CHAPITRE 1

Pourquoi tu ne vois une infrastructure que lorsqu’elle tombe en panne

Une infrastructure qui fonctionne correctement ne demande presque rien à son utilisateur. Tu appuies sur un interrupteur et la lumière s’allume. Tu ouvres un robinet et l’eau arrive sous pression. Tu présentes une carte bancaire et le paiement est autorisé. Tu lances une application et les informations apparaissent. Dans chacun de ces gestes, le résultat semble immédiat parce que tout ce qui le précède a été rendu invisible.

Cette invisibilité est souvent prise pour de la simplicité. Elle prouve en réalité qu’une organisation complexe a réussi à te livrer un service sans t’obliger à comprendre son fonctionnement. Tu n’as pas besoin de connaître l’état du réseau électrique avant d’allumer une lampe. Tu n’as pas à vérifier le niveau d’un réservoir municipal avant de prendre une douche. Tu n’examines pas les routes suivies par les données avant d’envoyer un message. Le service est conçu pour séparer ton usage de l’infrastructure qui le rend possible.

Cette séparation est l’une des grandes réussites du monde moderne. Elle permet à des millions de personnes d’utiliser quotidiennement des systèmes qu’aucune d’elles ne pourrait construire, surveiller ou réparer seule. Elle produit aussi une illusion tenace. À force de recevoir un service sans voir les opérations nécessaires à sa production, nous finissons par considérer sa disponibilité comme une propriété normale du monde.

L’électricité semble présente dans la prise. L’eau paraît attendre derrière le robinet. Internet semble contenu dans le téléphone. Le médicament paraît exister dans la pharmacie. La marchandise semble apparaître sur une étagère après avoir été commandée. Cette manière de voir confond le dernier point d’accès avec l’ensemble du système.

Une prise électrique ne produit rien. Elle représente l’extrémité domestique d’un réseau qui doit produire, transporter, transformer et distribuer de l’électricité tout en maintenant en permanence un équilibre entre l’offre et la demande. Un robinet ne garantit pas lui-même la qualité de l’eau. Il termine une chaîne qui comprend le captage, le traitement, le pompage, le stockage, la surveillance sanitaire, la distribution et l’évacuation. Une application ne contient pas nécessairement le service qu’elle affiche. Elle peut dépendre de réseaux de télécommunications, de centres de données, de fournisseurs d’identité, de bases de données, de logiciels tiers, de systèmes de paiement et d’une alimentation

électrique disponible dans plusieurs lieux.

L'infrastructure physique et le service qu'elle permet ne doivent donc pas être confondus. Un service est une fonction rendue à l'utilisateur. Une infrastructure est l'ensemble des actifs, des organisations, des procédures, des ressources et des personnes nécessaires pour maintenir cette fonction. Le bâtiment, le câble, la route ou la machine ne constitue qu'une partie de cet ensemble.

Cette distinction paraît théorique tant que tout fonctionne. Elle devient très concrète lorsqu'un élément cesse de répondre.

Lorsqu'une coupure électrique se produit, l'utilisateur voit d'abord l'absence de lumière. Il découvre ensuite que la panne concerne aussi le chauffage, la climatisation, les ascenseurs, les portes automatiques, les systèmes de paiement, certaines communications, la conservation des aliments et parfois l'alimentation en eau. L'interruption révèle que plusieurs services présentés séparément reposaient sur une même infrastructure.

