

# Introduction

## La diversité métrologique

### **L’histoire : la matinée de Bertrand**

Au petit matin, un bruit de sonnette retentit dans toute la maison. C’est lundi, il est déjà 7 heures. Bertrand Dujardin pousse un grognement et, après quelques soupirs, trouve le courage de faire taire son réveil d’un geste plutôt lourd et rancunier.

Dur de se lever après ce long week-end de trois jours passé chez ses amis en Normandie. Et pourtant, il faudra bien... Pendant quelques minutes, il reste à moitié endormi dans son lit si confortable. Mais il ne dort pas ! Ah non ! Il réfléchit. En fait, tel un jeune écolier, Bertrand cherche une excuse pour pouvoir rester au lit ce matin. En vain, il devra se lever et aller travailler.

Après quelques minutes de lutte entre la raison et son sommeil, les yeux encore fermés, il prend une forte inspiration, se redresse et s’assoit sur le bord du lit. Il ne bouge plus. Une pause sans doute, tel un sportif qui, après un effort éprouvant, s’accorde généreusement un petit moment de repos avant de repartir de plus belle. Nul ne doutera du caractère très justement mérité de la pause de Bertrand.

Ses pantoufles à carreaux enfin au bout des pieds, il se dirige vers la salle de bains. Le « clic ! » de l’interrupteur et surtout la vive lumière qui s’ensuit le laissent étonnamment indifférent. Il faut dire que Bertrand est responsable de

production dans une entreprise locale. Son métier nécessite beaucoup d'anticipation, qu'il s'agisse des commandes clients, des approvisionnements en matières premières ou de la maintenance des machines, par exemple. Là aussi il a anticipé ; il a pris soin de garder les yeux bien fermés. Ce qu'il fit de façon très naturelle d'ailleurs !

Les yeux encore mi-clos, il monte, serein, sur son pèse-personne. Depuis un mois, sa femme et lui ont décidé de perdre cinq kilos chacun. « Quoi !?!, s'exclame-t-il, ce n'est pas possible ! » Le résultat qu'il lit lui permet d'ouvrir grand les yeux : 74,5 kilos ! Il semblerait qu'il ait plutôt repris deux kilos depuis trois semaines. Il faut dire que ce week-end passé chez leurs amis ne l'a pas aidé à se rapprocher de son objectif. « Tu es sûre qu'elle n'est pas détraquée, cette balance ? », lance-t-il à sa femme.

Sa femme, debout depuis déjà un quart d'heure, est dans la cuisine en train de finir son petit déjeuner. « Bien sûr qu'elle marche ! » Il faut dire qu'elle a perdu 1,3 kg sur cette même période, elle !

Leur petit déjeuner, en plus du cachet d'aspirine contre le mal de crâne dont souffre Bertrand ce matin, est désormais constitué de céréales allégées, de lait écrémé, d'un café sans sucre et d'un fruit. Lorsqu'ils font leurs courses, ils regardent attentivement la composition de ce qu'ils achètent (total calorique, pourcentage de lipides, glucides, protéines). Ils sont désormais des consommateurs avertis sur le plan nutritionnel. Ce qui d'ailleurs, au grand désespoir de Bertrand, allonge la durée des courses de vingt minutes en moyenne !

Bertrand est responsable de production chez Intertube, une entreprise de 40 personnes, proche de Rennes, qui fabrique des tubes métalliques de natures et de formes différentes, utilisés, entre autre, comme pieds de chaises et fauteuils réglables en hauteur. Une réunion importante est prévue ce matin. Depuis plusieurs mois, l'entreprise reçoit de plus en plus de réclamations des clients au sujet de la conformité de leurs tubes. C'est l'un de ces clients mécontents qui a sollicité cette réunion.

Bertrand monte dans sa voiture et prend la direction de l'entreprise. Il passe en revue, une fois de plus, tous les éléments de ses ateliers : personnel, procédures, matériels, inventaires, gestion de la production, appareils de contrôle... et ne voit pas pourquoi il devrait s'inquiéter. Ses pensées le distraient un peu de la route et, en jetant un coup d'œil sur le tableau de bord, il s'aperçoit qu'il roule trop vite. Il lève le pied aussitôt pour revenir

aux 50 kilomètres par heure autorisés en ville. Il se dit aussi qu'il est temps de faire le plein d'essence s'il ne veut pas finir le trajet en poussant la voiture.

