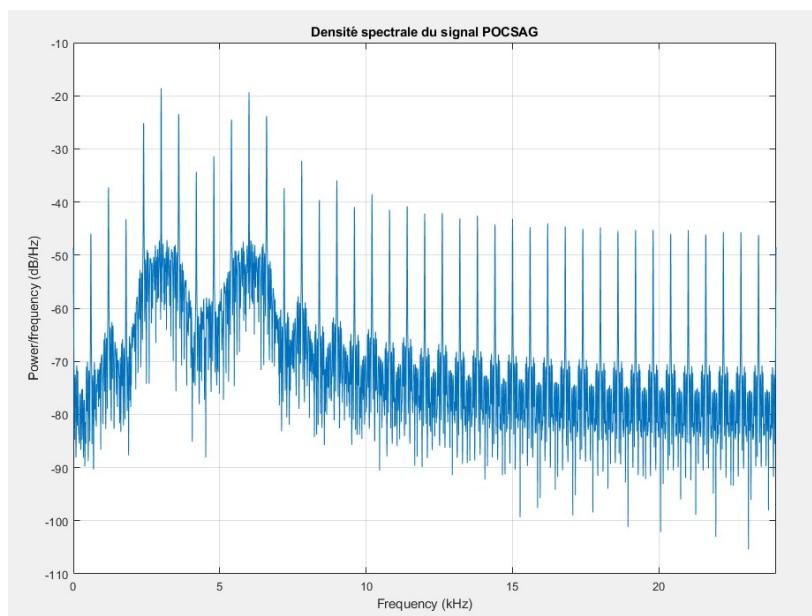


Le POCSAG ça ressemble visuellement alors à quoi ?

Si on observe un signal POCSAG à l'oscilloscope, on obtiendra un signal qui ressemble de très près à celui illustré ci-dessous avec Matlab. Je mets là aussi le code réalisé pour générer les 2 illustrations suivantes en fin de document.



La densité spectrale d'un signal POCSAG ou aussi appelé représentation de la puissance du signal par rapport au spectre de fréquences peut être observée avec par exemple avec un analyseur de spectre ou la fonction mathématique FFT d'un oscilloscope mais on peut tout à fait la simuler à l'aide de Matlab comme ici :



La modulation utilisée est du **FSK (Frequency Shift Keying)** :

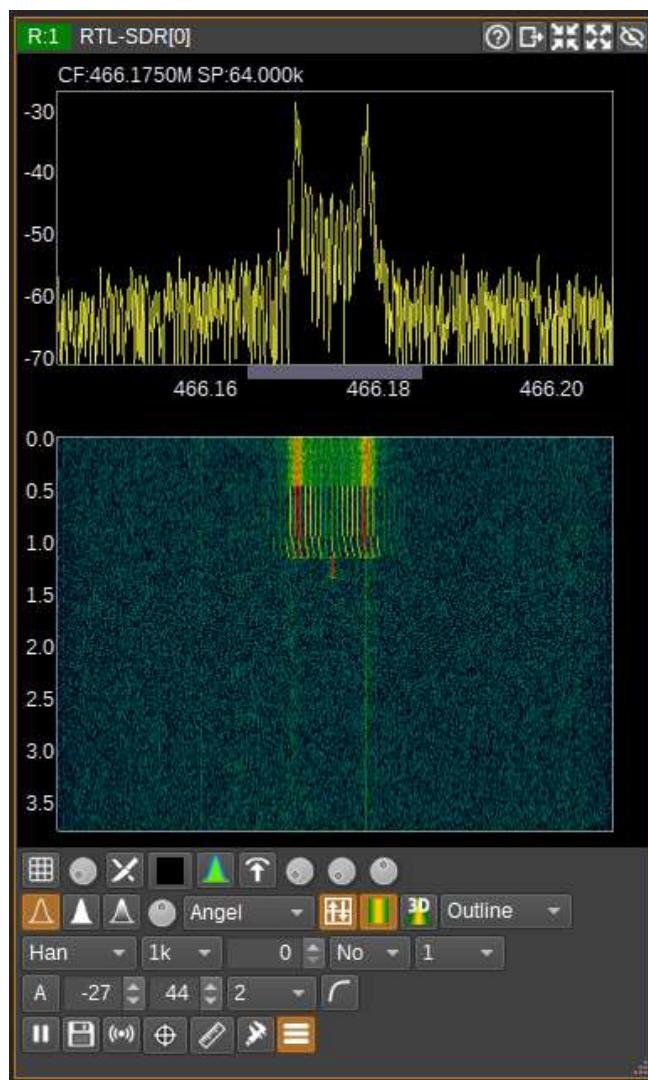
- Deux fréquences représentent les bits 0 et 1
- La déviation est typiquement ± 4.5 kHz autour de la porteuse soit 9 KHz de passante d'occupée.