Les organismes chargés de la résilience des infrastructures insistent précisément sur ces relations. Les réseaux d'énergie, d'eau, de transport, de télécommunications et de finance ne fonctionnent pas comme des secteurs indépendants. Ils forment un ensemble dans lequel chaque service dépend d'autres systèmes pour recevoir de l'électricité, des données, du carburant, des équipements, des personnels ou des moyens de paiement. L'OCDE décrit les infrastructures critiques comme la base de services essentiels dont les interruptions peuvent produire des dommages économiques et sociaux bien au-delà de l'installation directement touchée. La CISA américaine parle, de son côté, d'un écosystème complexe d'infrastructures interconnectées. [1.1]

Cette interdépendance explique pourquoi une panne limitée dans l'espace peut produire des effets très éloignés de son point d'origine. Un problème dans un centre de données peut rendre indisponible une application utilisée dans plusieurs pays. Une route coupée peut retarder une pièce nécessaire à la réparation d'une usine. Une interruption électrique peut immobiliser une station de pompage. Une défaillance de télécommunications peut ralentir l'intervention des équipes chargées de réparer un autre réseau.

Le public voit généralement la dernière conséquence. Les opérateurs doivent remonter la chaîne.

Lorsqu'un paiement échoue, le commerçant et le client voient un terminal qui refuse une transaction. Le problème peut pourtant se situer dans le terminal, la connexion, le prestataire de paiement, la banque, le système d'authentification, un centre de traitement ou un logiciel partagé. L'interface visible ne permet pas de localiser l'incident. Elle indique seulement que le service final n'a pas été rendu.

Le même principe vaut pour les applications numériques. Une plateforme peut apparaître comme un produit autonome alors qu'elle utilise des services fournis par plusieurs entreprises. Elle peut louer ses capacités informatiques,

dépendre d’un système externe pour identifier ses utilisateurs, confier ses paiements à un autre opérateur et utiliser des bibliothèques logicielles qu’elle ne contrôle pas directement. Le service paraît unifié sur l’écran, mais sa production est répartie entre des réseaux, des contrats et des infrastructures distincts.

Le National Institute of Standards and Technology rappelle qu’un système ne se compose pas seulement de matériel et de logiciels. Il comprend également les données, les procédures, les installations, les matériaux et les personnes qui permettent à ses éléments d’interagir. Cette définition évite de réduire la résilience à la présence de machines de secours. Un équipement supplémentaire ne suffit pas si le personnel, les informations, les autorisations ou les ressources nécessaires à son utilisation font défaut. [1.2]

Des agents inspectent des installations. Des opérateurs surveillent des données. Des équipes testent des équipements de secours. Des techniciens remplacent des composants avant leur rupture. Des personnels d’astreinte restent disponibles la nuit, les week-ends et les jours fériés. Des gestionnaires organisent les interventions, suivent les stocks de pièces, négocient les contrats et contrôlent les échéances réglementaires. Des conducteurs, manutentionnaires, agents de terrain et réparateurs adaptent les procédures aux contraintes qui ne figurent pas toujours dans les plans.

Le service continu dépend d’une accumulation de gestes répétés. Beaucoup ne produisent aucun événement visible. Une inspection réussie ne fait pas la une. Une pièce remplacée avant la panne ne crée pas d’image spectaculaire. Une équipe qui corrige une dérive avant qu’elle devienne un incident ne laisse souvent aucune trace dans l’expérience du public.

Ce silence crée un problème économique et politique. Il est plus facile de justifier une dépense après une rupture que de valoriser celle qui l’a empêchée. Un équipement de secours semble coûteux lorsqu’il n’est jamais utilisé. Une équipe supplémentaire paraît excessive lorsqu’aucune urgence ne se produit. Un stock de pièces immobilise du capital et occupe de l’espace. Un programme de maintenance impose des arrêts planifiés, des inspections et des remplacements qui réduisent parfois la performance immédiate.

L’entretien préventif produit rarement une preuve simple de son efficacité. Lorsqu’il réussit, rien ne se passe. L’organisation doit alors défendre des dépenses dont le principal résultat est l’absence d’incident.

Cette difficulté encourage la maintenance différée. Un remplacement peut être repoussé parce que l’équipement fonctionne encore. Un stock peut être réduit parce que les livraisons précédentes ont toujours été ponctuelles. Une équipe peut être supprimée parce qu’elle intervient rarement. Une compétence peut être sous-traitée parce qu’elle ne semble pas nécessaire en permanence.