La station essence est sur le trajet. Il y vient trois fois par mois depuis des années. Il a beau être un habitué, lorsqu'il regarde le compteur de carburant défiler à la pompe, il ne peut s'empêcher de se demander si la quantité délivrée correspond bien à celle affichée. Surtout au prix auquel est l'essence depuis les dernières augmentations !

Dix minutes plus tard, Bertrand arrive chez Intertube. L'entreprise est à l'extérieur de la ville, dans une petite zone industrielle fort sympathique. De larges avenues permettent une circulation aisée. Elles sont bordées des deux côtés par des arbres d'essences diverses : pins, mimosas, cyprès, et d'autres dont Bertrand ignore totalement les noms. Il passe le robuste portail d'entrée de couleur bleu marine, tourne sur la gauche et se gare sur le parking. De nombreuses voitures, parfaitement alignées, sont déjà présentes.

Intertube se compose d'un grand bâtiment rectangulaire, de plain-pied, peint de couleur crème. Juste en face du parking, avec la façade presque entièrement vitrée, se trouvent les bureaux, le hall d'entrée et l'accueil. Une seconde route longe le parking et conduit à l'arrière de l'entreprise. C'est par là que les transporteurs arrivent, déchargent les matières premières ou viennent prendre les produits de la société.

Bertrand suit la rangée de voitures puis tourne et s'engage sur le petit chemin pavé qui mène tout droit à l'entrée. Les zones piétonnes sont protégées par de longs bacs fleuris. Le tout est parfaitement entretenu et procure l'agréable sentiment d'être le bienvenu dans l'entreprise. Il dépose ses affaires à son bureau puis se dirige vers la machine à café. Sophie Bonnet, la responsable qualité, s'y trouve déjà, en train de finir son premier café.

– Bonjour Sophie, lui lance-t-il.

– Tiens, salut Bertrand, comment vas-tu ? Tu as passé un bon week-end ?

– Excellent. On a passé le week-end chez des amis au bord de la mer. Ça fait du bien de changer d'air. Mais je suis quand même contrarié ce matin, lui répond-il en même temps qu'il insère quelques pièces de monnaie pour son café sans sucre.

– Inquiet pour la réunion de tout à l'heure ?

– Ah non ! Pas du tout. Je n’y pensais même pas. C’est pour mon poids ! Depuis deux mois, je veux perdre du poids et j’ai pris deux kilos malgré tous mes efforts.

Sophie sourit.

– Mais je suis sûr que c’est ma balance qui déconne ! , poursuit-il.

Les deux collaborateurs et amis éclatent de rire. Ils évacuent le stress de cette réunion. Elle a été programmée par leur directeur à la demande d’un de leurs plus gros clients, mécontent de plusieurs lots de tubes chromés.

– Il doit déjà être là, dit Sophie. En passant devant le bureau du directeur, la porte était fermée et j’ai entendu parler.

– De toute façon, je ne vois pas pourquoi on devrait s’inquiéter, lance Bertrand d’un air confiant, pour se rassurer.

À cet instant, comme en réponse à sa dernière phrase, la porte en question s’ouvre et attire irrésistiblement les regards de nos deux camarades. Jean Duval, le directeur, apparaît en premier. Il est suivi d’un homme brun, aux cheveux très courts, plutôt grand et mince. Sur ce point, le moins que l’on puisse dire est qu’il contraste avec M. Duval qui est plutôt petit et rondet. L’invité est habillé de façon très classique : un costume gris et une chemise blanche. Seule sa cravate bleue marque un peu d’originalité dans sa tenue. Mais Bertrand et Sophie ont surtout remarqué qu’il avait trois de leurs tubes ainsi qu’un dossier plutôt épais dans les bras.

Le directeur fait les présentations. La poignée de main du grand homme est franche mais chaleureuse. De plus, il affiche un beau sourire amical, ce qui les rassure un peu. M. Duval invite tout le monde à se diriger vers la petite salle de réunion à côté de la machine à café. Il entre en dernier et ferme la porte derrière lui.

Cette petite salle est bien commode. Elle sert en fait à beaucoup de choses : bureau pour les stagiaires d’été, salle de réunion comme ce matin, « salle des fêtes » lorsqu’il y a quelque chose à arroser et salle de formation : une vraie salle à tout faire !

M. John Peter est le responsable qualité d’un important fabricant de mobilier de bureaux. Son entreprise leur achète des tubes en acier chromé qui sont utilisés pour faire les pieds réglables de chaises et fauteuils.

M. Peter s'assoit et aligne les trois tubes devant lui comme s'il s'agissait de pièces à conviction accablantes dans une affaire criminelle pas tout à fait nette. Il fait preuve d'un calme surprenant.

