

Choisir un système d'aide au diagnostic pour un industriel : initier une mémoire en continu

1. Avant-Propos

1.1. Résumé

Les enjeux qui président à la décision de mettre en place un système d'aide au diagnostic sont multiples. Nous distinguerons trois grands types d'utilisation d'un système d'aide au diagnostic.

- le diagnostic et la maintenance d'une ligne de production,
- le diagnostic et la maintenance d'un produit manufacturé,
- le diagnostic pour centres d'appels de support informatique.

Pour devenir opérationnelle, la mise en œuvre de solutions d'aide au diagnostic et à la maintenance doit tenir compte de différents facteurs : l'enjeu pour la société industrielle, sa maturité en termes de gestion des connaissances, le niveau technique des utilisateurs, le retour sur investissement attendu.

Après un rappel des principes d'une application de diagnostic nous proposons différentes solutions de complexité croissante pour chacun des types d'utilisation. En sachant que dans notre expérience les deux grandes difficultés à bien prendre en compte sont :

- l'intégration de ces applications à la vie opérationnelle des utilisateurs,
- l'actualisation ou la mise à jour des bases de connaissances.

Des évaluations de différents délais de réalisation sont présentées à titre indicatif.

Via ce choix de système d'aide au diagnostic, la société initie concrètement et s'engage durablement dans une démarche de « mémoire en continu ».

1.2. Auteur

Pierre Mariot

Directeur Ardans Consulting & Knowledge Management

ARDANS - « Le Cristal », 2 rue Hélène Boucher, 78286 Guyancourt Cedex - www.ardans.fr

Tél. : +33.1.39.30.99.00 - Mél : pmariot@ardans.fr



2. Enjeux

Les enjeux qui président à la décision de mettre en place un système d'aide au diagnostic sont multiples. Nous distinguerons trois grands types d'utilisateurs d'un système d'aide au diagnostic.

Le diagnostic et la maintenance d'une ligne de production

Les enjeux sont la réduction des défauts de fabrication, la diminution des temps d'arrêt de production, l'optimisation des réglages de la ligne de fabrication pour diminuer les coûts de « surqualité », l'amélioration des plans de maintenance préventive.

Des applications types sont par exemple :

- sur une ligne de fabrication de papier : diagnostic rapide des causes de rupture du rouleau de papier, actions correctives immédiates, actions préventives à insérer dans les plans de maintenance,
- sur une ligne de fabrication d'acier : optimisation des réglages pour minimiser l'apparition des défauts sur l'acier et diminution des causes de surqualité,
- sur des centrales de production d'électricité : diagnostic des dysfonctionnements sur les installations et modification des plans de maintenance associés.

Le diagnostic et la maintenance d'un produit manufacturé

Les enjeux sont le diagnostic rapide des dysfonctionnements et des actions correctives associées, l'amélioration de la conception par le retour sur les dysfonctionnements analysés, la fourniture de *packages* incluant le produit et les bases de connaissances afin d'assurer le diagnostic et la maintenance.

Des applications types sont :

- diagnostic et maintenance corrective de cartes électroniques avec constitution de bases de connaissances pour sous-traiter le diagnostic et la réparation,
- fourniture de rames de métro avec les bases de connaissances pour garantir une qualité de service de fonctionnement.

Diagnostic pour centres d'appels de le support informatique.