Le problème apparaît lorsque l’économie immédiate est calculée avec précision tandis que le coût de la fragilité reste réparti entre d’autres acteurs. L’entreprise enregistre la baisse de ses dépenses. L’utilisateur supporte l’interruption. Le travailleur absorbe l’urgence. La collectivité finance parfois la

remise en service. Le territoire le moins prioritaire attend plus longtemps.

La Banque mondiale souligne que les dommages causés directement aux infrastructures ne représentent qu'une partie du coût réel des perturbations. Les effets indirects sur les ménages, les entreprises, l'accès aux services et l'activité économique peuvent être plus importants que les dégâts matériels eux-mêmes. Elle rappelle également que les interruptions ordinaires et les services irréguliers affectent déjà quotidiennement la qualité de vie et les perspectives économiques d'une partie importante de la population mondiale. [1.3]

Un pont peut subir des dégâts limités tout en devenant inutilisable pendant plusieurs semaines. Une station de traitement peut rester debout tout en étant incapable de produire une eau conforme. Un centre de données peut conserver ses serveurs mais perdre son alimentation, son refroidissement ou sa connexion. Une route peut être physiquement accessible mais ne plus supporter le volume nécessaire. Une installation n'a pas besoin d'être détruite pour cesser de rendre sa fonction.

Pour l'utilisateur, tout semble encore normal. Pour l'opérateur, la marge s'est réduite.

Cette phase est particulièrement difficile à percevoir de l'extérieur. Le service fonctionne, mais il dispose de moins de solutions en cas de second incident. Une infrastructure peut ainsi devenir fragile avant de devenir défaillante.

Un système peut posséder un équipement de remplacement et ne pas savoir comment l'installer rapidement. Il peut disposer d'un plan de continuité qui n'a jamais été testé. Il peut avoir confié plusieurs fonctions à des sous-traitants dont les responsabilités se chevauchent mal. Il peut dépendre d'un fournisseur qui dépend lui-même d'une autre chaîne interrompue.

Les procédures servent à réduire cette incertitude. Elles définissent les rôles, les seuils d'alerte, les priorités, les modes de communication et les conditions d'intervention. Elles permettent d'éviter que chaque incident soit traité comme une découverte totale.

Cependant, une procédure ne produit aucun résultat sans moyens pour l'appliquer. Un plan de continuité ne remplace pas une équipe. Une liste de fournisseurs ne garantit pas la présence des pièces. Une obligation réglementaire ne répare pas une machine. Un contrat ne raccourcit pas automatiquement un délai de transport.

Cette cohérence reste invisible parce qu'elle ne correspond à aucun objet unique. Le public peut photographier un barrage, un port, une centrale, un pylône ou un centre de données. Il ne peut pas photographier aussi facilement la chaîne de responsabilités, les compétences, les contrats, les stocks et les décisions qui permettent à l'installation de rendre son service.

Les travailleurs disparaissent particulièrement vite de la représentation publique des infrastructures. Les photographies montrent les machines. Les rapports présentent les capacités. Les communications institutionnelles décrivent les investissements. Le travail humain apparaît souvent sous la forme d'un coût ou d'un effectif.

Pourtant, les systèmes techniques produisent des situations que les procédures ne prévoient jamais entièrement. Un agent expérimenté sait qu'un équipement présente parfois un défaut avant que la mesure ne franchisse le seuil officiel. Un technicien connaît les modifications accumulées au cours des années. Un opérateur comprend quelles fonctions doivent être rétablies en premier. Un conducteur ou un manutentionnaire sait qu'un trajet ou une opération réalisable en théorie ne l'est plus dans les conditions du moment.