Bertrand et Sophie ont en revanche des gestes plutôt nerveux qui mettent à mal leurs efforts respectifs pour paraître plus que sereins. Ils n'ont cessé de regarder ces trois malheureux tubes sous toutes les coutures, comme s'ils étaient des témoins gênants, afin d'y déceler une quelconque explication de leur présence à cette table, mais en vain.

Le directeur prend la parole le premier :

– Monsieur John Peter a sollicité cette réunion car selon lui, depuis quelques temps, nos tubes posent des problèmes de qualité. Je vais lui laisser la parole pour qu'il vous explique tout cela en détail.

M. Peter remercie le directeur d'un petit signe de la tête et, après une brève inspiration, commence son explication :

– Je suis venu aujourd'hui car nous avons de plus en plus de soucis avec vos tubes, lance-t-il.

Un court silence s'installe et nos trois comparses en profitent une fois de plus pour regarder discrètement ces fameux tubes posés sur la table. Il reprend :

– Comme vous le savez, ces tubes doivent respecter des dimensions bien définies. Il y a six mois, nous recevions de votre part des lots présentant seulement 1 % de tubes non conformes. Les non-conformités portent soit sur les dimensions du tube – diamètre et longueur –, soit sur leur densité, soit sur leur rugosité. Mais depuis, cela s'est considérablement dégradé. Vos lots ont désormais jusqu'à 10 % de pièces non conformes sur une ou plusieurs de ces caractéristiques. Même si vous procédez à un échange standard de ces lots, il arrive que les nouveaux lots comportent encore plus de mauvaises pièces. Par ailleurs, vous imaginez bien que cela engendre du retard dans la fabrication de nos produits, sans parler du fait que nous sommes obligés de contrôler de nouveau toutes vos pièces. Je souhaiterais donc comprendre pourquoi votre qualité s'est tellement dégradée depuis plusieurs mois.

À l'évocation du mot « qualité », tous les regards se sont naturellement portés vers Sophie, la responsable qualité. Elle lui présente alors l'ensemble des actions qui ont été menées au sein de l'entreprise depuis les premières

réclamations : rédaction de procédures, sensibilisation du personnel, mise en place de fiches de contrôle avec enregistrement des résultats et du nom du contrôleur pour la traçabilité. Sa démonstration dure près de vingt minutes. Elle tient à présenter à M. Peter toutes les actions correctives qui ont été engagées, documents à l'appui.

– On a même lancé un vaste programme de formation sur tous les postes de travail, conclut-elle en regardant Bertrand pour qu'il lui vienne un peu en aide.

– Absolument, enchaîne ce dernier. En tant que responsable de production, je peux vous assurer que tout est mis en œuvre pour maîtriser notre processus de production. Tout notre personnel est recruté sur la base de compétences initiales pour les différents postes, puis suit un cursus de formation interne : qualité, présentation de l'entreprise et des différents postes, travail en double pendant plusieurs semaines, et récemment, une sensibilisation sur le respect des procédures a été dispensée à tout le personnel.

– Je ne doute pas un instant de votre volonté de nous satisfaire et de vous améliorer en permanence. La réactivité dont vous faites preuve est excellente. »

Sophie amorce un sourire vers son directeur. Mais la satisfaction est de courte durée.

– Le problème vient de vos pièces, tranche M. Peter. J'aurais également souhaité rencontrer votre responsable de la métrologie.

– En fait, c'est moi qui assure en partie cette fonction, répond Bertrand. Je m'occupe des achats d'équipements de contrôle. Et de ce côté-là, nous sommes tranquilles. Il y a trois ans, le directeur m'a accordé de larges crédits pour acheter des appareils haut de gamme, histoire d'être tranquilles une fois pour toutes. Nous avons donc acheté des pieds à coulisse, palmers, rugosimètres, et duromètres parmi les plus performants et, bien sûr, parmi les plus chers.

– C'est très bien, répond M. Peter. Avec de tels équipements, vous allez rendre jaloux beaucoup de responsables de production ! Et comment vous en occupez-vous ?

Bertrand est surpris de cette nouvelle question. Il pensait que l'évocation du caractère « haut de gamme » de ses appareils aurait suffi à clore la question.

– C’est justement pour ne pas s’en occuper par la suite que l’on a choisi d’acheter des appareils chers ! Et au prix que nous les avons payés il y a trois ans, je ne vois pas pourquoi ils ne seraient plus bons aujourd’hui !, répond-il avec un air suffisant.