Pourquoi inclure les codes Matlab ?

Lire le **code fourni** permet de **visualiser concrètement** la construction d'un **signal POCSAG** et de mieux comprendre son fonctionnement. C'est **dans cet esprit pédagogique** que j'ai intégré ces codes, accompagnés de **commentaires en couleur verte**, afin de faciliter leur **analyse et leur compréhension**.

Ces annotations guident l'utilisateur dans **l'exploration du processus**, des paramètres utilisés et des transformations appliquées au signal, rendant l'apprentissage **plus intuitif et accessible**, il me semble.

Avec un logiciel SDR tel que SDRAngel, en visualisant avec l'analyseur de spectre et le waterfall, on obtient cette signature caractéristique :

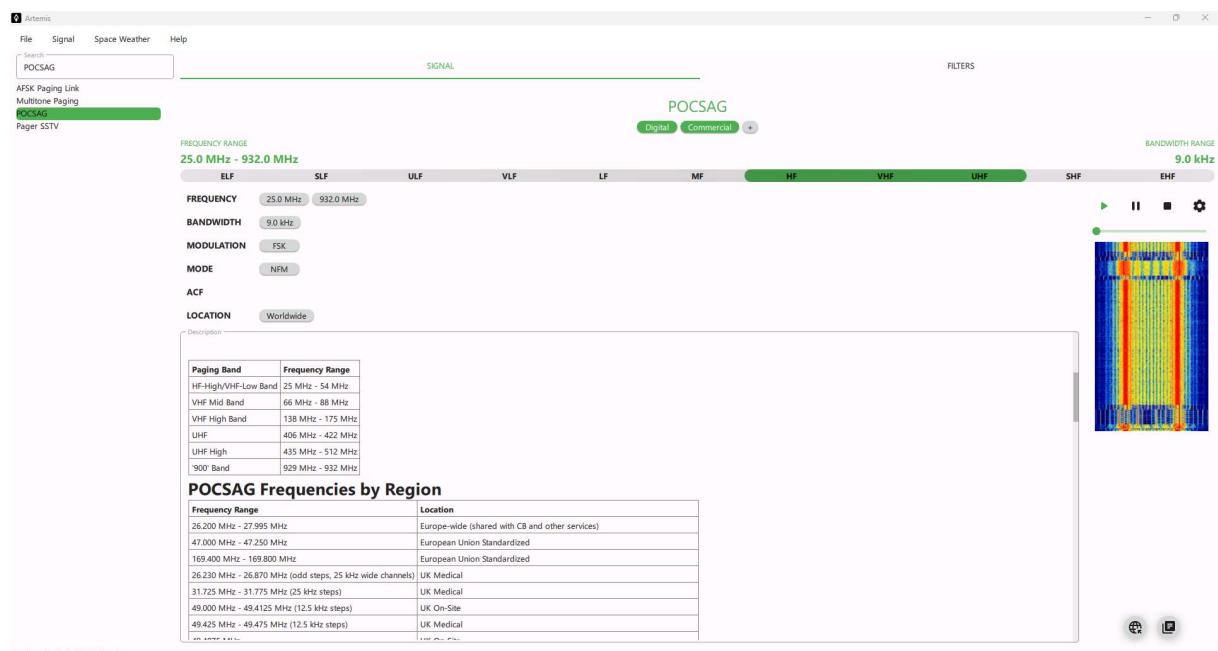


Artemis d'AresValley : Une ressource incontournable pour l'identification des signaux

Si vous cherchez à **identifier des modulations radio** avec précision, la **base de données Artemis d'AresValley** est une véritable **référence** dans le monde des **amateurs de radio**. Cet outil unique offre un **catalogue étendu** des signaux, permettant une **classification efficace** et une **analyse approfondie**.