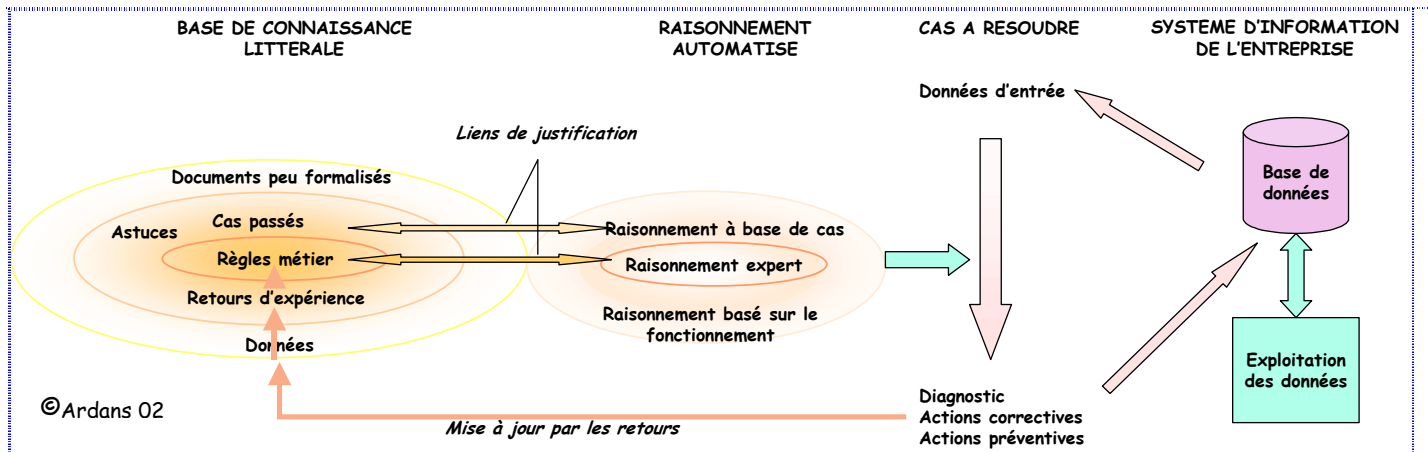
Les enjeux sont de constituer des bases de connaissances destinées à une population peu formée pour répondre en ligne et résoudre plus de 60% des problèmes rencontrés.

Une application type est la constitution de bases de connaissances permettant de répondre aux problèmes rencontrés sur les systèmes d'exploitation courants et sur les produits bureautiques courants.



3. Typologie des solutions possibles

Les objectifs de ces différentes applications sont toujours de constituer des bases de connaissances basées sur le diagnostic de dysfonctionnement.



Elles se distinguent selon les caractéristiques décrites ci-après.

3.1. Le niveau de consolidation de la connaissance

Connaissance peu consolidée

Les bases de connaissances sur les systèmes d'exploitation et les outils bureautiques informatique contiennent des connaissances peu consolidées. Les informations disponibles sur internet sont vastes. L'enjeu consiste surtout à rassembler ces sources, les trier, les organiser et les rendre disponibles de façon intuitive pour les personnes répondant au téléphone.

Connaissances consolidées

Les applications de diagnostic issues du savoir-faire de spécialistes faisant le travail depuis de nombreuses années contiennent des connaissances consolidées. L'objectif est alors de recueillir, de formaliser, de consolider et de rendre disponible pour les autres ce savoir-faire.

Connaissances sous forme de cas

Les applications de diagnostic de cartes électroniques sont souvent basées sur des connaissances sous forme de cas. Les pannes effectives ne sont connues qu'à partir du moment où le produit est réellement utilisé. Les bases de connaissances sont constituées au fur et à mesure à partir des cas de pannes rencontrés et l'analyse des causes.

Les cas peuvent aussi servir à consolider des connaissances initiées par un savoir-faire de spécialistes et complétées par apprentissage sur des bases de données décrivant les cas rencontrés.

Par exemple, la technologie des réseaux bayésiens répond à cette approche.

Connaissances sous forme de modélisation du fonctionnement du produit

Ces bases de connaissances sont construites a priori à partir de la connaissance du fonctionnement du produit. En général, ces systèmes de diagnostic sont embarqués. Ils fournissent toutefois des diagnostic correspondant à des fonctions système du produit et souvent peu compréhensibles pour

un utilisateur non spécialiste. Le diagnostic complet nécessite une expertise complémentaire permettant d'interpréter les codes d'erreurs fournis.

3.2. L'automatisation ou non du raisonnement

La mise à disposition de connaissances sous forme littérale

Cette mise à disposition est préférée pour les premières applications. Elle est indispensable pour obtenir la confiance des utilisateurs, pour mettre en évidence la connaissance disponible, pour transmettre un savoir-faire aux utilisateurs.

L'automatisation du raisonnement

Cette automatisation n'est possible qu'avec des connaissances consolidées, ou des connaissances par cas, ou des connaissances basées sur le fonctionnement de la machine.