Bertrand est content de lui. Avec une telle démonstration, l’affaire est entendue. Mais pendant qu’il cherche des signes d’encouragement dans les regards de Sophie et de son directeur, M. Peter réfléchit, le regard dans le vide, le coude droit posé sur la table et l’index le long de sa joue. Quelques instants après, il se recule sur sa chaise. Son regard a changé. Il a compris. Sophie, Bertrand et le directeur se regardent à tour de rôle pour voir si l’un d’entre eux a le regard aussi éclairé que M. Peter, mais apparemment non.

Il s’avance alors lentement, pose ses coudes sur la table, saisit l’un des tubes et, après avoir pris une bonne inspiration, commence une longue explication qui durera plus de deux heures...

## **Thème abordé : la métrologie au quotidien**

Et vous, avez-vous compris ? Comment est-il possible que cette entreprise, qui a du personnel parfaitement formé, des méthodes de travail validées et des appareils de contrôle apparemment « haut de gamme » livre autant de produits non-conformes aux spécifications de ses clients ? Cela ne vous surprend-il pas que leurs contrôles déclarent les tubes conformes alors qu’ils ne le sont plus une fois chez les clients ? D’autant plus que ce phénomène semble se dégrader avec le temps...

La métrologie, c’est tout simplement la science des mesures. Toutefois, il ne s’agit pas d’un domaine réservé aux entreprises de pointe ou à des secteurs d’activité très spécifiques. En effet, sans cette maîtrise des mesures, votre vie quotidienne serait complètement différente de celle que vous connaissez aujourd’hui !

Revenons à la matinée de Bertrand. Si nous mettons à part la réunion avec M. Peter, nous constatons que les appareils de mesure ont accompagné tous les événements de ce début de journée.

Tout d’abord, Bertrand monte sur son pèse-personne pour vérifier son poids. Bien sûr, il s’agit d’un appareil de mesure. Certes, nous ne sommes pas ici dans l’industrie et il n’est pas question de faire un suivi régulier de la

précision de la balance, mais les conséquences sont là ! Bertrand, avec toutefois une certaine mauvaise foi, doute de la validité des résultats. Selon sa femme en revanche, pas d'hésitation : la balance fonctionne correctement !

Mais selon vous, quelle est la vérité dans cette histoire :

- Bertrand a perdu du poids et la balance marche correctement ?
- Il a pris du poids et la balance marche correctement ?
- Il a perdu du poids et la balance ne marche pas ?
- Il a pris du poids et la balance ne marche pas ?

Difficile à dire ! En fait, il est impossible de savoir quelle affirmation est la bonne. Certains d'entre vous penseront peut-être que l'hypothèse la plus juste est la seconde car la femme de Bertrand a perdu du poids, mais rien ne permet de l'affirmer. En effet, la balance peut très bien afficher des résultats totalement aberrants.

Finalement, dans cette situation, Bertrand ne peut pas décider s'il doit faire plus d'efforts pour son régime ou si, au contraire, il peut se permettre de se faire plaisir plus souvent. Nous pouvons en conclure qu'en l'absence de résultats de mesure fiables, nous nous retrouvons dans l'impossibilité de prendre certaines décisions.

Cet exemple précis nous fait bien sûr sourire, mais imaginez que le principe soit le même dans votre entreprise : vous fabriquez des pièces et en fin de fabrication, vous contrôlez certaines de leurs caractéristiques. Si vous avez un doute sur la fiabilité du dispositif de mesure, vous ne pourrez jamais dire avec confiance si vos produits sont conformes ou non ! Cela est également valable pour les contrôles en cours de production et pour les contrôles à la réception des matières premières. Cette science des mesures est donc un véritable investissement dans la qualité de vos produits ou services.

De plus, la maîtrise des processus de production dépend très fréquemment de nombreux paramètres : température, pression, quantité de produits, etc. Si ces paramètres sont contrôlés avec des instruments de mesure non fiables, la maîtrise du processus risque d'être aléatoire et la production résultante mauvaise. Cela engendre des coûts de non-qualité supplémentaires (correction, déclassement ou destruction des pièces). Aussi, la métrologie améliorera la maîtrise de vos processus et par la même occasion la satisfaction de vos clients.



Au cours de la matinée de Bertrand, nous avons rencontré d'autres évocations de la métrologie, à travers la composition du cachet d'aspirine qu'il avale au petit déjeuner, et des aliments qu'il achète. Ces quantités et compositions sont contrôlées par les entreprises qui fabriquent ces produits. Bien évidemment, sans métrologie, les quantités annoncées sur les produits ne seraient pas toujours les bonnes !