Que vous soyez radioamateur ou simplement curieux des transmissions numériques, cette ressource est un **atout essentiel** pour affiner votre compréhension et parfaire votre **interception des signaux radio**.

A télécharger gratuitement ici : <https://www.aresvalley.com/>



En cliquant en bas à droite de l'écran sur l'icône en forme de planète terre, vous allez vous rendre alors automatiquement sur la page wiki (Sigidwiki.com) qui vous offrira des informations encore plus détaillées.

Artemis offre la possibilité de d'écouter la modulation concerné (ici POCSAG), ce qui permet de confirmer à l'aide son oreille la correspondance des signaux en plus du visuel du waterfall.

Structure du protocole

Chaque message POCSAG est encodé dans une **trame numérique structurée**, transmise par une **porteuse FSK** (modulation par déplacement de fréquence). Le message est structuré comme suit :

- Préambule de synchronisation (alternance de 1 et 0)
- Lots (batches) de données contenant des mots de synchronisation et des mots de données/codes

Plus précisément, cela offre la structure suivante :

- **Préambule**
 - Alternance binaire (01010101...) sur 576 bits
 - Permet au récepteur de se synchroniser
- **Cadres (batches)**
 - Chaque message est envoyé dans un "cadre" numéroté (8 par trame)
 - Le pager n'écoute que son propre créneau (économie d'énergie)
- **Code d'adresse (RIC)**
 - Chaque pager a un **Radio Identity Code** unique (21 bits)
 - Adresse qui détermine si le message lui est destiné
- **Message**
 - Codé en **ASCII 7 bits** ou en mode **BCD** pour des chiffres uniquement
 - Longueur variable (souvent jusqu'à 80 caractères)
- **Contrôle d'erreur**
 - Code BCH (Bose–Chaudhuri–Hocquenghem) pour la détection/correction

Voici un exemple de la structure d'un message

Préambule : 01010101... (576 bits)

Cadre 2 :

- **Adresse (RIC)** : 110101101011001010110
- **Message (ASCII)** : "FEU MAISON RUE DES LILAS"
- **CRC** : OK

Débit et modulation

Le protocole supporte trois débits standards :

- **512 bauds** (le plus courant, encore utilisé)
- **1200 bauds**
- **2400 bauds** (rarement utilisé en France)

Le **débit** est déterminé par :

- La durée des bits (1,95 ms pour 512 bps, 0,833 ms pour 1200 bps)
- L'espacement entre les transitions de fréquence

Pour déterminer la **vitesse** à partir d'un signal capté :

- **Mesurer la durée du préambule** : Le préambule alterne des 1 et 0 pendant au moins 576 bits
- **Analyser la durée d'un bit** : En mesurant le temps entre transitions
- **Vérifier les mots de synchronisation** : Ils apparaissent toutes les 16 mots de code

Alternatives modernes au POCSAG

Pourquoi chercher des alternatives ?

Malgré sa fiabilité, POCSAG reste une **technologie ancienne**, avec des limites :

- Pas de chiffrement natif
- Unidirectionnel (pas de retour d'info)
- Peu évolutif
- Matériel difficile à renouveler

Les services de secours et entreprises sensibles se tournent donc vers des systèmes plus modernes, interactifs et sécurisés.

ANTARES : Réseau numérique sécurisé des secours

ANTARES (Adaptation Nationale des Transmissions Aux Risques Et aux Secours) est le réseau **TETRAPOL** développé pour les forces de sécurité et les services de secours.

Caractéristiques :

- Fonctionne en **UHF numérique**
- Réseau **chiffré**, voix et données
- Gestion des **groupes d'appel**
- Couverture nationale (hors DOM partiellement)

Avantages	Limites
Sécurisé (voix + data)	Infrastructure complexe
Appareils multifonction	Coût élevé
Réseau hiérarchisé	Pas toujours adapté aux volontaires

Utilisateurs typiques :

- Pompiers professionnels
- SAMU
- Sécurité civile
- Police municipale (dans certaines villes)

Réseaux LTE et 5G "critique"

Les opérateurs déplacent désormais des réseaux **LTE privés** pour les communications critiques.