La couverture du domaine doit être importante pour obtenir un fonctionnement satisfaisant.

Cette automatisation permet de prendre « par la main » l'utilisateur débutant dans le domaine. Le niveau de compétence dans le domaine de cet utilisateur peut être faible.

Cette automatisation autorise aussi d'appréhender des niveaux de complexité de diagnostic beaucoup plus importants.

3.3. L'intégration à des systèmes d'informations pré-existants

Pour fonctionner ces outils de diagnostic ont besoin d'un ensemble d'information sur la ligne de fabrication ou le produit sur lequel ils font un diagnostic. L'intégration aux systèmes d'information existant offre à l'outil d'aide au diagnostic de connaître le contexte dans lequel il opère un diagnostic. Cela évite à l'utilisateur une lourde charge de saisie d'informations, saisie en général rétroactive pour une utilisation opérationnelle de l'application.

Cette intégration donne au système d'information les moyens de recueillir directement des données issues du diagnostic. Ces informations seront précieuses pour les applications parallèles au diagnostic : mise à jour des plans de maintenance, retours pour la conception.

3.4. La mise à jour des bases de connaissances en continu ou en différé

Chaque activité de diagnostic apporte une connaissance nouvelle.

Deux solutions sont possibles :

- soit la mise à jour des bases de connaissances est faite en différé, à partir du retour d'expérience accumulé par les spécialistes,
- soit la mise à jour se fait en continu à partir des cas rencontrés effectivement. Cette façon de faire est la plus intéressante. Elle permet de ne pas perdre de connaissances. Elle résout un problème majeur de ces applications : la mise à jour des bases de connaissances. Elle impacte favorablement la motivation des utilisateurs. Elle s'applique dans le cas de solutions basées sur les cas, ou de connaissances consolidées où le retour d'expérience est associé aux connaissances fournies.



4. Choix d'une solution

4.1. Pour des installations de production

4.1.a. Enjeux

Minimiser les arrêts de production pour incident
Optimiser les réglages de fabrication pour diminuer les défauts sur le produit fabriqué
A plus long terme, améliorer la conception de la ligne de production pour minimiser les défauts sur le produit fabriqué.



4.1.b. Contexte

La durée de vie des installations de production est relativement longue.
Une expertise humaine de diagnostic, de maintenance et de réglage des installations a donc le temps de se constituer.
Cette expertise humaine est détenue par les plus anciens.



4.1.c. Besoins exprimés

Capitaliser et valoriser le savoir-faire des plus anciens afin d'améliorer le diagnostic, la maintenance et le réglage.
Identifier et formaliser les meilleures pratiques, quand l'entreprise dispose de plusieurs sites ayant le même type d'installation.



4.1.d. Les étapes suivies pour la mise en place de solutions opérationnelles

1 - Constitution de guides papier réalisés à partir du savoir-faire des expérimentés

Ces guides ont l'avantage :

- de capitaliser et consolider un savoir-faire jusque-là implicite, disparate et inhomogène,
- de prouver l'intérêt d'un tel guide et ainsi entraîner l'adhésion,
- de constituer une première étape d'un coût raisonnable et directement utilisable.

Délai de réalisation : 1 à 4 mois

2 - Mise sous forme électronique de ces guides et intégration aux outils de suivi de process

Pour être facilement utilisés, ces guides doivent être facilement accessibles aux opérateurs en charge de la surveillance du process, donc intégrés aux outils déjà utilisés.

Avantage : rendre facilement utilisables les guides.

Délai de réalisation : 3 à 6 mois

3 - Mise en place de SPS (Statistical Process Control)

Ce module permet la mise en place de l'analyse des données de production.

L'analyse de ces données délivre les moyens de mieux détecter et analyser les dérives annonciatrices d'incidents ou de défauts sur le produit fabriqué.





Avantages : prépare les données pour des utilisations plus approfondies en relation avec les connaissances tout en fournissant des résultats directement exploitables pour l'amélioration de la production.