Il en est de même lorsque Bertrand fait le plein d'essence : les pompes des stations-service sont vérifiées régulièrement par des organismes spécialisés afin d'assurer que l'affichage correspond bien à ce que le client a mis dans le réservoir de son véhicule.

Et lorsque vous passez devant un radar de la police ? Eh bien, ces appareils sont eux aussi suivis régulièrement par des services métrologiques afin de vérifier leur bon fonctionnement. Heureusement ! Pas question de vous dire que vous rouliez à 68 kilomètres par heure alors que vous n'étiez qu'à 49 !

Bref, vous l'aurez compris, la métrologie est partout, il vous suffit de regarder autour de vous.



# 1

## Qu'est-ce que la fonction métrologie ?

### 1.1 L'histoire : inquiétudes

Le serveur apporte les cafés. Sophie regarde sa montre discrètement : 14 heures 30. Déjà deux heures qu'ils sont tous les quatre à table. À croire que le brillant exposé de M. Peter a creusé l'appétit de tout le monde. Le directeur avait prévu que la venue de son client se termine de façon très conviviale. Il a invité tout le monde autour d'une table d'un petit restaurant gastronomique particulièrement agréable. Bertrand et Sophie en sont d'ailleurs un peu surpris. « Dommage que les clients ne nous rendent pas plus souvent visite », pense Bertrand.

– N'hésitez surtout pas à repasser nous voir !, lance-t-il à l'adresse de M. Peter.

Il jette ensuite un regard amusé à son directeur. Tout le monde rigole. Bertrand est content de son effet. Bien que très sérieux au travail, ce n'est jamais le dernier lorsqu'il s'agit de faire des blagues.

– C’est vrai que l’on devrait faire ce type de repas plus souvent, reprend le directeur. Mais, voyez-vous, j’ai préféré financer vos appareils de mesure haut de gamme, conclut-il en faisant un clin d’œil complice à Bertrand.

Sa phrase à peine terminée, ils éclatent tous de rire, Bertrand le premier. L’ambiance est excellente. Les incertitudes et craintes qui ont précédé la réunion se sont effacées. Pourtant, il ne fait aucun doute que les discussions à table ont porté, en partie du moins, sur les aspects évoqués par M. Peter au cours de la réunion. Sa venue a non seulement contribué à leur ouvrir les yeux sur des problèmes de métrologie, mais aussi à développer des relations privilégiées entre leurs entreprises respectives.

Néanmoins, M. Peter ne s’est pas contenté de discuter : il a laissé cinq mois à l’entreprise pour « redresser la barre ». Pas question de continuer à recevoir des lots avec autant de non-conformités. À cette échéance, son exigence sur les non-conformités passera du 1 % prévu actuellement à 0,1 % ! M. Peter souhaite en effet alléger les contrôles à réception de ces tubes et il veut avoir une très grande confiance dans la validité des contrôles d’Intertube. Que de chemin à parcourir quand on sait que les derniers lots de tubes livrés comportaient jusqu’à 10 % de produits non conformes ! De plus, les exigences au niveau des tolérances se resserrent. Jusqu’à présent, M. Peter voulait des tubes avec une longueur précise à plus ou moins 1 millimètre, dans cinq mois cette exigence passera à plus ou moins 0,1 millimètre. Le challenge est de taille mais M. Duval et ses collaborateurs ont bien l’intention de le relever.

En sortant du restaurant, M. Peter serre chaleureusement la main de tout le monde.

– À très bientôt, j’espère, lance-t-il à la petite assemblée. Il faudra passer nous voir à La Rochelle.

– Ce sera avec plaisir, répond le directeur.

– Eh bien au revoir. J’ai été ravi de ce moment passé en votre compagnie. J’ai le sentiment que notre rencontre a été très productive. » Ils approuvent d’un signe de la tête et avec un grand sourire. M. Peter conclut sur ces quelques mots. Après un si agréable repas, il aurait été de mauvais goût de conclure cette rencontre en revenant sur le taux de non-conformités à atteindre d’ici cinq mois. Le message a été suffisamment clair et il ne fait aucun doute que tout le monde l’a bien en tête.

M. Peter regagne sa voiture, une Peugeot 406 gris métallisé. « Décidément il aime bien le gris ! » pense Sophie. Un dernier geste amical de la main et le

(...)