Exemples :

- Réseaux 4G/5G "mission critical" pour forces de sécurité
- Priorité réseau pour certains terminaux
- Couplage avec plateformes de dispatch intelligent

Matériel compatible :

- Smartphones durcis (Crosscall, Sonim)
- Applications certifiées (PTT, alerting, messagerie sécurisée)

Intégration :

- Dispatch multimodal (SMS, app, POCSAG fallback)
- Liaison avec GPS, vidéo, capteurs IoT

Applications mobiles de notification

Certaines **caserne et SDIS** utilisent désormais des **applications mobiles** comme solution complémentaire.

Exemples d'apps :

- GINCAR
- SapeurAlert
- Vigicrises
- TeamAlert

Fonctionnalités :

- Réception d'alertes push
- Suivi de la disponibilité des volontaires
- Accusé de réception
- Géolocalisation

Avantages	Inconvénients
Richesse des infos (cartes, plans)	Dépendance au réseau Internet
Confirmation de lecture	Moins fiable que radio en zone blanche
Historique, archivage	Vie privée / RGPD à encadrer

Réseaux hybrides et solutions de secours

Certaines entités combinent plusieurs canaux d'alerte :

- POCSAG en redondance
- App mobile pour la souplesse
- SMS fallback
- Appel vocal (robot téléphonique)

Exemple : Un SDIS peut envoyer l'alerte via :

- POCSAG (pager)
- App Gincar
- SMS en cas de non-réception

La question de la résilience

Le choix d'un système dépend du **niveau de criticité** :

- POCSAG : robuste mais limité
- ANTARES : fiable mais fermé
- LTE/app : riches mais dépendants du réseau

La **redondance** reste la clé : mixer technologies anciennes et modernes garantit une **meilleure résilience** en cas de crise (cyberattaque, coupure de réseau, catastrophe naturelle...).

Vers une résilience hybride — POCSAG + numérique

Pourquoi ne pas abandonner POCSAG ?

Malgré les innovations numériques, de nombreux services de secours et collectivités **conservent le POCSAG**. Pourquoi ?

Raisons principales :

- Indépendance du réseau Internet
- Très faible consommation énergétique des pagers
- Couverture radio souvent meilleure que 3G/4G en zone rurale
- Coût modéré et robustesse du matériel

Même ancien, le POCSAG **fonctionne toujours**, même quand tout le reste échoue.

L'intérêt de la redondance

Dans le domaine de la sécurité civile tout comme plus généralement dans les univers du management du risque et de la sécurité, un des principes clés est la **redondance des moyens**.

Donc le POCSAG assure un **canal d'alerte minimal** tandis que les outils numériques enrichissent la **réactivité et l'interactivité**.

Ce qui peut se comprendre avec le tableau suivant, donc attention ou tout numérique ou plus globalement aux redondances basées sur une technologie identique :

Situation	Réponse POCSAG	Réponse numérique
Incendie en zone blanche	✓	✗
Urgence en ville	✓	✓
Cyberattaque sur réseau	✓	✗
Entraînement / test	✓	✓

Modèle de fonctionnement hybride

Un modèle moderne inclut plusieurs niveaux de diffusion :

Exemple SDIS :

- Déclenchement via logiciel de dispatch
- Diffusion simultanée :
 - POCSAG (alerte simple)
 - Application mobile (carte, itinéraire, instructions)
 - Mail ou SMS fallback
- Suivi des réponses dans l'interface web (qui part, qui refuse)

Les bonnes pratiques à retenir

Objectif	Bonne pratique proposée
Assurer l'alerte partout	Maintenir un réseau POCSAG de secours
Augmenter l'efficacité	Utiliser une application complémentaire
Garantir la légalité	Avoir une documentation RGPD claire (app mobile)
Éviter les silos techniques	Centraliser la gestion des alertes (multi-canal)

Les limites d'un système 100 % numérique

Même les réseaux LTE les plus performants peuvent tomber :

- Panne de relais 4G/5G
- Coupure de courant étendue
- Attaque informatique
- Congestion réseau (en cas d'accident majeur)

POCSAG devient alors :

- Un **plan B fiable**
- Un outil pour les **volontaires hors zone urbaine**
- Un vecteur d'alerte simple, **non hackable facilement**

Fiche technique — Panorama des alternatives

Technologie	Sécurité	Retour d'info	Portabilité	Résilience	Coût
POCSAG	✗	✗	✓	✓	\$
ANTARES	✓	✓	✗	✓	\$\$\$
LTE privé	✓	✓	✓	⚠	\$\$
Apps mobiles	⚠	✓	✓	⚠	\$