Délai de réalisation : 4 à 6 mois

4 - Constitution d'un référentiel de connaissances sur le produit et ses lignes de fabrication

Ce référentiel capitalise, formalise et consolide les connaissances (et met en évidence les lacunes) détenues par la R&D et par la production sur l'apparition des défauts sur le produit.

Avantages : disposer d'un support fiable et partagé des connaissances de l'entreprise sur le domaine.

Délai de réalisation : 5 mois à 1 an

5 - Réalisation d'un système d'aide au réglage de la ligne de production

Ce système va proposer des décisions aux utilisateurs. Les déductions opérées sont issues à la fois des connaissances formalisées dans le référentiel et issues des données du SPS.

Le savoir de la société sur le produit et sa fabrication est véritablement utilisé pour optimiser la fabrication

Avantages : retours sur investissement très importants par la baisse des défauts, la baisse des coûts de surqualité par l'optimisation de la fabrication, la baisse des coûts de contrôle qui sont moins nombreux.

Délai de réalisation : variable selon la complexité des installations.



4.2. Diagnostic et maintenance de produits manufacturés

4.2.a. Enjeux

Assurer un dépannage rapide du produit.

Pouvoir vendre un package associant le produit et le service de diagnostic, maintenance, réparation sous forme de bases de connaissances.

Embarquer dans le produit des capacités d'auto-diagnostic.

Remonter les anomalies pour améliorer la conception.



4.2.b. Contexte

Les constructeurs doivent vendre non plus seulement un produit, mais un produit avec le service qui lui est associé, dont le diagnostic et la maintenance sont une part essentielle.

Le diagnostic et la réparation du produit est souvent réalisée par des sous-traitants. Le constructeur doit pouvoir améliorer la performance de ces sous-traitants en leur fournissant des bases de connaissances.



4.2.c. Besoins exprimés

Constituer des bases de connaissances de diagnostic, de réparation et de maintenance à partir :

- de l'analyse du fonctionnement du produit,
- de l'arrivée de nouveaux cas de pannes, de leur diagnostic et des réparations associées au fur et à mesure qu'ils sont connus,





- pour des produits ayant déjà une certaine durée de vie, le savoir-faire de diagnostic et de maintenance accumulé par les réparateurs.

Mettre à jour ces bases de connaissances en continu en fonction de l'arrivée des nouveaux cas de pannes (en effet lors de la vie d'un produit, les pannes rencontrées évoluent au cours du temps). Intégrer ces bases de connaissances aux outils informatiques de maintenance déjà en place.



4.2.d. Les étapes suivies pour la mise en place de solutions opérationnelles

1 - Constitution de guides papier de diagnostic et maintenance qui accompagnent le produit.

Ces guides sont réalisés à partir de l'analyse du fonctionnement du produit et du savoir-faire des acteurs expérimentés maîtrisant les pannes susceptibles de survenir.

Ces guides ont l'avantage d'être simples à mettre en place.

Délai de réalisation : 1 à 2 mois selon la complexité du produit

2 - Mise sous forme électronique de ces guides en particulier sous forme d'extranet.

Le guide de diagnostic électronique s'insère dans des outils gérant la relation entre le constructeur et ses sous-traitants ou ses revendeurs.

Avantages : Ce service représente une valeur ajoutée supplémentaire dans les prestations fournies aux sous-traitants ou revendeurs. L'outil d'échange permet au constructeur de recueillir plus simplement des données sur les pannes effectives rencontrées.

Il rend facilement utilisables les guides.

Délai de réalisation : 3 à 6 mois de développement pour un outil réalisé à façon.

3 - Mise en place d'un outil de diagnostic automatique et de capture des nouveaux cas

Cet outil permet à des techniciens de modéliser simplement les nouveaux cas de panne qu'ils rencontrent et la démarche diagnostique et de réparation qu'ils ont suivie.

L'outil offre également le moyen de représenter les démarches diagnostiques basées sur la connaissance du fonctionnement du produit.

L'outil utilise ces connaissances pour faire un diagnostic automatique à partir des cas de pannes rencontrés.

Les technologies utilisées sont à base de raisonnement par les cas (CBR) ou à partir de modélisations des démarches de diagnostic avec les connaissances associées.