La panne rend ces personnes visibles parce qu'elle transforme leur travail ordinaire en urgence publique. Les mêmes équipes qui intervenaient sans être remarquées deviennent soudain responsables du délai de rétablissement. Le public découvre leur existence au moment précis où elles travaillent dans les conditions les plus difficiles.

Cette expression, « retour à la normale », mérite pourtant d'être examinée. Elle peut signifier que le service a été entièrement restauré. Elle peut aussi signifier que l'utilisateur reçoit de nouveau une fonction minimale tandis que le système continue à fonctionner sur une solution provisoire. Une ligne secondaire peut remplacer temporairement la principale. Une équipe peut maintenir le service au prix d'heures supplémentaires. Un équipement de secours peut fonctionner sans nouvelle réserve disponible.

Le service est revenu, mais la marge n'est pas encore reconstruite.

La différence entre rétablir une fonction et restaurer toute la capacité sera centrale dans ce livre. Un réseau ne retrouve pas nécessairement sa situation précédente dès que l'utilisateur peut de nouveau allumer une lampe, ouvrir une application ou recevoir une livraison. La reprise visible peut précéder de plusieurs jours, plusieurs semaines ou plusieurs mois la réparation complète.

Le cadre de résilience du NIST distingue précisément les fonctions nécessaires pendant et après une perturbation ainsi que les délais dans lesquels elles doivent être récupérées. Cette approche considère que toutes les fonctions ne possèdent pas la même priorité et que la reprise doit être évaluée en fonction des besoins de la communauté, des dépendances entre systèmes et des ressources disponibles. [1.4]

Entre ces deux situations existent de nombreux niveaux de service. Une infrastructure peut être ralentie, saturée, partiellement isolée, dépendante d'un secours, limitée à certains utilisateurs ou privée d'une partie de ses capacités. Ces états intermédiaires déterminent souvent si un incident reste local ou s'étend à d'autres secteurs.

Un réseau peut maintenir son service général en réduisant la desserte de certaines zones. Une chaîne logistique peut protéger ses clients prioritaires en

retardant les autres. Un système de santé peut conserver ses fonctions urgentes en reportant des activités jugées moins immédiates. La continuité n’est pas toujours répartie également.

La question ne consiste donc pas seulement à savoir si le système tient. Il faut aussi savoir pour qui il tient, à quel niveau et pendant combien de temps.

L’infrastructure devient visible lorsqu’elle tombe en panne parce que l’interruption rassemble dans une même expérience ce que le fonctionnement normal dispersait. Elle révèle les équipements, les distances, les fournisseurs, les compétences, les décisions et les priorités. Elle montre que le service reçu en quelques secondes dépendait d’une chaîne construite sur plusieurs années et entretenue chaque jour.

Cette révélation ne doit pas conduire à considérer tout réseau comme condamné ou toute concentration comme une erreur. Les infrastructures modernes fonctionnent aussi parce qu’elles mutualisent des moyens, standardisent des opérations et concentrent certaines compétences. La question n’est pas de supprimer toute dépendance. Une telle promesse serait vide.

La question consiste à reconnaître les dépendances qui existent réellement, à mesurer les conséquences de leur interruption et à conserver des moyens proportionnés pour maintenir ou rétablir les fonctions essentielles.

Avant de parler de résilience, de redondance ou de réparation, il faut donc apprendre à regarder ce que le service continu dissimule.

Il faut distinguer l’application de l’infrastructure qui la soutient, l’installation du service qu’elle fournit, la remise en marche visible de la restauration complète et la présence d’un équipement de la capacité réelle à l’utiliser.

La panne rend ces distinctions impossibles à ignorer. Il serait plus rationnel de les comprendre avant qu’elle se produise.

Pour y parvenir, il faut maintenant examiner la structure même de ces systèmes. Il faut comprendre comment un réseau relie ses éléments, pourquoi certains nœuds concentrent plus de dépendances que d’autres et comment une interruption locale peut se déplacer bien au-delà de son point de départ.