Pour aller plus loin

- Guide technique de l'ANSSI sur les **réseaux critiques** :
<https://cyber.gouv.fr/publications/recommandations-pour-la-protection-des-systemes-dinformation-essentiels>
- Documentation officielle du **réseau ANTARES**
 - Note d'information technique sur ANTARES – [ENSOSP](#)
 - Présentation du réseau ANTARES – [Wikipédia](#)
 - Support de formation ANTARES – [SDIS43](#)
- Thales publie régulièrement des études et analyses sur les **communications critiques et la résilience des réseaux**.
 - [Thales et la numérisation des communications critiques](#) – Présentation des solutions de résilience et de sécurité des réseaux.
 - [Communications pour missions critiques](#) – Explication des infrastructures et technologies utilisées pour garantir la fiabilité des communications.

Conclusion – Entre héritage et modernité

POCSAG, un réseau pas si dépassé

En 2025, il serait facile de croire que POCSAG est un vestige du passé. Pourtant, ce **protocole vieux de plusieurs décennies** reste d'une **efficacité redoutable** dans des situations concrètes :

- Alerte rapide de personnels dispersés
- Couverture en zone rurale ou montagneuse
- Résilience en cas de catastrophe (blackout, cyberattaque, etc.)

Il constitue encore aujourd'hui un **pilier discret** de la chaîne d'alerte dans de nombreux SDIS, hôpitaux, collectivités ou services critiques.



Un monde en transition

Les évolutions techniques récentes (ANTARES, LTE, 5G, IoT) offrent des opportunités nouvelles :

- Meilleure interactivité
- Précision géographique
- Suivi de l'engagement en temps réel
- Intégration dans des systèmes complexes

Mais ces systèmes, aussi performants soient-ils, restent **dépendants d'infrastructures vulnérables**. L'expérience montre que **revenir à l'essentiel** est parfois la meilleure stratégie dans l'urgence.

Complémentarité, pas opposition

L'objectif ne doit pas être de choisir entre **ancien et nouveau**, mais bien de :

- **Conserver le POCSAG** comme filet de sécurité, notamment dans les zones isolées
- **Utiliser le numérique** comme vecteur de précision et de coordination
- **Former les opérateurs** à utiliser les deux efficacement

Un écosystème hybride bien pensé offre **le meilleur des deux mondes**.

Vers un avenir responsable

Les défis à venir sont nombreux :

- Assurer la sécurité des transmissions
- Garantir la protection des données personnelles
- Gérer la transition technologique sans rupture
- Valoriser les compétences des acteurs radio (dont les radioamateurs)

L'avenir de la radiocommunication d'alerte passera sans doute par l'intelligence du réseau **humain** derrière la machine.

Code des simulations Matlab

Les **codes Matlab 2024** utilisés pour générer les **illustrations de cet e-book** sont des **créations originales** de ma part. Il suffit de les **copier-coller** et de les **exécuter** pour reproduire les résultats. La **configuration matérielle utilisée** :

- **Processeur** : Intel Core i7 (13^e génération)
- **Mémoire vive (RAM)** : 16 Go
- **Carte graphique** : GPU dédié (NVIDIA RTX 4060) avec 8 Go de mémoire

L'utilisation de **Matlab 2024** sur un **micro-ordinateur plus ancien** reste possible, mais les performances pourraient être **limitées** selon l'âge de la machine. Comme tout matériel informatique, **les ressources vieillissent**, et une configuration plus récente assure **une fluidité optimale** pour le rendu graphique. Dans les **codes fournis**, les **commentaires en vert** sont là pour **faciliter la compréhension** et guider la lecture des différentes étapes du programme