Dans notre expérience, les facteurs de réussite de la mise en place d'un tel outil sont

Pour le diagnostic automatique :

- un nombre de questions restreint adapté au contexte où toutes les informations déjà connues sur le produit et la panne sont saisies automatiquement sans resaisie par l'opérateur,
- un diagnostic fiable,
- la capacité de traiter plus de la moitié des cas de pannes soumis,
- la capacité à justifier le diagnostic et la réparation proposée,
- la capacité à mettre à jour les bases de connaissances.

Pour la mise à jour des bases de connaissances :

- la simplicité et l'ergonomie de l'interface permettant la description de nouveaux cas de pannes et de la démarche diagnostique à utiliser,





- la capacité à avoir une vision globale des connaissances contenues dans la base de connaissances pour bien comprendre comment les nouvelles démarches diagnostiques s'insèrent dans celles existantes,
- pouvoir maîtriser l'ordre d'exploration des causes en fonction des fréquences de pannes et du savoir-faire et du technicien.

Avantages

Ces solutions sont bien adaptées et apportent une réelle valeur ajoutée sur des produits où parmi les pannes survenant, 50% sont déjà connues.

Ces solutions sont mal adaptées à des produits où toute nouvelle panne correspond à une nouvelle cause non connue jusque là.

Délai de réalisation : 6 mois à une année de développement pour un outil de ce type intégré au système d'information dans lequel il sera utilisé.

4 - Mise en place de systèmes de diagnostic embarqués dans le produit

Ces modules sont construits avec des connaissances sur le fonctionnement du produit.

La difficulté réside :

1. Dans la finesse du diagnostic proposé,
2. Dans l'adaptation du diagnostic à la compréhension de l'utilisateur.

1 - difficulté dans la finesse du diagnostic proposé

Pour être fin, un tel diagnostic doit être basé sur une base de connaissance modélisant le produit et ses interactions avec son environnement. La complexité d'une telle base est donc supérieure à la complexité du produit lui-même. Le coût associé à une telle solution peut donc être rédhibitoire. C'est pourquoi, dans ces solutions, le diagnostic ne fonctionne que sur certaines fonctions système du produit.

2 - difficulté dans l'adaptation du diagnostic à la compréhension de l'utilisateur

Les diagnostics proposés reposent sur l'identification du dysfonctionnement de fonctions système du produit. Ces fonctions « système » sont souvent éloignées de la perception que peut en avoir l'utilisateur.

Soit le diagnostic est destiné à un spécialiste de maintenance, ce spécialiste prend alors ces codes d'erreurs et les utilise comme base pour un raisonnement diagnostique complet.

Soit le diagnostic est destiné à un utilisateur final, et le raisonnement doit alors inclure la traduction du dysfonctionnement système en un message compréhensible par l'utilisateur ce qui limite encore la largeur des diagnostics possibles.



4.3. Aide au diagnostic pour les centres d'appel (hotline)

4.3.a. Enjeux

Assurer une qualité de réponse au premier niveau pour résoudre la question posée par l'interlocuteur appelant.

Minimiser le nombre d'appels remontés en deuxième niveau à soumettre à des techniciens plus spécialisés.

Améliorer le contenu des bases de connaissances à partir des appels reçus.





4.3.b. Contexte

Les personnels répondant au téléphone en première ligne dans les centres d'appels ne sont pas des spécialistes des domaines techniques sur lesquels l'assistance est fournie.

Ces personnels sont en général soit :

- des personnes parlant plusieurs langues pour les centres d'appel internationaux,
- des personnes ayant des capacités à comprendre les problèmes techniques, mais non techniciens eux-mêmes.

Ces choix sont dictés par des raisons de coût.



4.3.c. Besoins exprimés

Constituer des bases de connaissances d'aide au diagnostic des problèmes soumis pour permettre aux personnes répondant en première ligne :

1. de résoudre très rapidement les problèmes récurrents,
2. de faire passer les messages marketing associés au profil de la personne qui appelle,
3. de pouvoir résoudre avec le client par le suivi d'une démarche de diagnostic les problèmes peu fréquents,
4. de remonter au bon technicien, avec la bonne description les problèmes non résolus dans les étapes précédentes.

Mettre à jour ces bases de connaissances régulièrement en fonction des problèmes effectivement rencontrés.

Intégrer ces bases de connaissances aux outils informatiques de maintenance déjà en place.



4.3.d. Les étapes suivies pour la mise en place de solutions opérationnelles

1 - La solution la plus simple, consiste à fournir des listes de diagnostic et de messages à fournir en fonction du contexte du client.

2 - La fourniture d'aide au diagnostic sur les cas relativement fréquents.

Ces bases sont élaborées à partir du savoir-faire des techniciens. Ces solutions relèvent du même principe que la solution 3 du chapitre précédent : Mise en place d'un outil de diagnostic automatique et de capture des nouveaux cas.

3 - La fourniture d'aide au diagnostic à partir de connaissances issues d'exploration internet et de documents existants.

Cette solution est notamment pertinente pour le support à des progiciels informatiques connus et largement utilisés.

Cette solution se décompose en plusieurs étapes :

1. Identifier les sources de connaissances
2. Les collecter
3. Les filtrer, c'est à dire garder ce qui apporte une valeur ajoutée
4. Les rendre accessibles dans un système d'accès multi-points de vue
5. Les trier en fonction de la fréquence d'apparition des problèmes qu'elles résolvent
6. Quand cela est pertinent, les traduire en anglais ou dans d'autres langues pour les rendre compréhensibles par tous

Des outils de traitement automatique ou semi-automatique du langage naturel sont utilisés dans ces étapes.





Avantage

Cette solution offre une réelle valeur ajoutée à des répondants de première ligne ayant des capacités à comprendre la technique du domaine sur lequel ils répondent

Charges : dépendantes de la complexité et de la couverture souhaitée du domaine.



5. Les critères influençant le choix d'une solution

L'enjeu de départ pour entreprendre la mise en place de ces applications de diagnostic est à analyser dans la façon dont il impacte la performance de l'entreprise. S'agit-il de :

- de pertes de connaissances entraînant des erreurs, critère en faveur de la capitalisation du savoir-faire des personnes expérimentées,
- d'amélioration de la qualité de service, critère en faveur de solutions permettant simultanément l'utilisation et la mise à jour des connaissances,
- la fourniture de package incluant le produit avec son diagnostic, critère en faveur de solutions où l'automatisation du diagnostic est prépondérante.

La maturité de la société en gestion des connaissances est à prendre en compte. La mise en place de ces outils amènent des modifications significatives dans la façon de travailler. Les critères suivants nous semblent à prendre en compte :

- familiarité des utilisateurs avec les outils d'information électronique,
- culture de partage des connaissances,
- capacité à dégager du temps pour mettre à jour les connaissances.

Les destinataires de ces systèmes influencent les choix. Les bases de connaissances sont-elles faites par des utilisateurs d'un niveau technique moyen pour des utilisateurs débutants ou moyens, sont-elles faites par des experts pour des débutants, par des experts pour des experts ?

Le retour sur investissement attendu est également un facteur majeur. Même s'il est souvent difficile (voire délicat) à calculer, il est important d'essayer de l'évaluer. L'industrie a souvent l'habitude de l'utilisation d'indicateurs de performance de son activité qui sont des bases sur lesquelles s'appuyer pour évaluer ce retour.

En tout état de cause, une démarche progressive, suivant les étapes que nous proposons est gage de succès. Aller directement à des solutions trop sophistiquées a souvent mené par le passé à l'échec pour n'avoir pas su anticiper sur les deux grandes difficultés que sont :

- l'intégration de ces applications à la vie opérationnelle des utilisateurs,
- l'actualisation ou la mise à jour des bases de connaissances.

Via ce choix de système d'aide au diagnostic, la société initie concrètement et s'engage durablement dans une démarche de « mémoire en continu¹ ».

¹ Pour en savoir plus sur la « Mémoire en continu : capitaliser et valoriser le savoir-faire et les expériences en continu » la note « AST 2002-132 NKM MC » est disponible sur demande sur le site www.ardans.fr .