Code pour la Modulation FSK

```
clear all; close all; clc;

% Paramètres FSK
Rb = 1000;      % Débit binaire (bits/s)
Fs = 48000;     % Fréquence d'échantillonnage (Hz)
delta_f = 5000;  % Déviation de fréquence (Hz)
fc = 12000;     % Fréquence centrale (Hz)
samples_per_bit = Fs/Rb; % Échantillons par bit

% Génération de bits aléatoires
N_bits = 1000;   % Nombre de bits
data = randi([0 1], 1, N_bits); % Vecteur de bits 0/1

% Création du signal temporel
t = (0:1/Fs:(N_bits*1/Rb - 1/Fs)); % Axe temporel

% Modulation FSK
fsk_signal = zeros(1, length(t));
for i = 1:N_bits
    if data(i) == 1
        fsk_signal((i-1)*samples_per_bit + 1 : i*samples_per_bit) = ...
            cos(2*pi*(fc + delta_f)*t((i-1)*samples_per_bit + 1 : i*samples_per_bit));
    else
        fsk_signal((i-1)*samples_per_bit + 1 : i*samples_per_bit) = ...
            cos(2*pi*(fc - delta_f)*t((i-1)*samples_per_bit + 1 : i*samples_per_bit));
    end
end
```

```
end
end

% Ajout de bruit Gaussien
SNR_dB = 10; % Rapport signal/bruit (dB)
noisy_signal = awgn(fsk_signal, SNR_dB, 'measured');

% Détection par dérivation de phase
demod_signal = diff(angle(hilbert(noisy_signal))) * Fs / (2*pi);

% Filtrage passe-bas
[b, a] = butter(6, Rb/(Fs/2)); % Filtre Butterworth
filtered_signal = filtfilt(b, a, demod_signal);

% Décision binaire
received_bits = filtered_signal > 0;
received_bits = received_bits(1:samples_per_bit:end); % Sous-échantillonnage
received_bits = received_bits(1:N_bits); % Troncature

% Affichage des signaux figure ;
    % Signal FSK modulé
    subplot(3,1,1);
    plot(t, fsk_signal);
    xlim([0 10/Rb]); % Affiche les 10 premiers bits
    title('Signal FSK modulé');
    xlabel('Temps (s)'); ylabel('Amplitude');
    % Signal bruité
    subplot(3,1,2);
    plot(t, noisy_signal);
    xlim([0 10/Rb]);
    title('Signal FSK bruité');
    xlabel('Temps (s)'); ylabel('Amplitude');
    % Bits reçus vs émis
    subplot(3,1,3);
    stem(data(1:20), 'r'); hold on;
    stem(received_bits(1:20), 'b--');
    title('Bits émis (rouge) vs reçus (bleu)');
    xlabel('Bit index'); ylabel('Valeur');
    legend('Émis', 'Reçus');

% Calcul du taux d'erreur
BER = sum(data ~= received_bits) / N_bits;
disp(['Taux d"erreur (BER) : ', num2str(BER)]);
```

Code pour le signal POCSAG

```
clear all; close all; clc;

% Paramètres POCSAG
baud_rate = 1200;    % Débit en bauds (1200 ou 512 bauds standard)
fs = 48000;          % Fréquence d'échantillonnage
fc = 1500;           % Fréquence porteuse
deviation = 4500;    % Déviation de fréquence pour FSK

% Paramètres du message
address = 1234567;  % Adresse du pager
message = 'TEST POCSAG';% Message à envoyer

% Fonction qui convertit l'adresse et le message en bits POCSAG
% Cette fonction est une version simplifiée
function [pocsag_bits] = generate_pocsag(address, message)
    % Préambule (au moins 576 bits alternés 1-0)
    preamble = repmat([1 0], 1, 288);
    % Mot de synchronisation (SC) 01111100110100100001010111011000
    sync_word = [0 1 1 1 1 1 0 0 1 1 0 1 0 0 1 0 0 0 0 1 0 1 0 1 1 1 0 1 1 0 0 0];
    % Convertir l'adresse en binaire (21 bits)
    addr_bits = de2bi(address, 21, 'left-msb');
    % Calcul du CRC (simplifié)
    crc_bits = [0 0 0 0]; % En réalité, calcul BCH(31,21)
    % Construction du mot d'adresse
    address_word = [1 addr_bits 0 0 0 crc_bits];
    % Convertir le message en ASCII puis en binaire (7 bits par caractère)
    msg_bits = [];
    for i = 1:length(message)
        char_bits = de2bi(double(message(i)), 7, 'left-msb');
        msg_bits = [msg_bits 0 char_bits];
    end
    % Ajouter des bits de remplissage si nécessaire
    if mod(length(msg_bits), 20) ~= 0
        msg_bits = [msg_bits zeros(1, 20 - mod(length(msg_bits), 20))];
    end
    % Assemblage final
    pocsag_bits = [preamble sync_word address_word msg_bits];
end

% Génération du signal POCSAG
pocsag_bits = generate_pocsag(address, message);
```

```
% Paramètres temporels
t_bit = 1/baud_rate;           % Durée d'un bit
t = 0:1/fs:(length(pocsag_bits)*t_bit - 1/fs);      % Vecteur temps

% Modulation FSK
fsk_signal = zeros(1, length(t));
for i = 1:length(pocsag_bits)
    if pocsag_bits(i) == 1
        f = fc + deviation;
    else
        f = fc - deviation;
    end
    start_idx = round((i-1)*t_bit*fs) + 1;
    end_idx = round(i*t_bit*fs);
    fsk_signal(start_idx:min(end_idx,length(t))) =
cos(2*pi*f*t(start_idx:min(end_idx,length(t)))); 
end

% Visualisation
figure;
plot(t(1:2000), fsk_signal(1:2000));
title('Signal POCSAG modulé en FSK');
xlabel('Temps (s)');
ylabel('Amplitude');

% Détection de fréquence
demod = zeros(1, length(fsk_signal));
for i = 2:length(fsk_signal)
    phase_diff = angle(fsk_signal(i) * conj(fsk_signal(i-1)));
    demod(i) = phase_diff * fs / (2*pi*deviation*2);
end

% Filtrage passe-bas
[b,a] = butter(6, baud_rate/(fs/2));
filtered = filtfilt(b,a, demod);

% Régénération des bits
bit_duration = round(fs/baud_rate);
sampled_bits = filtered(bit_duration/2:bit_duration:end);
received_bits = sampled_bits > 0;

% Synchronisation avec le préambule
preamble_pattern = repmat([1 0], 1, 8);
corr = xcorr(received_bits, preamble_pattern);
```

```
[~, max_pos] = max(corr);
start_idx = length(received_bits) - max_pos + 1 + length(preamble_pattern);

% Extraction des données
% Vérifier le mot de synchronisation...
% Extraire l'adresse et le message
% (Ceci nécessiterait une implémentation complète du décodage POCSAG)
if start_idx + 32 <= length(received_bits)
    sync_word = received_bits(start_idx:start_idx+31);
end

% Affichage des bits reçus
figure;
stem(pocsag_bits(1:100), 'b'); hold on;
stem(received_bits(1:100), 'r');
title('Bits transmis (bleu) et reçus (rouge)');
legend('Transmis', 'Reçus');

% Calcul du BER (Bit Error Rate)
if length(pocsag_bits) == length(received_bits)
    errors = sum(pocsag_bits ~= received_bits);
    ber = errors / length(pocsag_bits);
    disp(['Taux d''erreur binaire (BER): ', num2str(ber)]);
end

% Spectre du signal
figure;
pwelch(fsk_signal, [], [], [], fs);
title('Densité spectrale du signal POCSAG');
```

Acronymes et Définitions

Voici quelques acronymes et définitions couramment utilisés en France dans l'univers du POCSAG et ses mondes concomitants :

Adresse POCSAG : Chaque message commence par un mot d'adresse suivi de plusieurs mots de données.

AFNOR : Association Française de Normalisation – organisme qui définit les normes techniques en France.

Alphanumeric Message : Message contenant du texte, utilisé pour transmettre des informations détaillées.

ANFR : Agence Nationale des Fréquences – régule l'utilisation des fréquences radio en France.

APRS : Automatic Packet Reporting System – système de transmission de données en temps réel.

ARI : Appareil Respiratoire Isolant – équipement permettant de respirer en milieu enfumé.

BAL : Bilan d'Alerte – évaluation initiale d'une situation d'urgence.

Batch : Paquet de transmission contenant 16 mots de données.

BPSK : Binary Phase Shift Keying – modulation utilisée dans certains systèmes de radiomessagerie.

BSPP : Brigade des Sapeurs-Pompiers de Paris – unité spécifique aux pompiers de Paris.

CERT-FR : Centre gouvernemental de veille et de réponse aux incidents de sécurité informatique en France.

CIS : Centre d'Incendie et de Secours – caserne de pompiers.

CODIS : Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours – centre de coordination des interventions.

Code BCH : Code correcteur d'erreur utilisé pour garantir l'intégrité des messages.

CTA : Centre de Traitement de l'Alerte – centre qui reçoit les appels d'urgence.

CTF : Capture The Flag – compétition de cybersécurité.

CW : Télégraphie en code Morse.

CVE : Common Vulnerabilities and Exposures – base de données des vulnérabilités connues.

Débit POCSAG : 512, 1200 ou 2400 bits par seconde, selon la configuration du réseau.

DX : Communication longue distance.

FLEX : Protocole de radiomessagerie plus avancé que le POCSAG, développé par Motorola.

FPT : Fourgon Pompe Tonne – véhicule d'intervention pour les incendies.

FSK : Frequency Shift Keying – modulation utilisée par le POCSAG.

GNR : Guide National de Référence – document de référence pour les interventions des pompiers.

GRIMP : Groupe de Reconnaissance et d'Intervention en Milieu Périlleux.

HAM : Terme désignant un radioamateur.

LSPCC : Lot de Sauvetage et de Protection Contre les Chutes.

Numeric Message : Message contenant uniquement des chiffres.

OSINT : Open Source Intelligence – renseignement basé sur des sources ouvertes.

Pentest : Test d'intrusion pour évaluer la sécurité d'un système.

POCSAG : Post Office Code Standardisation Advisory Group – protocole de radiomessagerie.

Préambule : Séquence de synchronisation envoyée avant chaque transmission.

QSL : Confirmation de réception d'un message radio.

QSO : Communication entre radioamateurs.

RAD : Risque Radiologique.

RCH : Risque Chimique.

RIC : Receiver Identity Code – identification unique des récepteurs POCSAG.

RTTY : Radiotélétype – transmission de texte via radio.

SAPEURS : Terme désignant les pompiers.

SDIS : Service Départemental d'Incendie et de Secours.

SIEM : Security Information and Event Management – outil de gestion des événements de sécurité.

SOC : Security Operations Center.

SOCMINT : Social Media Intelligence – analyse des réseaux sociaux.

SSB : Single Side Band – mode de transmission radio.

SWL : Shortwave Listening – écoute des ondes courtes.

TETRA : Terrestrial Trunked Radio – standard de communication radio.

Tone Only : Message sans texte, utilisé pour déclencher une alerte sonore.

UHF : Ultra High Frequency.

VHF : Very High Frequency.

VSAV : Véhicule de Secours et d'Assistance aux Victimes.

Zero-Day : Vulnérabilité non encore corrigée.

Quelques mots sur l'auteur de ce document

Mon aventure avec l'informatique a débuté à l'âge de 11 ans, lorsqu'un collège pilote de l'académie de Rennes m'a ouvert les portes de cet univers fascinant. Aujourd'hui, à 59 ans, je mesure le chemin parcouru.

Durant mon adolescence en Polynésie française, j'ai eu la chance de découvrir les premiers Apple, un véritable déclic qui a éveillé ma passion pour la micro-informatique. Alors que les adultes autour de moi considéraient ces machines – Sinclair, Oric, Atari, Amiga – comme de simples distractions sans avenir, je me suis plongé corps et âme dans cet écosystème en pleine effervescence.

En parallèle, ma curiosité m'a aussi conduit vers le domaine des radiofréquences, une passion développée dès l'adolescence et renforcée au fil des ans. Cette expertise m'a permis de travailler sur des environnements de haute technologie tels que les radars de trajectographie militaires, les stations sols satellites et l'intégration et les essais de satellites de télécommunications.

Côté loisirs, si les QSO ne m'ont jamais captivé en tant que tels, c'est l'information qui y circule qui m'a toujours attiré. Très vite, je me suis donc tourné vers les signaux numériques et leur décodage. Le DX (11 mètres), bien que présent dans ma pratique, reste avant tout un défi technique plutôt qu'une véritable passion : établir une liaison radio avec un pays lointain est pour moi un plaisir plutôt qu'un objectif. Mon intérêt se porte surtout sur les bandes VHF, UHF, SHF et au-dessus dont j'explore continuellement les nouvelles opportunités de communication qui émergent.

Passionné d'électronique depuis l'enfance, dans mes études comme dans ma vie professionnelle, j'ai toujours apprécié concevoir et développer mes propres cartes électroniques pour répondre à mes besoins. Naturellement, je combine toutes ces expériences (perso, pro, électronique, informatique) et savoir-faire pour nourrir une curiosité insatiable et explorer sans cesse de nouveaux horizons.

